

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DELLA PROV. DI TRENTO

dott.ing. **ROBERTO BOSETTI**

INSCRIZIONE ALBO N° 1027

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
dott. ing. Roberto Bosetti

autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

A1	LOTTO 2 - dal km 223+100 al km 230+717
4.20.24	INTERVENTI SULLE OPERE D'ARTE Sottopasso F.S. Verona-Mantova (pr km 230+163) Relazioni di calcolo Spalla SA - lato Trento

0	MAR. 2021	EMISSIONE	POLUZZI	M. ZINI	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO: LUGLIO 2009			DIREZIONE TECNICA GENERALE		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 31/09					

INDICE

1	PREMESSA	9
1.1	ASPETTI GENERALI	9
1.2	METODO DI CALCOLO	12
1.2.1	CRITERI E DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	12
1.2.2	COMBINAZIONI DI CARICO	16
1.2.3	SISTEMA DI VINCOLAMENTO	19
1.2.4	VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO	19
1.2.5	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	20
1.3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	20
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	21
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	22
3.1	TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA UNI EN 206-1	22
3.2	PARAMETRI DI IDENTIFICAZIONE PER LA VERIFICA A FESSURAZIONE	23
3.3	CALCESTRUZZO PER MAGRONE	24
3.4	CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE	24
3.5	CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE	24
3.6	CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE	25
3.7	ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO	25
3.8	ACCIAIO PER ARMATURA DA PRECOMPRESSIONE	25
3.9	MALTA DI INIEZIONE TIRANTI	25
3.10	COPRIFERRI	26
4	CODICI DI CALCOLO	27
5	GEOMETRIA DELLA STRUTTURA	28
6	CALCOLO DELLA STRUTTURA	30
6.1	SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA	30
6.1.1	SPALLA	30
6.1.2	IMPALCATO	31
6.1.3	CONVENZIONI SUI SEGNI	35
6.2	DATI PER ANALISI SISMICA	36
6.3	ELENCO DATI	36
6.3.1	DATI RELATIVI ALLE TRAVI	36

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX	3 DI 295
6.3.2	DATI RELATIVI ALLA SOLETTA, ALLA PAVIMENTAZIONE ED ALLE FINITURE		36
6.3.3	DATI RELATIVI AI CARICHI MOBILI		37
6.3.4	DATI RELATIVI ALLE AZIONI SISMICHE		38
6.3.5	DATI RELATIVI AGLI APPOGGI ED ALLA CURVATURA IMPALCATO		38
6.3.6	DATI RELATIVI AI BAGGIOLI		39
6.3.7	DATI RELATIVI ALLA SPALLA		39
6.3.8	DATI RELATIVI ALLA PLATEA DI FONDAZIONE		39
6.3.9	DATI RELATIVI AL TERRENO		40
6.3.10	DATI RELATIVI ALLA PALIFICATA DI FONDAZIONE		40
6.4	CASI DI CARICO E COMBINAZIONI		42
6.4.1	CARICHI ELEMENTARI		42
6.4.2	COMBINAZIONI DI CARICO		44
6.5	AZIONI		48
6.5.1	AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO		48
6.5.1.1	CARICHI PERMANENTI		48
6.5.1.2	CARICHI ACCIDENTALI		48
6.5.1.3	AZIONE DI FRENAMENTO		48
6.5.1.4	AZIONE DEL VENTO		50
6.5.1.5	AZIONE SISMICA		51
6.5.1.6	AZIONE TERMICA		52
6.5.2	AZIONI RELATIVE ALLA SPALLA		53
6.5.2.1	Peso proprio		53
6.5.2.2	Spinta delle terre		53
6.5.2.2.1	Spinta Del Terreno Di Monte		53
6.5.2.2.2	Spinta Relativa Del Sovraccarico Sul Terrapieno		54
6.5.2.2.3	Spinta Relativa Al Terreno Di Valle		57
6.5.2.2.4	Carico Sulla Platea Fondazione		57
6.5.2.3	Azione del vento		57
6.5.2.4	Azione sismica		57
6.5.2.4.1	Azioni Inerziali		57
6.5.2.4.2	Spinta Terre		58
7	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI		60
7.1	PARAGHIAIA		61
7.1.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PARAGHIAIA		62
7.1.2	ARMATURA ADOTTATA PER LE VERIFICHE		62
7.1.2.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)		63

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO	FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX	4 DI 295
7.1.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)		63
7.1.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		64
7.1.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		70
7.1.2.5	Verifica a taglio paraghiaia		70
7.2	MURI DI RISVOLTO		72
7.2.1	NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO SINISTRO		72
7.2.2	ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO SINISTRO		72
7.2.3	VERIFICHE RISVOLTO SINISTRO		73
7.2.3.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)		73
7.2.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)		73
7.2.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		74
7.2.3.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		80
7.2.3.5	Verifica a taglio risolto sinistro		80
7.3	MURI D’ALA		81
7.3.1	NUMERAZIONE ELEMENTI MURO D’ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80CM)		81
7.3.2	ARMATURA ADOTTATA PER IL MURO D’ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80CM)		81
7.3.3	VERIFICHE MURO D’ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80CM)		84
7.3.3.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 1 (armatura orizzontale)		84
7.3.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 2 (armatura verticale)		84
7.3.3.3	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 1 (armatura orizzontale)		85
7.3.3.4	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 2 (armatura verticale)		85
7.3.3.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		85
7.3.3.6	Verifiche in campo elastico (sisma)		97
7.3.3.7	Verifica a taglio muro d’ala sinistro (spessore 80cm)		98
7.3.4	ARMATURA ADOTTATA PER IL MURO D’ALA DI SINISTRO (SPESSORE 30CM)		100
7.3.5	VERIFICHE MURO D’ALA DI SINISTRO (SPESSORE 30CM)		101
7.3.5.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione –Direzione 1 (armatura orizzontale)		101
7.3.5.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione –Direzione 2 (armatura verticale)		101
7.3.5.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione		101
7.3.5.4	Verifiche in campo elastico (sisma)		107
7.3.5.5	Verifica a taglio muro d’ala sinistro (spessore 30cm)		108
7.3.6	NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO DESTRO		109
7.3.7	ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO DESTRO (SPESSORE 80CM)		109

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO	CODIFICA DOCUMENTO A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX	FOGLIO 5 DI 295
7.3.8	VERIFICHE MURO D'ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80CM)	112
7.3.8.1	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 1 (armatura orizzontale)	112
7.3.8.2	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 2 (armatura verticale)	112
7.3.8.3	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 1 (armatura orizzontale)	113
7.3.8.4	Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 2 (armatura verticale)	113
7.3.8.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	113
7.3.8.6	Verifiche in campo elastico (sisma)	125
7.3.8.7	Verifica a taglio risolto destro	126
7.4	PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA	128
7.4.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA	128
7.4.2	ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.1	128
7.4.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.1	128
7.4.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	129
7.4.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	129
7.4.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	134
7.4.3	ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.5	134
7.4.3.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.5	134
7.4.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	134
7.4.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	135
7.4.3.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	139
7.4.4	ELEMENTI TRASVERSALI – S3.2	140
7.4.4.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S3.2	140
7.4.4.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	140
7.4.4.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	140
7.4.4.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	145
7.4.5	ELEMENTI TRASVERSALI – S3.3	145
7.4.5.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S3.3	145
7.4.5.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	146
7.4.5.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	146
7.4.5.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	151
7.4.6	ELEMENTI TRASVERSALI – S3.4	151
7.4.6.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S3.4	151
7.4.6.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	152
7.4.6.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	152
7.4.6.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	156
7.5	VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO	158

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO	CODIFICA DOCUMENTO A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX	FOGLIO 6 DI 295
7.5.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO SINISTRO	158
7.5.2	ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.3	159
7.5.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.3	159
7.5.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	159
7.5.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	160
7.5.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	164
7.5.3	ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.6	164
7.5.3.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.6	164
7.5.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	165
7.5.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	165
7.5.3.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	170
7.5.4	ELEMENTI TRASVERSALI – S1.1	170
7.5.4.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.1	170
7.5.4.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	170
7.5.4.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	171
7.5.4.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	175
7.5.5	ELEMENTI TRASVERSALI – S1.5	176
7.5.5.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.5	176
7.5.5.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	176
7.5.5.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	177
7.5.5.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	181
7.5.6	ELEMENTI TRASVERSALI – S1.7	181
7.5.6.1	Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.7	181
7.5.6.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	182
7.5.6.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	182
7.5.6.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	187
7.6	VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO	187
7.6.1	NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO	187
7.6.2	ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.1	188
7.6.2.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.1	188
7.6.2.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	189
7.6.2.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	189
7.6.2.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	194
7.6.3	ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.2	194
7.6.3.1	Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.2	194
7.6.3.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	194
7.6.3.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	195
7.6.3.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	199
7.6.4	ELEMENTI TRASVERSALI - S1.3	200

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO	CODIFICA DOCUMENTO A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX	FOGLIO 7 DI 295
7.6.4.1	Armatura adottata per gli elementi TRASVERSALI S1.3	200
7.6.4.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	200
7.6.4.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	201
7.6.4.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	205
7.6.5	ELEMENTI TRASVERSALI- S1.4	205
7.6.5.1	Armatura adottata per gli elementi TRASVERSALI S1.4	205
7.6.5.2	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	206
7.6.5.3	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione	206
7.6.5.4	Verifiche in campo elastico (sisma)	211
7.6.6	VERIFICA A PUNZONAMENTO DELLA PLATEA	212
7.7	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE	214
7.7.1	NUMERAZIONE ELEMENTI DEI PALI DI FONDAZIONE	214
7.7.2	PALI DI FONDAZIONE DEL PARAGHIAIA	216
7.7.2.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione	216
7.7.2.2	Geometria adottata per le verifiche	217
7.7.2.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	218
7.7.2.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo	219
7.7.2.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3 a -13m	225
7.7.2.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -13 a piede palo	230
7.7.2.7	Verifiche in campo elastico (sisma)	236
7.7.2.8	Verifiche a taglio	237
7.7.3	PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI	239
7.7.3.1	Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione	239
7.7.3.2	Geometria adottata per le verifiche	239
7.7.3.3	Verifiche allo stato limite ultimo per flessione	240
7.7.3.4	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo	242
7.7.3.5	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3 a -12m	247
7.7.3.6	Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -12 a piede palo	253
7.7.3.7	Verifiche in campo elastico (sisma)	258
7.7.3.8	Verifiche a taglio	260
7.7.4	VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE DEI PALI	261
7.7.4.1	Pali dei risvolti	262
7.7.4.2	Pali del fusto	272
7.7.5	VERIFICA CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI	281
7.8	VERIFICHE TIRANTI A SUPPORTO DEI RISVOLTI ESISTENTI	284
7.8.1	CALCOLO DEL TIRO MASSIMO	284
7.8.2	DATI INIZIALI DI PROGETTAZIONE	284
7.8.3	CALCOLO LUNGHEZZA LIBERA	286
7.8.4	CALCOLO LUNGHEZZA DI FONDAZIONE	287
7.8.5	RESISTENZA DELL'ACCIAIO	288
7.8.6	GERARCHIA DELLE RESISTENZE	289

7.8.7	VERIFICA TRAVE DI CORREA	289
7.8.8	RIASSUNTO PROGETTO TIRANTI	294
8	SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI – FASE TRANSITORIA	295

1 PREMESSA

1.1 ASPETTI GENERALI

Nell'ambito del progetto esecutivo di adeguamento del tracciato A22 tra lo svincolo di Verona Nord (km 225+372) ed il sovrappasso della linea ferroviaria Verona-Mantova (km 230+163) è previsto l'intervento di allargamento del tratto autostradale in prossimità del ponte sulla linea Ferroviaria VERONA-MANTOVA.

Con l'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008 si è avuta una revisione dei carichi accidentali e degli oneri connessi alla sismica (oneri assenti all'atto della costruzione originale del manufatto); parallelamente la diffusa situazione di degrado dei materiali suggerisce la sostituzione integrale di impalcato e pile, mentre le spalle saranno sede di rinforzi ed allargamenti. Il tutto nel rispetto dei vincoli di quote connessi al profilo dell'Autostrada e della sottopassante linea Ferroviaria.

Il ponte attualmente presenta tre campate in quanto la linea è affiancata da viabilità laterali di diversa importanza, a carreggiate separate per le due vie di corsa Nord e Sud. La demolizione è prevista in più fasi quasi tutte da effettuarsi in ore notturne e in concomitanza a sospensione del traffico e a "tolta corrente" da concordarsi con RFI: le fasi sono essenzialmente il sezionamento longitudinale dell'impalcato in gruppi di travi (solitamente due) per procedere poi alla rimozione di tali gruppi in una o più notti.

Il viadotto in progetto è a due carreggiate separate ed è costituito da 3 campate: le luci delle campate lungo l'asse tracciamento, dalla spalla A alla spalla B, misurano rispettivamente 16.60m, 23.10m e 16.60m. Il viadotto sovrappassa la linea Ferroviaria Verona-Mantova con la campata 2 tra la pila 1 e la pila 2 ed il franco garantito al di sotto di tale campata non viene ridotto rispetto allo stato attuale.

L'allargamento del cavalcavia comporta fasi realizzative coordinate con gli interventi sulle altre opere del tratto in oggetto, durante le quali deve essere mantenuto il traffico e data l'importanza strategica della strada in cui si colloca il sovrappasso si rende necessario garantire un minimo di n.2 corsie per senso di marcia: tali fasi sono descritte esplicitamente nella "Relazione Tecnica Illustrativa" nell'apposito paragrafo.

Si prevede che l'impalcato sia giuntato longitudinalmente in mezzzeria, suddividendo le due carreggiate dell'autostrada a differente senso di marcia: una diretta verso Trento e una diretta verso Modena. Le due sedi stradali, lato Trento e lato Modena, possiedono ciascuna una larghezza di 15.38m e sono affiancate da un cordolo interno di 0.9m mentre il cordolo esterno è pari a 0.55m quello lato Trento e 1.2m quello lato Modena. L'ingombro complessivo, considerando un giunto di 0.14m fra le due parti d'impalcato, è di 34.45m. Sui cordoli laterali interni si prevede il posizionamento di adeguate barriere di sicurezza mentre sui cordoli esterni si è condotto il calcolo considerando barriere antirumore integrate. Trattandosi queste ultime di barriere più alte e che determinano quindi un'azione da vento di maggiore entità, si riterrà automaticamente soddisfatta l'eventuale ipotesi di installazione di normali barriere di sicurezza.

L'impalcato è costituito da 12 travi in acciaio e una soletta in c.a. di 0.30m di spessore. Per il contenimento del getto della soletta si prevede la posa di lastre predalles, con coppella di spessore 0.06m.

Le spalle del ponte (Spalle A e B) prevedono ciascuna: due fondazioni laterali a quota più bassa per le pareti di risvolto e una fondazione centrale a quota più elevata per il paraghiaia. Le fondazioni laterali sono costituite da una platea di spessore pari a 1.5m fondata su pali di diametro $\phi=1000\text{mm}$ e lunghezza pari a 20m; la fondazione centrale prevede ancora una platea di 1.5m di spessore fondata su pali $\phi=1000\text{mm}$ e lunghezza pari a 25m. Le pareti dei risvolti hanno spessore 0.8m mentre il paraghiaia ha spessore 0.5m.

La struttura esistente verrà demolita ove interferente con quella in progetto (si vedano gli elaborati grafici di progetto) e manterrà una sua indipendenza strutturale. Si prevedono opportuni collegamenti locali con il puro scopo di confinamento del terreno.

Con riferimento alla "Relazione di Calcolo apparecchi di appoggio e giunti", per il viadotto in esame il sistema di vincolamento previsto è sintetizzato di seguito.

Si prevede che le spalle siano sede di isolatori in gomma ad alta dissipazione di energia (HDRB). Le pile sono dotate di dispositivi mobili in direzione longitudinale e fissi trasversalmente. Il significato delle denominazioni dei dispositivi sono dettagliatamente spiegati nella suddetta relazione.

Nel presente documento verrà affrontato il calcolo delle sollecitazioni trasmesse e le corrispondenti verifiche delle strutture costituenti la Spalla lato Trento (Spalla A).

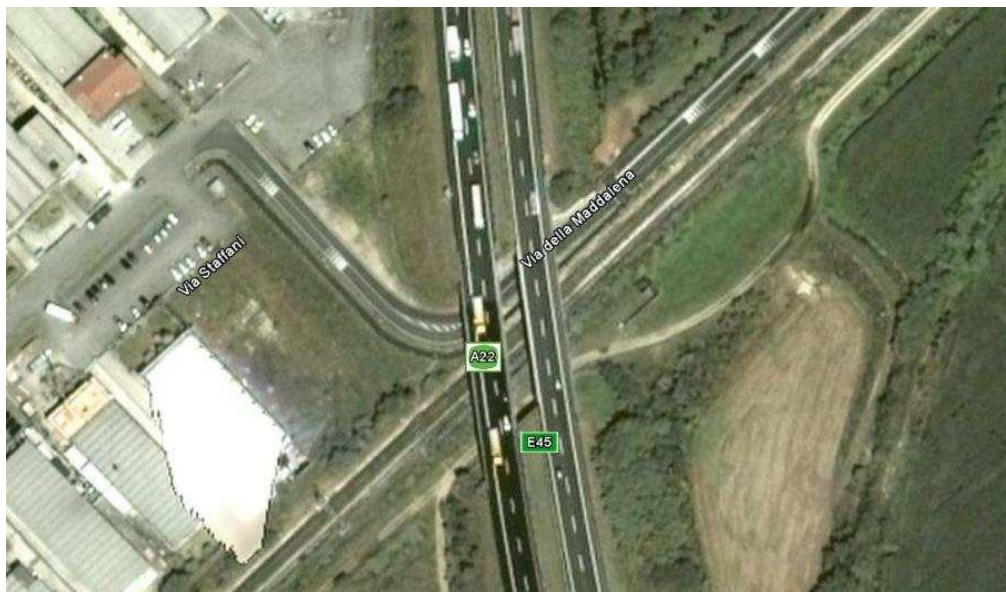


Figura 1.1 Vista planimetrica stato di fatto

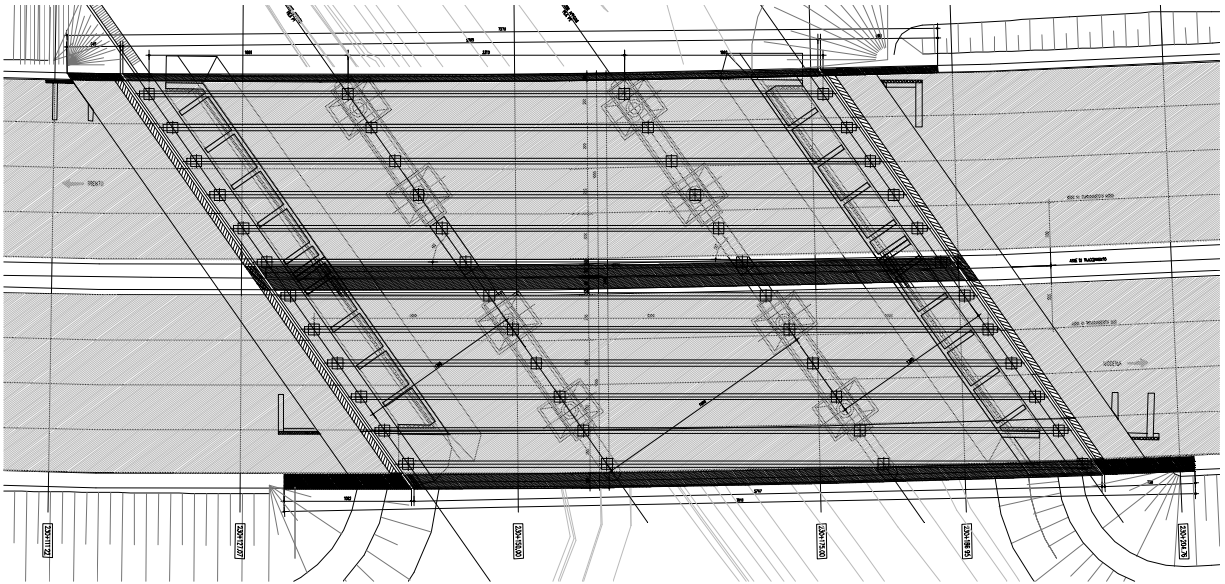


Figura 1.2 Pianta impalcato

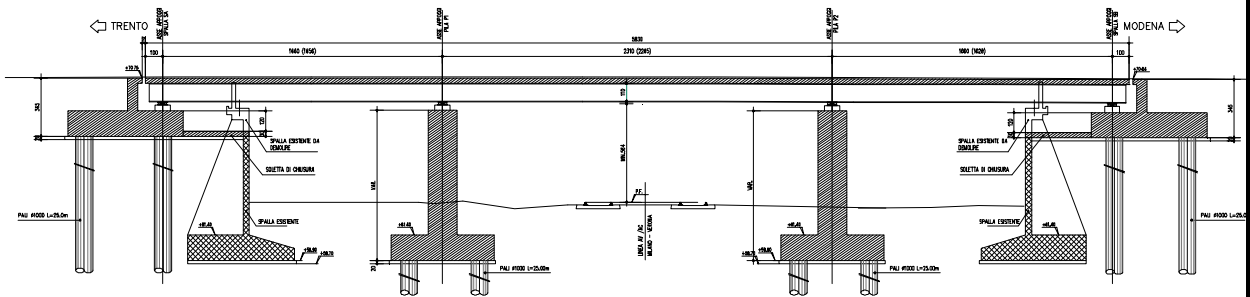


Figura 1.3 Sezione longitudinale

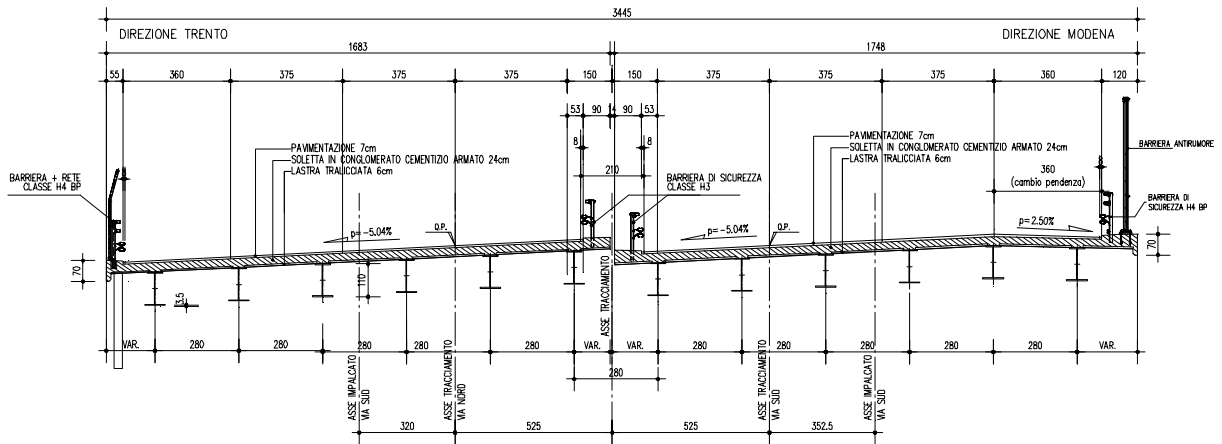


Figura 1.4 Sezione trasversale

1.2 METODO DI CALCOLO

La sicurezza strutturale è verificata tramite il metodo semiprobabilistico agli stati limite, applicando il DM14/01/2008 “Norme Tecniche per le costruzioni” e relative Istruzioni.

In particolare viene verificata la sicurezza sia nei confronti degli stati limite ultimi (SLU) sia nei confronti degli stati limite di esercizio (SLE).

1.2.1 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, come riportato al § 4.1.2.2.5.

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.

Gli stati limite, sia di esercizio sia ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni che l’opera a realizzarsi deve assolvere durante un evento sismico; nel caso di specie 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.

IMPALCATO

Per quanto riguarda l’azione sismica, i suoi effetti sull’impalcato vanno valutati a ponte “scarico” (per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_2 = 0$, come si desume dal punto 3.2.4 e Tab.5.1.VI delle NTC, data la scarsa probabilità di avere la contemporaneità dei due eventi).

I risultati relativi alla combinazione sismica non vengono riportati, essendo per l'impalcato più severa la condizione sotto l'azione dei carichi da traffico.

PILE E SPALLE

Nel paragrafo § 7.9 della NTC2008, specifico per i ponti, si legge: *“La struttura del ponte deve essere concepita e dimensionata in modo tale che sotto l'azione sismica di progetto per lo SLV essa dia luogo alla formazione di un meccanismo dissipativo stabile, nel quale la dissipazione sia limitata alle spalle o ad appositi apparecchi dissipativi”....“Gli elementi ai quali non viene richiesta capacità dissipativa e devono, quindi, mantenere un comportamento sostanzialmente elastico sono: l'impalcato, gli apparecchi di appoggio, le strutture di fondazione ed il terreno da esse interessato, le spalle se sostengono l'impalcato attraverso appoggi mobili o deformabili. A tal fine si adotta il criterio della “gerarchia delle resistenze”...”.*

Essendo le pile e le palle sede di dispositivi elastomerici, secondo quanto prescritto dalla normativa vigente (punto § 7.10.2), la sottostruttura deve mantenersi in campo elastico: a tal riguardo quindi, nel calcolo allo SLV, 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). Tale condizione inoltre, in accordo al punto § 7.10.6.1., consente di ritenere soddisfatte anche le verifiche nei confronti dello SLD.

DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

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 100 anni.

La classe d'uso assunta è la IV ($C_u = 2.0$)

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

$$V_R = V_N \cdot C_u = 200 \text{ anni}$$

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

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

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

$$T_R(SLV) = - \frac{V_r}{\ln(1 - P_{vr})} = 1898 \text{ anni}$$

Dato il valore del periodo di ritorno suddetto, tramite le tabelle riportate nell'Allegato B della norma, è possibile definire i valori di a_g , F_0 , T_c^* .

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria C, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

F_0 → valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

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

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

L'opera ricade all'incirca alla Latitudine di 45°23'17,19 N e Longitudine 10°54'30.39 E, ad una quota di circa 61 m.s.m..

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g, F₀, T_c*) per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita sono riportati di seguito:

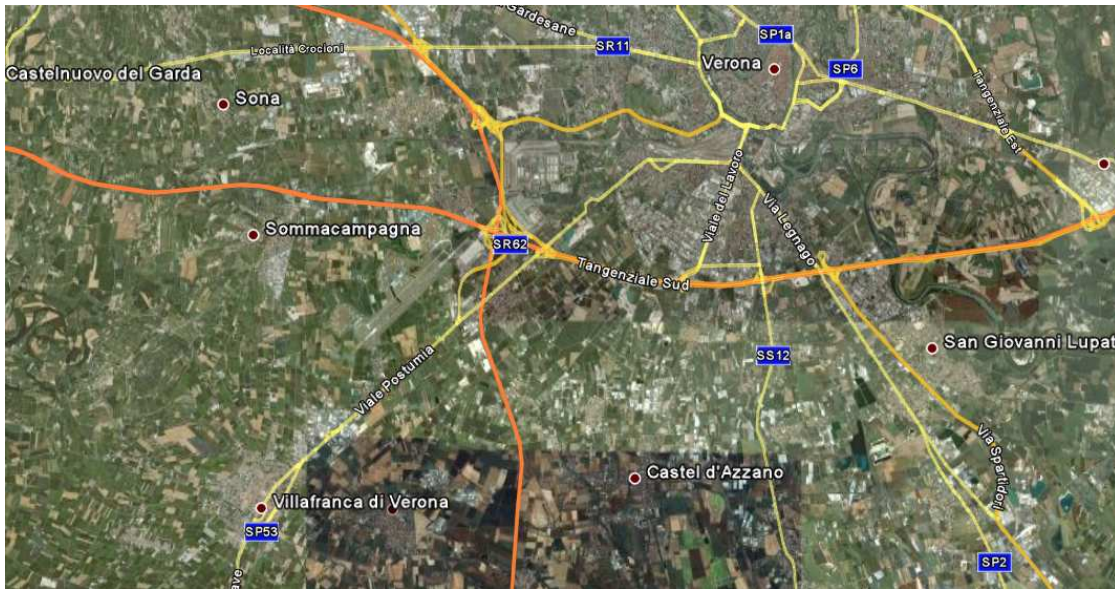


Figura 1.5 Tratto adeguamento del tracciato A22

Ricerca per coordinate LONGITUDINE: 10.91583 LATTUDINE: 45.39140

Ricerca per comune REGIONE: Veneto PROVINCIA: Verona COMUNE: Verona

Elaborazioni grafiche:
Grafici spettri di risposta II →
Variabilità dei parametri II →

Elaborazioni numeriche:
Tabella parametri II →

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione corretta

Interpolazione:
superficie rigata

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

Figura 1.6 Individuazione coordinate Verona

Valori dei parametri a_g, F₀, T_c* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL sono:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	120	0.083	2.461	0.263
SLD	201	0.106	2.421	0.270
SLV	1898	0.251	2.407	0.286
SLC	2475	0.277	2.381	0.290

Per le pile il calcolo viene eseguito con il metodo dell'analisi statica equivalente applicando un fattore di struttura $q=1.0$, come prescritto da normativa cap.7.10.

Per le spalle il calcolo viene eseguito con il metodo dell'analisi statica equivalente, applicando come prescritto da normativa un'accelerazione pari ad $a_g S$.

Il sottosuolo su cui insiste l'opera può essere inserito nella categoria "B".

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafico risulta:

$$S_S (SLV) \Rightarrow 1.158$$

$$S_T (SLV) \Rightarrow 1.000$$

L'accelerazione massima è valutata con la relazione

$$a_{\max}(SLV) = S \cdot a_g = S_S * S_T * a_g = 1.158 * 0.251 = 0.291g$$

Le spinte delle terre sono calcolate mediante la formula di Mononobe e Okabe.

1.2.2 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 . 5.1.3.12 e 2.5.3 del D.M. 14/01/2008.

I carichi variabili sono stati suddivisi in carichi da traffico, vento e resistenza passiva dei vincoli; di conseguenza, le combinazioni sono state generate assumendo alternativamente ciascuno dei tre suddetti carichi come azione variabile di base.

Fra i carichi variabili si distinguono:

Q	carichi da traffico
Q _T	azioni termiche
Q _w	azione del vento

Inoltre, come indicato nella tabella 5.1.IV, sono stati identificati tre gruppi di azioni caratteristiche, corrispondenti rispettivamente ai carichi verticali, alla forza di frenamento e alla forza centrifuga.

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

1) – Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

2) – Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

3) – Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

4) – Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

5) – Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

6) – Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G₂.

Gli stati limite ultimi delle opere interrato 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 devono essere eseguiti in riferimento ai seguenti stati limite:

- SLU di tipo geotecnico (GEO): collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno;

- SLU di tipo strutturale (STR): raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali.

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, Tabella 6.2.II per i parametri del terreno, e Tabella 6.4.II e 6.4.IV per i parametri di resistenza per le opere di sostegno su fondazioni profonde (pali).

OPERE DI FONDAZIONE – FONDAZIONI SU PALI (CAP.6.4.3)

Approccio 1

(A1+M1+R1)

(verifica struttura)

(A2+M1+R2)

(verifica geotecnica)

Relativamente ai tiranti si farà riferimento ai seguenti parametri:

TIRANTI DI ANCORAGGIO (CAP.6.6)

(A1+M1+R3)

(dimensionamento geotecnico)

Tabella 6.2.I/5.1.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.10	1.35	1.00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.35	1.35	1.15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.50	1.50	1.30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 1}$	0.90	1.00	1.00
	sfavorevoli		1.00 ⁽³⁾	1.00 ⁽⁴⁾	1.00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\epsilon 2}, \gamma_{\epsilon 3}, \gamma_{\epsilon 4}$	0.00	0.00	0.00
	sfavorevoli		1.20	1.20	1.00

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

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

⁽³⁾ 1.30 per instabilità in strutture con precompressione esterna.

⁽⁴⁾ 1.20 per effetti locali

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

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1.00	1.00

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_k da applicare alle resistenze caratteristiche

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

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

$$R_{c,\lambda} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad (6.2.10)$$

$$R_{t,\lambda} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad (6.2.11)$$

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Per la verifica di portanza dei **tiranti** si fa riferimento a quanto indicato nelle tabelle seguenti

Tabella 6.6.I – Coefficienti parziali per la resistenza di ancoraggi

	SIMBOLO	COEFFICIENTE PARZIALE
	γ_R	
Temporanei	$\gamma_{R,t}$	1,1
Permanenti	$\gamma_{R,p}$	1,2

Tabella 6.6.III: Fattori di correlazione per derivare la resistenza caratteristica dalle prove geotecniche, in funzione del numero n di profili di indagine.

numero di profili di indagine	1	2	3	4	≥ 5
$\xi_{s,3}$	1,80	1,75	1,70	1,65	1,60
$\xi_{s,4}$	1,80	1,70	1,65	1,60	1,55

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

1A) STR) $\Rightarrow \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$
 \Rightarrow (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

$$1B) \text{ GEO)} \quad \Rightarrow \quad \gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

⇒ (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

$$6) \text{ Eccezionale)} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

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

$$2) \text{ Rara)} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \sum_i \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$$

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

$$3) \text{ Frequente)} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

$$4) \text{ Quasi permanente)} \quad \Rightarrow \quad G_1 + G_2 + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

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

$$5A) \text{ STR)} \quad \Rightarrow \quad E + G_1 + G_2 + \sum_i \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$$

⇒ (terreno non defattorizzato e spinta attiva)

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 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 $\psi_{2i} = 0.2$ (condizione cautelativa). Data la natura dell'opera in progetto, così come previsto dalla norma, si assume $\psi_{2i} = 0.00$.

1.2.3 SISTEMA DI VINCOLAMENTO

PILE E SPALLE

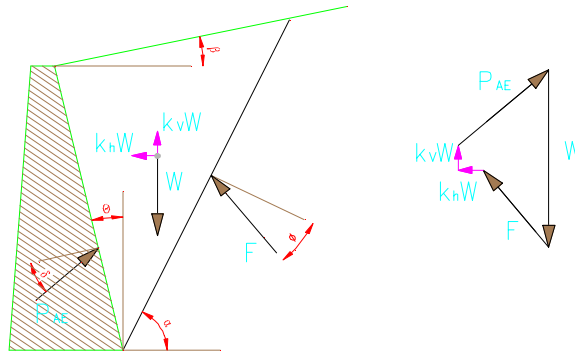
Il calcolo svolto nella condizione sismica è un'analisi statica equivalente, secondo quanto previsto dalla normativa di riferimento. Tale analisi è dipendente dalle caratteristiche dei dispositivi di isolamento ed in particolare dal valore della rigidità orizzontale e dal coefficiente di smorzamento equivalente.

Le caratteristiche dei dispositivi ed in particolare i valori delle rigidità 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.

Le caratteristiche dei dispositivi di appoggio ed isolamento utilizzati per l'opera in oggetto, già descritte nella premessa, consentono la trasmissione delle azioni derivanti dall'impalcato proporzionalmente alle rigidità a pile e spalle.

1.2.4 VALUTAZIONE DELLE SPINTE DEL TERRENO

Il calcolo delle spinte del terreno (per le strutture di sostegno – spalle) verrà svolto considerando uno schema di “spinta a riposo” in condizioni di esercizio. In condizioni sismiche, invece, si considererà lo schema di spinta attiva con incremento dinamico secondo l'approccio di Mononobe-Okabe.



$$E_d = 1/2 \gamma * (1 \pm k_v) K H^2 + E_{ws}$$

H : altezza del muro

E_{ws} : spinta idrostatica

γ^* : peso specifico del terreno

K : coefficiente di spinta del terreno (statico+dinamico)

$$\psi = \arctan (k_h / (1 \pm k_v)) =$$

$$k_{AE} = \frac{[\cos^2 (\phi - \theta - \psi)]}{[\cos \psi * \cos^2 \theta * \cos (\delta + \theta + \psi) * (1 + ((\sin (\delta + \phi) * \sin (\phi - \beta - \psi) / \cos (\delta + \theta + \psi) / \cos (\beta - \theta))^{1/2})^2]}$$

$$\Delta e_d = P_{AE(k_v)} - S_a$$

1.2.5 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

Le verifiche degli elementi strutturali verranno svolte secondo quanto prescritto dalla normative in vigore (DM 14/01/2008); i limiti tensionali massimi assunti sono riportati nel paragrafo specifico relativo alle caratteristiche dei materiali.

Per la tipologia di vincolamento assunto (isolatori elastomerici) in condizioni sismiche le “sottostrutture” devono rimanere in campo elastico; si sono quindi effettuate le seguenti 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 a fessurazione per lo stato limite di esercizio.

1.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

La presente relazione è inscindibile dagli elaborate grafici e dai seguenti documenti:

	A1_4_20_2_1	Relazione di Calcolo Impalcato
A1_4_20_2_2		Relazione di Calcolo Soletta
A1_4_20_2_3		Relazione di Calcolo apparecchi di Appoggio e Giunti
A1_4_20_2_4		Relazione di Calcolo Spalla SA - Lato Trento
A1_4_20_2_5		Relazione di Calcolo Spalla SB - Lato Modena
A1_4_20_2_6		Relazione di Calcolo Pile

2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

I calcoli sviluppati nel seguito sono svolti secondo il Metodo degli Stati Limite e nel rispetto della normativa vigente; in particolare si sono osservate le prescrizioni riportate nel cap.2 della relazione A1_4_20_1-Relazione Tecnica e Illustrativa, facente parte del progetto in oggetto.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Materiali come prescritti dal Decreto Ministeriale 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

3.1 TABELLA RIASSUNTIVA CLASSI DI ESPOSIZIONE SECONDO NORMATIVA UNI EN 206-1

Questa tabella è da compilarsi in funzione dell'opera da eseguire: associare ad ogni elemento progettuale (fondazione, elevazione.....).

Tab 2

Classi di esposizione ambientale secondo UNI EN 206-1								
Classe di esposizione ambientale	Descrizione dell'ambiente di esposizione	Esempi di condizioni ambientali	UNI 9883	A/C massimo	Contenuto minimo di cemento kg/m ³	Rck minima N/mm ²	Contenuto minimo di aria %	Copri ferro minimo Mm
1 Assenza di rischio di corrosione o attacco								
X0	Molto secco	Cls per interni di edifici con umidità dell'aria molto bassa	1	-		C12/15	-	15
2 Composizione delle armature per effetto della carbonatazione								
XC1	Secco o permanentemente bagnato	Cls per interni di edifici con umidità relativa bassa o immerso in acqua	2a	0,65	260	C20/25	-	20
XC2	Bagnato, raramente secco	Superfici in cls a contatto con acqua per lungo tempo es. fondazioni	2a	0,60	280	C25/30	-	20
XC3	Umidità moderata	Cls per interni con umidità relativa moderata o alta e cls all'esterno protetto dalla pioggia	5a	0,55	280	C30/37	-	30
XC4	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Superfici in cls a contatto con l'acqua, non nella classe XC2.	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
3 Composizione delle armature per effetto dei cloruri esclusi quelli provenienti dall'acqua di mare								
XD1	Umidità moderata	Superfici in cls esposte a nebbia salina	5a	0,55	300*	C30/37	-	30
XD2	Bagnato, raramente asciutto	Piscine; cls esposto ad acque industriali contenenti cloruri	4a, 5b	0,55	300	C30/37	-	30
XD3	Ciclicamente bagnato ed asciutto	Parti di ponti esposte a spruzzi contenenti cloruri, pavimentazioni di parcheggio	5c	0,45	320	C35/45	-	40
4 Composizione delle armature indotta da cloruri presenti nell'acqua di mare								
XS1	Esposto alla nebbia salina ma non all'acqua di mare	Strutture prossime o sulla costa	4a, 5b	0,50	300	C30/37	-	30
XS2	Permanentemente sommerso	Parti di strutture marine	5c	0,45	320	C35/45	-	40
XS3	Zone esposte alle onde o alla marea	Parti di strutture marine	5c	0,45	340	C35/45	-	40
5 Attacco dei cicli di gelo/sgelo con o senza sali disgelanti								
XF1	Moderata saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cls esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,55	300	C30/37	-	30
XF2	Moderata saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti	Superfici verticali in cls di strutture stradali esposte al gelo e nebbia dei sali disgelanti	3, 4b	0,55	300	C25/30	4,0 e aggregati resistenti al gelo/sgelo	30
XF3	Bevuta saturazione d'acqua in assenza di sali disgelanti	Superfici orizzontali in cls esposte alla pioggia e al gelo	2b	0,50	320	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/sgelo	30
XF4	Bevuta saturazione d'acqua in presenza di sali disgelanti o acqua di mare	Strade e impalcati da ponte esposti ai sali disgelanti. Superfici in cls esposte direttamente a nebbia contenente sali disgelanti	3, 4b	0,45	340	C30/37	4,0 e aggregati resistenti al gelo/sgelo	40
6 Attacco chimico								
XA1	Ambiente chimico debolmente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5a	0,55	300	C30/37	-	30
XA2	Ambiente chimico moderatamente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	4*, 5b	0,50	320 cemento resistente ai solfati	C30/37	-	30
XA3	Ambiente chimico fortemente aggressivo (vd. prospetto 2 della EN 206)	-	5c	0,45	360 cemento resistente ai solfati	C35/45	-	40

Conglomerato cementizio per elementi strutturali:

ELEMENTO	CLASSE DI ESPOSIZIONE	CLASSE DI RESISTENZA MINIMA (Mpa)	COPRIFERRO (mm)	CLASSE DI CONSISTENZA	RAPPORTO ACQUA/CEMENTO (+Aria %)	DIMENSIONE MASSIMA NOMINALE DEGLI AGGREGATI (mm)
PALI >800mm □	XC2	C25/30	60	S4	0.60	40
PLINTI PLATEE -	XC2	C25/30	40	S4	0.60	40
ELEVAZIONE SPALLE	XC4+XF2	C32/40	40	S4	0.50 (+4%)	32

(non si ritiene di applicare la classe XD3, poiché oltre ai sali disgelanti è prevista la situazione di gelo-disgelo (XF4) che costituisce l'unica causa della presenza di cloruri, né vi sono altre fonti da cui provengano cloruri (per questo motivo la classe di esposizione XD3 non appare nella Tabella)

3.2 PARAMETRI DI IDENTIFICAZIONE PER LA VERIFICA A FESSURAZIONE

Nel capitolo 4 del DM 14.01.2008 si identificano i parametri a cui fare riferimento per la verifica a fessurazione.

Tabella 4.LIII – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	XC0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Tabella 4.LIV – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w _s	Stato limite	w _s
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	≤ w ₂	ap. fessure	≤ w ₃
		quasi permanente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	≤ w ₁	ap. fessure	≤ w ₂
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	≤ w ₁
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	≤ w ₁

w₁, w₂, w₃ sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_s è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Scheda riassuntiva parametri di fessurazione secondo DM2008:

ELEMENTO	Classe di esposizione	Gruppo di esigenza	Combinazione	w_d
PALI	XC2	a	frequente	0.4
			quasi permanente	0.3
PLINTI - PLATEE	XC2	a	frequente	0.4
			quasi permanente	0.3
ELEVAZIONE SPALLE	XC4+XF2	b	frequente	0.3
			quasi permanente	0.2
BAGGIOLI E RITEGNI	XC4+XF4	c	frequente	0.2
			quasi permanente	0.2

Le verifiche saranno comunque condotte secondo quanto prescritto **dall'Istruzione 44A di RFI**, in cui i valori limite di apertura delle fessure, per la **combinazione frequente** e per armature poco sensibili, sono i seguenti:

$\delta f \leq w_1$, per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.3 del DM 14.1.2008, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per tutte le zone non ispezionabili;

b) $\delta f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 14.1.2008.

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante calcolo diretto, ai sensi del D.M. 14.01.2008, p.to 4.1.2.2.4.6.

3.3 CALCESTRUZZO PER MAGRONE

Per il magrone di sottofondazione si prevede l'utilizzo di calcestruzzo di classe Rck 15.

3.4 CALCESTRUZZO PER PALI DI FONDAZIONE

Per la realizzazione dei pali di fondazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck ≥ 30 N/mm², che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	14.16 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	15.00 N/mm ²
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	2.56 N/mm ²
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	1.795 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.197 N/mm ²

3.5 CALCESTRUZZO PER OPERE DI FONDAZIONE

Per la realizzazione della platea di fondazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe Rck ≥ 30 N/mm², che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	24.90 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	14.16 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	15.00 N/mm ²
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	2.56 N/mm ²
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	1.795 N/mm ²
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.197 N/mm ²

3.6 CALCESTRUZZO PER OPERE DI ELEVAZIONE

Per la realizzazione delle opere di elevazione in cemento armato delle spalle, si prevede l'utilizzo di calcestruzzo in classe $R_{ck} \geq 40 \text{ N/mm}^2$, che presenta le seguenti caratteristiche:

Resistenza a compressione (cilindrica)	→ $f_{ck} = 0.83 * R_{ck} =$	33.20 N/mm^2
Resistenza di calcolo a compressione	→ $f_{cd} = \alpha_{cc} * f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * f_{ck} / 1.5 =$	18.81 N/mm^2
Resistenza di calcolo a compressione elastica	→ $\sigma_c = 0.60 * f_{ck} =$	19.92 N/mm^2
Resistenza a trazione media	→ $f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} =$	3.10 N/mm^2
Resistenza a trazione	→ $f_{ctk} = 0.7 * f_{ctm} =$	2.169 N/mm^2
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c =$	1.446 N/mm^2

3.7 ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Per le armature metalliche si adottano tondini in acciaio del tipo B450C controllato in stabilimento, che presentano le seguenti caratteristiche:

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento f_y	$\geq 450 \text{ MPa}$
Limite di rottura f_t	$\geq 540 \text{ MPa}$
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}	$\geq 7\%$
Rapporto f_t/f_y	$1,13 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_y \text{ misurato} / f_y \text{ nom}$	$\leq 1,25$

Tensione di snervamento caratteristica	→ $f_{yk} \geq$	450.00 N/mm^2
Tensione caratteristica a rottura	→ $f_{tk} \geq$	540.00 N/mm^2
Tensione di calcolo elastica	→ $\sigma_c = 0.80 * f_{yk} =$	360.00 N/mm^2
Fattore di sicurezza acciaio	→ $\gamma_s =$	1.15
Resistenza a trazione di calcolo	→ $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	391.30 N/mm^2

3.8 ACCIAIO PER ARMATURA DA PRECOMPRESSIONE

Sia per i tiranti di ancoraggio definitivi, sia per quelli provvisori si prevede l'impiego di cavi costituiti da trefoli in acciaio armonico stabilizzato da 0.6" (area 139 mm^2) avente caratteristiche:

Tensione caratteristica a rottura	→ $f_{ptk} \geq$	1860.00 N/mm^2
Tensione caratteristica all'1% di deformazione totale	→ $f_{p(0.1)k} \geq$	1670.00 N/mm^2
Allungamento sotto carico massimo	→ $A_{gt} \geq$	3.5
Tensione iniziale all'atto della tesatura (vale la condizione più restrittiva)	→ $\sigma_{spi} < 0.85 f_{p(0.1)k}$ $\sigma_{spi} < 0.75 f_{ptk}$	1420.00 N/mm^2 1395.00 N/mm^2
Modulo elastico	→ $E_{sp} =$	195000 N/mm^2

3.9 MALTA DI INIEZIONE TIRANTI

I tiranti previsti sono di tipo passivo, definitivi e ad iniezione ripetuta.

Caratteristiche secondo UNI EN 447:2007		
Resistenza a rottura a 28gg	$f_c \geq$	25.00 $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Rapporto acqua / cemento	\leq	0.45
Separazione di acqua (in volume)	\leq	2%
Fluidità Marsh	$=$	10''-35''
Ritiro nullo (aggiunta di additivi e/o antiritiro)		

3.10 COPRIFERRI

Pile e Spalle - Si adottano copriferri pari a:

	Copriferro - c_{\min} [mm]
<i>FONDAZIONI</i>	
Pali $\phi \geq 800\text{mm}$	60
Platea	40
<i>ELEVAZIONE</i>	
Fusti / Risvolti / Orecchie	40

4 CODICI DI CALCOLO

Per il dimensionamento delle strutture facenti parte del ponte in oggetto sono stati utilizzati programmi come descritto nella relazione A1_4_20_1: si riassumono di seguito i programmi di calcolo utilizzati.

SAP 2000

Nome software	N° revisione	Data revisione	Estensore	Data d'acquisto	Data validazione
SAP 2000	14.2.3	11 Ottobre 2010	CSI	10.09.2009	(fare riferimento al produttore)

ENG - SIGMAC

Nome software	N° revisione	Data revisione	Estensore	Data d'acquisto	Data validazione
Eng	8.15	Dicembre 2009	SIGMAc Soft		(fare riferimento al produttore)

VCASLU

Il programma VcaSlu consente la verifica di sezioni in cemento armato normale e precompresso, soggette a presso-flessione o tenso-flessione retta o deviata sia allo stato limite ultimo che con il metodo n.

5 GEOMETRIA DELLA STRUTTURA

La geometria è quella riportata nelle seguenti figure (Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3 e Figura 5.4).
5.1 Pianta fondazioni).

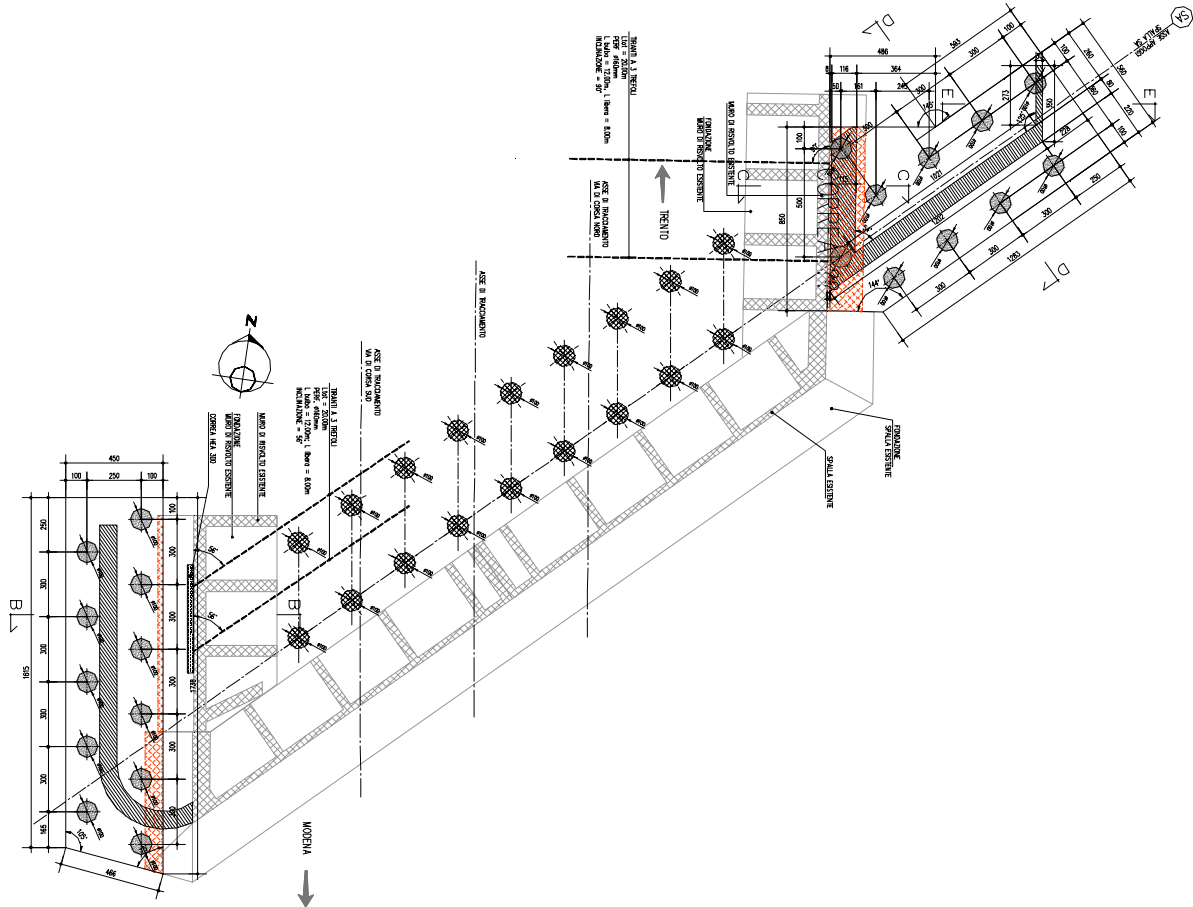


Figura 5.1 Pianta fondazioni

SPALLA A – PROSPETTO 1:100

(IN RETTO IMPALCATO)

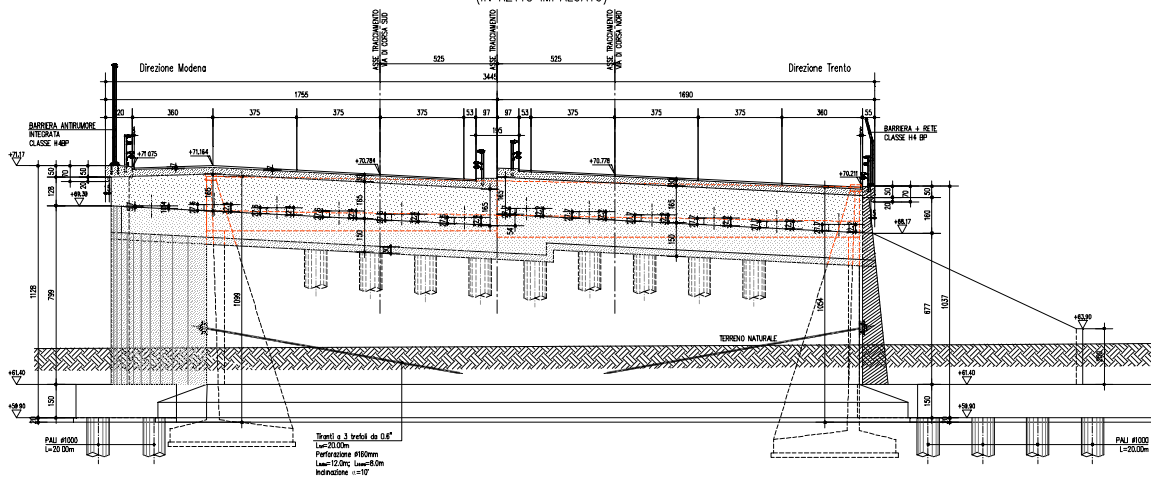


Figura 5.2 Vista frontale in retto impalcato

SPALLA A - SEZIONE A-A 1:100
(PRESSO ASSE DI TRACCIAMENTO VIA DI CORSA SUD)

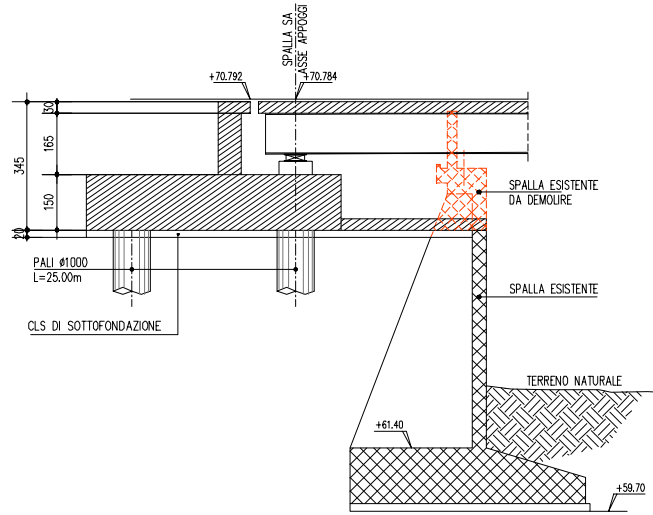


Figura 5.3 Sezione Trasversale Spalla

SPALLA A SEZIONE B-B
MURO DI RISVOLTO CARREGGIATA SUD 1:100

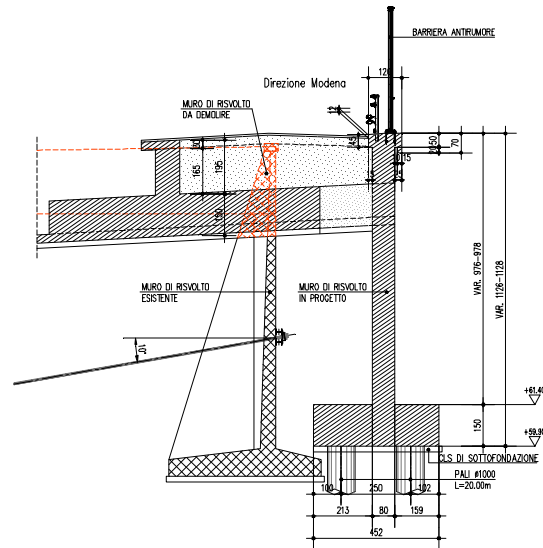


Figura 5.4 Sezione trasversale sul risvolto

6 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.

6.1 SCHEMATIZZAZIONE DELLA STRUTTURA

Per la valutazione delle sollecitazioni sulle strutture facenti parte della spalla si è fatto ricorso ad un modello di calcolo con l'elaboratore, utilizzando il programma di calcolo agli elementi finiti Sap2000 della CSI.

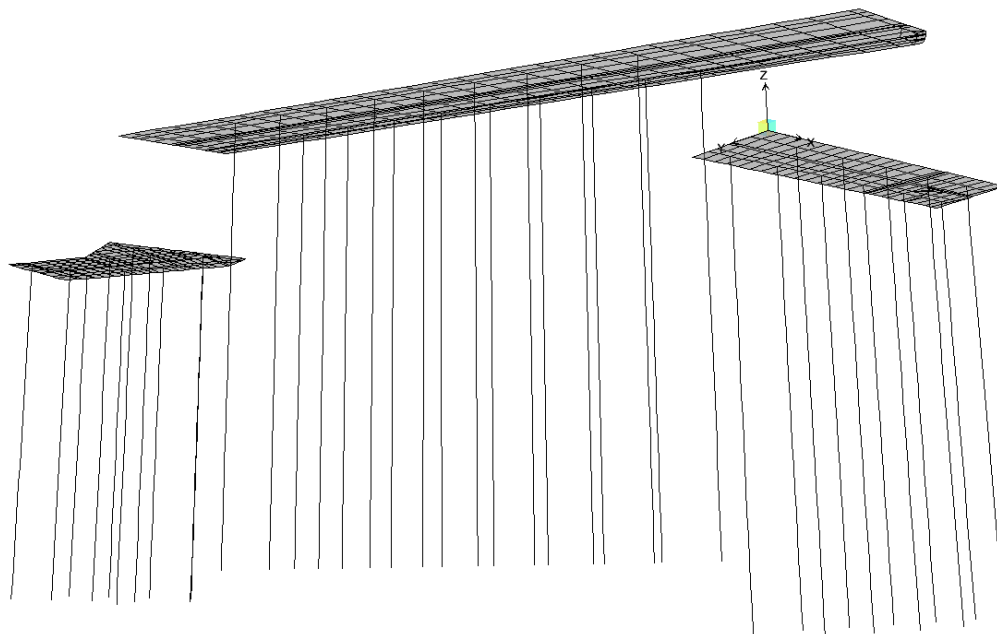
Si sono implementati i singoli elementi strutturali come di seguito descritto.

6.1.1 SPALLA

La spalla è l'elemento principale di verifica: è quindi stata implementata come struttura ogni sua parte.

Pali

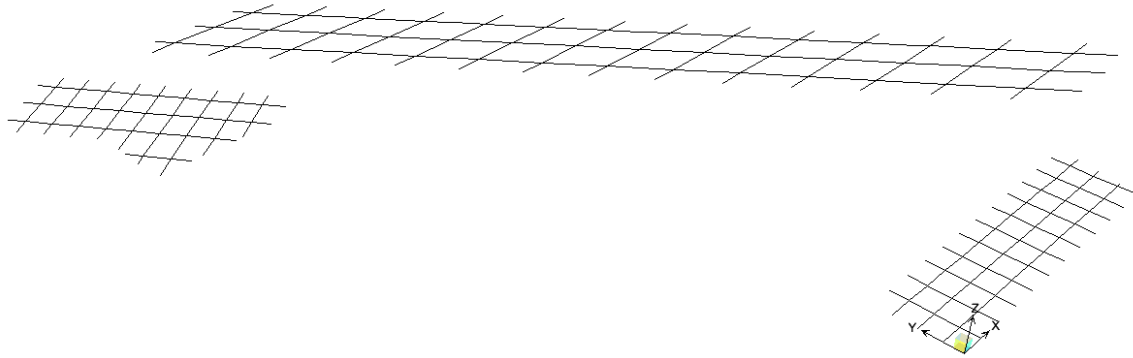
I pali sono schematizzati come elementi frame di rigidezza equivalente al palo in oggetto (modulo elastico relativo al materiale e area relativa all'elemento) immerso in un suolo elastico alla Winkler; la schematizzazione del terreno viene quindi fatta tramite "line spring", molle lineari nelle 2 direzioni principali dell'elemento cui si è stabilito di attribuire un coefficiente $k=3\text{kg/cm}^3$.



Fondazioni

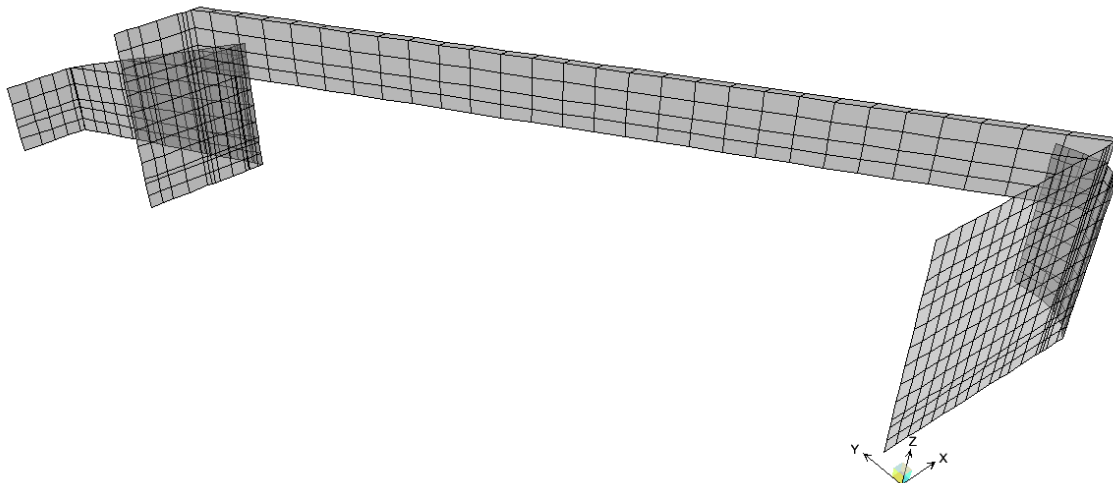
Le tre fondazioni a platea di cui è costituita la spalla (una a quota più elevata è la fondazione del muro paraghiaia, le altre due a quota meno elevata costituiscono la fondazione dei muri di risvolto destro e sinistro), sono state schematizzate come reticolo di frame. La dimensione di tali frame è quella pari all'interasse fra gli stessi elementi del reticolo per la base mentre l'altezza è quella della platea stessa. A tali frame è stata attribuita una rigidezza reale ma un peso nullo. Gli elementi shell sopra a tale reticolo, che

riprendono la forma della platea, sono serviti solo per l'introduzione dei carichi di superficie quindi ad essi sono stati conferiti rigidità nulla ma come peso quello reale della platea.



Elevazione

I muri di risvolto e il muro paraghiaia sono stati schematizzati come elementi shell di spessore e rigidità reali.



Elementi accessori

Gli altri elementi introdotti nel modello relativamente alla spalla sono quelli denominati “rigidi” funzionali ad una corretta schematizzazione della struttura e dotati di peso nullo.

6.1.2 IMPALCATO

Per la struttura della spalla l'impalcato rappresenta un carico che deve essere correttamente trasmesso alla struttura sottostante. Per tale motivo si sono implementati degli elementi fittizi di ausilio denominati: appoggi, traversi (T.C1, T.C2 e T.Cordolo) e barriera.

Per quanto riguarda gli appoggi si tratta di elementi tipo “frame” con sezione fittizia circolare (0,01m di diametro) e costituiti da un materiale fittizio “nullo” caratterizzato da un peso specifico nullo e modulo elastico basso. L'elevata deformabilità dell'elemento appoggio ha consentito il trasferimento del carico da parte dell'impalcato, rispetto alla struttura delle spalle e delle pile, in modo differenziale, tenendo conto anche della deformazione trasversale dell'impalcato stesso determinata dai carichi sull'impalcato.

I traversi sono stati funzionali all'introduzione dei carichi mobili da ponte. Si tratta di elementi tipo “frame” con sezione fittizia circolare (1m di diametro) e materiale “rigido” caratterizzato da un peso specifico nullo e modulo elastico molto elevato. Il peso proprio è stato introdotto direttamente con i carichi

e l'alto modulo associato all'elevata sezione ha consentito un trasferimento totale del carico alla sottostruttura.

La barriera infine ha permesso l'introduzione dell'azione del vento. Anch'essa è stata schematizzata ad elemento "frame", con sezione circolare (diametro 10m) e materiale "rigido". Il peso proprio di tali elementi è stato attribuito come peso proprio direttamente sul traverso e il tipo di materiale e la sezione hanno permesso un completo trasferimento del carico del vento sull'impalcato data la scarsa deformabilità dell'elemento.

TABLE: Material Properties 02 - Basic Mechanical Properties

Material	UnitWeight	UnitMass	E1	G12	U12	A1
Text	KN/m3	KN-s2/m4	KN/m2	KN/m2	Unitless	1/C
4000Psi	23.56312161	2.402769606	24855578.28	10356490.95	0.2	0.0000099
A615Gr60	76.97286394	7.84904738	199947978.8			0.0000117
A992Fy50	76.97286394	7.84904738	199947978.8	76903068.77	0.3	0.0000117
C20/25	25	2.549290481	30200000	12583333.33	0.2	0.000001
C35/45	25	2.549290481	34625000	14427083.33	0.2	0.000001
ElevazionePesoNull0	0	0	33019000	13757916.67	0.2	0.000001
Null0	0	0	10000	4545.454545	0.1	0.000001
PlateaBeam	0	0	33019000	13757916.67	0.2	0.000001
PlateaShell	3750	382.3935721	33019000	13757916.67	0.2	0.000001
Rigido	0	0	10000000000	4166666667	0.2	0.000001
S275	78.5	8.004772109	210000000	80769230.77	0.3	0.0000117
S355	78.5	8.004772109	210000000	80769230.77	0.3	0.0000117
Tirante	0	0	98066.502	44575.68273	0.1	1

TABLE: Area Section Properties

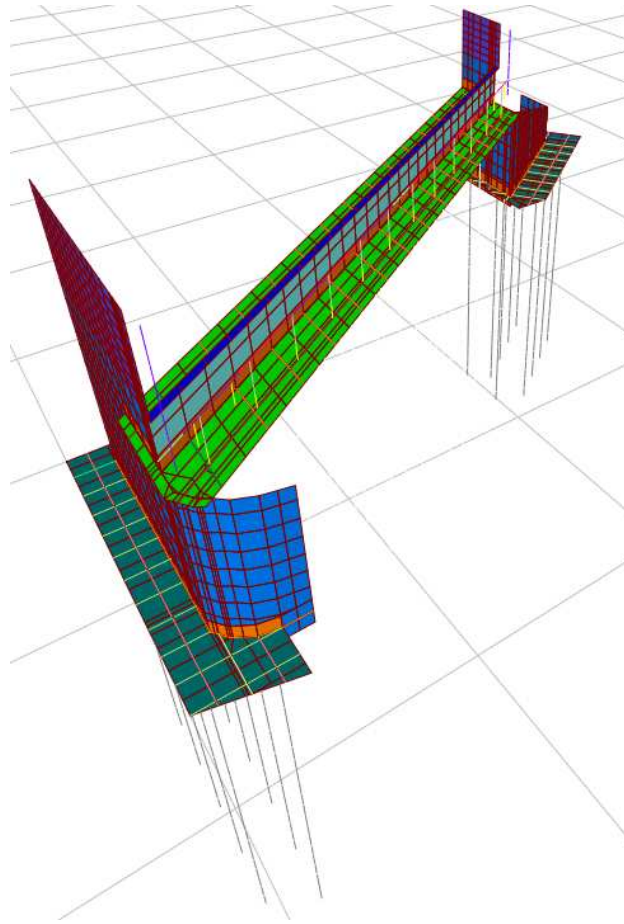
Section	Material	MatAngle	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness	BendThick
Text	Text	Degrees	Text	Text	Yes/No	m	m
Barriere	C35/45	0	Shell	Shell-Thin	Yes	0.01	0.01
Parag.Orizz	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.3	0.3
Paraghiaia	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.5	0.5
ParaghiaiaNull0	ElevazionePesoNull0	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.5	0.5
Parete30	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.3	0.3
Parete30Nulla	ElevazionePesoNull0	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.3	0.3
Parete72.5	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.725	0.725
Parete72.5Nulla	ElevazionePesoNull0	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.725	0.725
Parete80	C35/45	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.8	0.8
Parete80Nulla	ElevazionePesoNull0	0	Shell	Shell-Thick	Yes	0.8	0.8
PlaetaBassa	PlateaShell	0	Shell	Shell-Thin	Yes	0.01	0.01
PlateaAlta	PlateaShell	0	Shell	Shell-Thin	Yes	0.01	0.01

TABLE: Frame Section Properties 01 - General

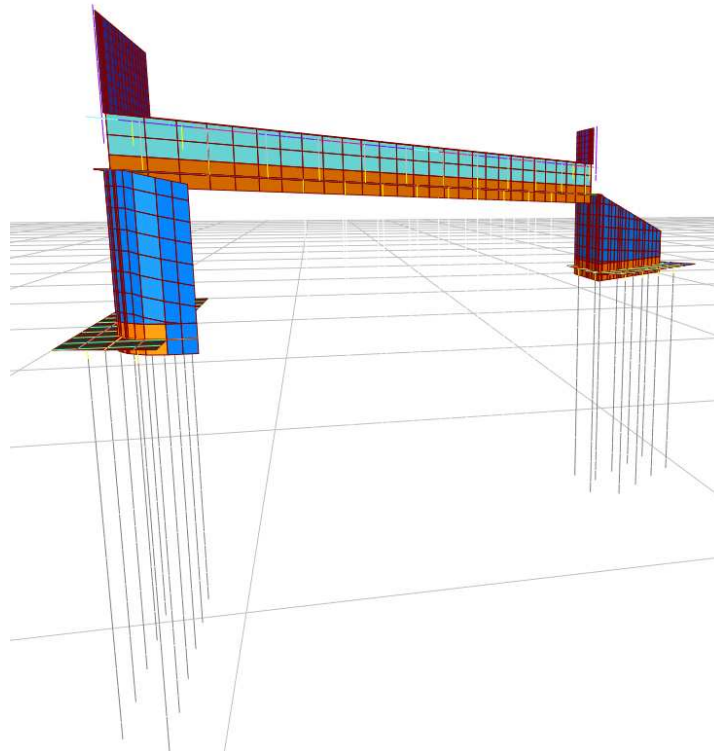
SectionName	Material	Shape	t3	t2	Area
Text	Text	Text	m	m	m2
Appoggio	Nulla	Circle	0.01		7.85E-05
BarrieraAntiRumore	Rigido	Circle	10		78.53981634
Palo1000-L20	C20/25	Circle	1		0.785398163
Palo1000-L25	C20/25	Circle	1		0.785398163
Palo1000-L30	C20/25	Circle	1		0.785398163
Rigido	Rigido	Circle	10		78.53981634
S1.1	PlateaBeam	Rectangular	1.5	2	3
S1.2	PlateaBeam	Rectangular	1.5	0.5	0.75
S1.3	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.5	2.25
S1.4	PlateaBeam	Rectangular	1.5	2.1	3.15
S1.5	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.6	2.4
S1.6	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.75	2.625
S1.7	PlateaBeam	Rectangular	1.5	2.45	3.675
S2.2	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.75	2.625
S2.3	PlateaBeam	Rectangular	1.5	3	4.5
S2.4	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1	1.5
S3.1	PlateaBeam	Rectangular	1.5	2	3
S3.2	PlateaBeam	Rectangular	1.5	3	4.5
S3.3	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.5	2.25
S3.4	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.25	1.875
S3.5	PlateaBeam	Rectangular	1.5	1.6	2.4
SpallaEsistente	Rigido	Circle	1		0.785398163
T.C1	Rigido	Circle	1		0.785398163
T.C2	Rigido	Circle	1		0.785398163
T.Cordolo	Rigido	Circle	1		0.785398163
Tirante	Tirante	General	0.0113	0.0113	0.01
_NULLO	Nulla	General	0.05	0.05	0.01

SCHEMA GENERALE DEL MODELLO

VISTA 3D

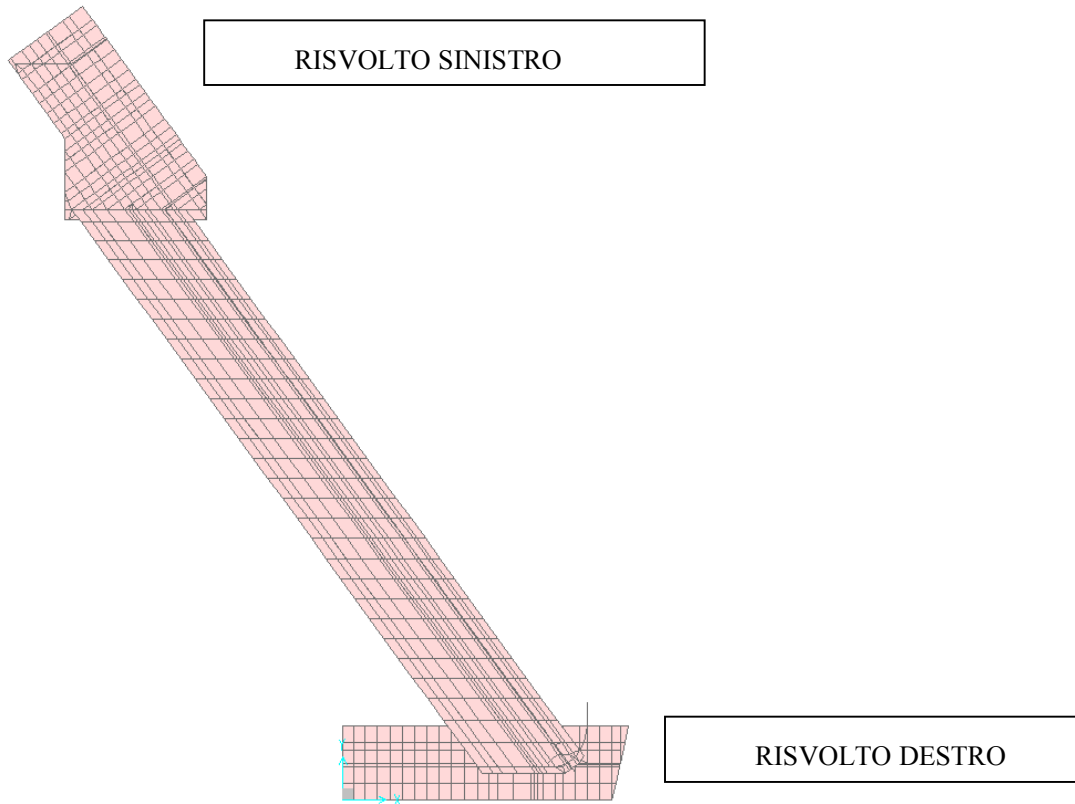


PROSPETTO SPALLA



6.1.3 CONVENZIONI SUI SEGNI

Il sistema di riferimento globale è costituito dagli assi X, Y con l'asse X parallelo all'asse del ponte. In direzione longitudinale X, si considerano positive le azioni che hanno effetto destabilizzante nei confronti della spalla.



6.2 DATI PER ANALISI SISMICA

L'analisi sismica è stata condotta secondo il metodo dell'Analisi Statica Equivalente.

Come si è già ripetuto la struttura della spalla deve conservare sotto l'azione sismica un 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 (azione statica equivalente) 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:

$$\gamma_I \times E + G_k + P_k$$

Le combinazioni delle azioni dovute alle due componenti orizzontali sono ottenute utilizzando come azione di progetto (§ 7.3.5), 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.

6.3 ELENCO DATI

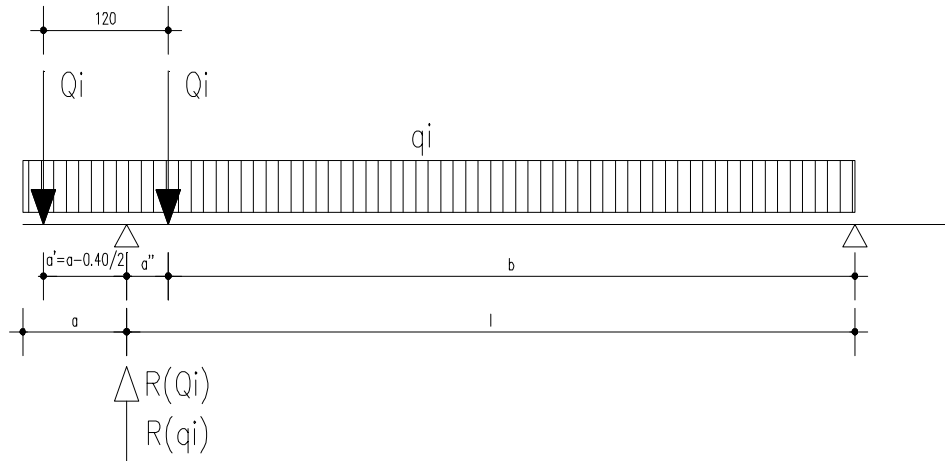
6.3.1 DATI RELATIVI ALLE TRAVI

numero travi		12
lunghezza travi	(m)	57.05
peso singola trave	(kN/m)	7.34
interasse travi	(m)	2.80
altezza trave	(m)	1.10
interasse giunti	(m)	57.80
Interasse appoggi (campata): L	(m)	16.62
Lunghezza di afferenza carichi permanenti Impalcato	(m)	9.28

6.3.2 DATI RELATIVI ALLA SOLETTA, ALLA PAVIMENTAZIONE ED ALLE FINITURE

larghezza soletta (totale da esterno veletta a esterno veletta)	(m)	34.45
spessore soletta	(m)	0.30
larghezza cordolo n.1 sx - esterno -	(m)	0.55
larghezza cordolo n.2 sx - interno -	(m)	0.97
larghezza cordolo n.1 dx - esterno -	(m)	1.20
larghezza cordolo n.2 dx - interno -	(m)	0.97
altezza cordoli	(m)	0.15
peso aggiuntivo (barriere di sicurezza/antirumore, velette, polifore, ..)		
cordolo n.1 sx - esterno	(kN/m)	4.00
cordolo n.2 sx - interno	(kN/m)	2.00
cordolo n.3 dx - esterno	(kN/m)	2.00
cordolo n.4 dx - interno	(kN/m)	4.00

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO		CODIFICA DOCUMENTO A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX		FOGLIO 37 DI 295	
altezza barriere (per calcolo vento)	(m)		3.50		
<i>Coefficienti per trave continua a più campate</i>					
ζ (str)			0.72		
ζ (perm)			0.72		
spessore pavimentazione	(m)		0.07		
peso pavimentazione	(kN/m ²)		3.00		
<i>Coefficienti per trave continua a più campate</i>					
ζ (perm)			0.72		
6.3.3 DATI RELATIVI AI CARICHI MOBILI					
numero colonne di carico			10		
larghezza colonne di carico	(m)		3.00		
Lunghezza colonna Qi per sovraccarico terrapieno	(m)		2.20		
larghezza colonna q _{1F} su cordolo n.1 sx - esterno -	(m)		0.00		
larghezza colonna q _{1F} su cordolo n.2 sx - interno -	(m)		0.00		
larghezza colonna q _{1F} su cordolo n.1 dx - esterno -	(m)		0.00		
larghezza colonna q _{1F} su cordolo n.2 dx - interno -	(m)		0.00		
<i>Dati per reazione appoggio trave semplicemente appoggiata</i>					
Qi (carico concentrato) - valore unitario	(kN)		100.00		
qi (carico distribuito) - valore unitario	(kN/m ²)		1.00		
Retrotrave: a	(m)		0.97		
Interasse appoggi (campata): L	(m)		16.62		
Distanza asse 1° ruota-asse appoggio: a'	(m)		0.77		
<i>Coefficienti per trave continua a più campate</i>					
ζ (Q)			0.99		
ζ (q)			0.92		
ζ (F)			1.00		



6.3.4 DATI RELATIVI ALLE AZIONI SISMICHE

Parametri spettrali (D.M. 14/01/2008 - par. 3.2.3.1)

Comune		Verona
Latitudine		43.3880
Longitudine		10.9083
Vita nominale dell'opera		100
Coefficiente d'uso		2
Periodo di riferimento	(anni)	200
Categoria del suolo - A B C D E -		B
Coefficienti di amplificazione topografica - T1 T2 T3 T4 -		T1
Quota baricentro impalcato rispetto intradosso travi	(m)	1.10

Stato limite ultimo di salvaguardia della vita SLV

	T_R	1898
Accelerazione orizzontale massima sul sito di riferimento rigido	a_g/g	0.251
	F_0	2.407
	T'_c	0.286

coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza	β_m	1.00
coefficiente di amplificazione stratigrafica	S_S	1.16
coefficiente di amplificazione topografica	S_T	1.0
accelerazione orizzontale massima del sito = $S_S * S_T * a_g =$	a_{max}/g	0.291
coefficiente sismico orizzontale = $a_{max}/g * \beta_m =$	k_h	0.291
considerare spinta verticale (si/no)		no
coefficiente sismico verticale = $0.5 k_h =$	k_{v+-} "+-"	0.000

Squilibrio sisma longitudinale (mettere Si/No): **no**

6.3.5 DATI RELATIVI AGLI APPOGGI ED ALLA CURVATURA IMPALCATO

raggio di curvatura impalcato - zero se rettilineo -	(m)	1615.25
altezza appoggio	(m)	0.20
Tipo di appoggio		D
Appoggio fisso solo su spalla = 1		

Appoggio mobile su questa spalla = 0
 Appoggi fissi multipli - coeff. Di afferenza = C
 Appoggi in Neoprene = N
 Dispositivi dissipativi = D

Dati per Frenatura

Lunghezza zona caricata per frenatura L (vedi cap. 5.1.3.5 DM 2008) (m) **57.80**
 Categoria di Ponte (mettere 1 o 2): **1**
 Squilibrio di frenatura (mettere Si/No): **no**

Dati per Attrito sugli appoggi

Coefficiente d'attrito sugli appoggi in % sui carichi permanenti % **0.06**
 Delta T per calcolo appoggi Neoprene/Dissipativi (°) **40**

6.3.6 DATI RELATIVI AI BAGGIOLI

numero baggioli **12**
 altezza baggioli (m) **0.24**
 larghezza baggioli (m) **0.90**
 profondità baggioli (m) **0.90**
 posizione asse baggioli rispetto filo di valle spalla (m) **1.00**

6.3.7 DATI RELATIVI ALLA SPALLA**Paraghiaia**

altezza paraghiaia (m) 2.70
 spessore paraghiaia (m) 0.50
 distanza asse paraghiaia da filo anteriore fusto (m) 0.00
 lunghezza paraghiaia (m) 42.47

Fusto

altezza fusto (m) 0.00
 spessore fusto (m) 0.00
 lunghezza fusto (m) 0.00

Risvolto di sx

altezza risolto sx (m) 7.53
 lunghezza risolto sx (m) 5.83
 spessore risolto sx (m) 0.725
 altezza orecchia sx (m) 0.00
 lunghezza orecchia sx (m) 0.00
 spessore orecchia sx (m) 0.00

Risvolto di dx

altezza risolto dx (m) 8.75
 lunghezza risolto dx (m) 10.35
 spessore risolto dx (m) 0.80
 altezza orecchia sx (m) 0.00
 lunghezza orecchia sx (m) 0.00
 spessore orecchia sx (m) 0.00

6.3.8 DATI RELATIVI ALLA PLATEA DI FONDAZIONE**Fusto**

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO		FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX		40 DI 295
lunghezza platea di fondazione	(m)		41.92	
larghezza platea di fondazione	(m)		5.60	
spessore platea	(m)		1.50	
ciabatta posteriore (per terreno imbarcato)	(m)		2.90	
Risvolto di sx				
lunghezza platea di fondazione	(m)		15.42	
larghezza platea di fondazione	(m)		5.60	
spessore platea	(m)		1.50	
ciabatta posteriore (per terreno imbarcato)	(m)		2.60	
Risvolto di dx				
lunghezza platea di fondazione	(m)		17.34	
larghezza platea di fondazione	(m)		4.30	
spessore platea	(m)		1.50	
ciabatta posteriore (per terreno imbarcato)	(m)		1.91	
6.3.9 DATI RELATIVI AL TERRENO				
peso specifico terreno	γ (kN/m ³)		19.00	
angolo di attrito interno terreno di monte	ϕ (°)		35.00	
angolo di attrito terreno-muro	δ (°)		0.00	
inclinazione muro rispetto alla verticale θ	θ (°)		0.00	
inclinazione terrapieno rispetto all'orizzontale β	β (°)		0.00	
altezza a filo anteriore fondazione del terreno di valle	(m)		0.00	
altezza a filo elevazione del terreno di valle	(m)		0.00	
altezza a filo elevazione del terreno alle testate	(m)		0.00	
altezza a filo posteriore fondazione del terreno alle testate	(m)		0.00	
angolo di attrito interno del terreno a valle	(°)		30.00	
DATI RELATIVI AL SOVRACCARICO				
Altezza spalla per diffusione	(m)		2.70	
Angolo di diffusione	(°)		30	
Carico Qi (su impronta 3.00x2.20m)	kN		1200.0	
			0	
Carico qi (su impronta 3.00x2.20m)	kN		92.40	
Carico Totale	kN		1292.4	
			0	
Larghezza totale colonne+diffusione	(m)		10.56	
Lunghezza totale colonne Qi+diffusione	(m)		3.76	
Carico accidentale sul terrapieno ad impalcato carico	(kN/m ²)		9.00	
Carico accidentale sul terrapieno ad impalcato scarico	(kN/m ²)		32.56	
6.3.10 DATI RELATIVI ALLA PALIFICATA DI FONDAZIONE				
Fusto				
numero pali			18	
diametro pali	(m)		1.00	

lunghezza pali	(m)	25.00
Risvolto di sx		
numero pali		10
diametro pali	(m)	1.00
lunghezza pali	(m)	20.00
Risvolto di dx		
numero pali		11
diametro pali	(m)	1.00
lunghezza pali	(m)	20.00

6.4 CASI DI CARICO E COMBINAZIONI

6.4.1 CARICHI ELEMENTARI

TABLE: Load Pattern Definitions

LoadPat	DesignType	SelfWtMult
Text	Text	Unitless
A1.a) Spalla Peso Proprio	DEAD	1
N2a+sx) Y TERRA V+ M1	QUAKE	0
N2a+dx) Y TERRA V+ M1	QUAKE	0
N2a-sx) Y TERRA V- M1	QUAKE	0
N2a-dx) Y TERRA V- M1	QUAKE	0
N2b+sx) Y TERRA V+ M2	QUAKE	0
N2b+dx) Y TERRA V+ M2	QUAKE	0
N2b-sx) Y TERRA V- M2	QUAKE	0
N2b-dx) Y TERRA V- M2	QUAKE	0
A1.b) Tiranti	DEAD	0
A2.a) Spinta della Terra M1	DEAD	0
A2.b) Spinta della Terra M2	DEAD	0
A2.c) Spinta della TerraSismica M1	DEAD	0
A3.a) Spalla Perm.	DEAD	0
A2.d) Spinta della TerraSismica M2	DEAD	0
B1) Impalcato Peso Proprio	DEAD	0
B2) Impalcato Perm.	DEAD	0
C1a) Acc.1 Imp. Tandem	LIVE	0
C2a) Acc.1 Imp. Distribuito	LIVE	0
C1b) Acc.2 Imp. Tandem	LIVE	0
C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	LIVE	0
C3a1) Folla 1 Marc.Lato Acc.	LIVE	0
C3a2) Folla 1 Marc.Centro	LIVE	0
C3a3) Folla 1 Marc.Lato Opposto	LIVE	0
C3b1) Folla 2 Marc.Lato Acc.	LIVE	0
C3b2) Folla 2 Marc.Centro	LIVE	0
C3b3) Folla 2 Marc.Lato Opposto	LIVE	0
Da) Acc.Ril+Carico M1	LIVE	0
Db) Acc.Ril+Carico M2	LIVE	0
Ea) Acc.Ril+Scarico M1	LIVE	0
Eb) Acc.Ril+Scarico M2	LIVE	0
F1) Frenatura 1	LIVE	0
F2) Frenatura 2	LIVE	0
G1) Azione Centrifuga 1	LIVE	0
G2) Azione Centrifuga 2	LIVE	0
H1) VENTO+y Imp.carico	WIND	0
H2) VENTO-y Imp.carico	WIND	0
I1) VENTO+y Imp.scarico	WIND	0
I2) VENTO-y Imp.scarico	WIND	0
L1) Vento +y Spalla	WIND	0
L2) Vento -y Spalla	WIND	0
L3) Neve	LIVE	0
M1a) SismaX Spalla	QUAKE	0
M1b) SismaX Terra Imbarcata	QUAKE	0
M2a+) X TERRA V+ M1	QUAKE	0
M2a-) X TERRA V- M1	QUAKE	0
M2b+) X TERRA V+ M2	QUAKE	0
M2b-) X TERRA V- M2	QUAKE	0
M3) SISMA X IMP.	QUAKE	0
N1a) SismaY Spalla	QUAKE	0
N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	QUAKE	0
N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	QUAKE	0
N3) SISMA Y IMP.	QUAKE	0
O1) SISMA V SPALLA	QUAKE	0
O2a) V TERRA V+	QUAKE	0
O2b) V TERRA V-	QUAKE	0
O3) SISMA V IMP.	QUAKE	0
P1) Attrito Imp.Struttura	DEAD	0
P2) Attrito Imp.Portati	DEAD	0
e3) dt	LIVE	0
Asx) Eccezionale parallela	LIVE	0
Adx) Eccezionale parallela	LIVE	0
Asx) Eccezionale ortogonale	LIVE	0
Adx) Eccezionale ortogonale	LIVE	0

TABLE: Load Case Definitions

Case	Type
Text	Text
A1) Spalla Peso Proprio+Tiranti	LinStatic
A2a) Spinta della Terra M1	LinStatic
A2b) Spinta della Terra M2	LinStatic
A2c) Spinta della TerraSismica M1	LinStatic
A2d) Spinta della TerraSismica M2	LinStatic
A3) Spalla Perm.	LinStatic
B1) Imp. Peso Proprio	LinStatic
B2) Impalcato Perm.	LinStatic
C1a) Acc.1 Imp.Tandem	LinStatic
C2a) Acc.1 Imp.Distribuito	LinStatic
C1b) Acc.2 Imp.Tandem	LinStatic
C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	LinStatic
C3a) Folla 1	LinStatic
C3b) Folla 2	LinStatic
Da) Acc. Ril+Carico M1	LinStatic
Db) Acc.Ril+Carico M2	LinStatic
Ea) Acc. Ril+Scarico M1	LinStatic
Eb) Acc.Ril+Scarico M2	LinStatic
F1) Frenatura 1	LinStatic
F2) Frenatura 2	LinStatic
G1) Azione Centrifuga 1	LinStatic
G2) Azione Centrifuga 2	LinStatic
H1) Vento+ Ponte Carico	LinStatic
H2) Vento- Ponte Carico	LinStatic
I1) Vento+ Ponte scarico	LinStatic
I2) Vento- Ponte scarico	LinStatic
L1) Vento+ Spalla	LinStatic
L2) Vento- Spalla	LinStatic
L3) Neve	LinStatic
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	LinStatic
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	LinStatic
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	LinStatic
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	LinStatic
M3) SISMA X IMP.	LinStatic
N3) SISMA Y IMP.	LinStatic
Oa) Sisma Verticale V+	LinStatic
Ob) Sisma Verticale V-	LinStatic
O3) SISMA V IMP.	LinStatic
P1) Attrito Imp.Struttura	LinStatic
P2) Attrito Imp.Portati	LinStatic
e3) dt	LinStatic
Na+sx) Y TERRA V+ M1	LinStatic
Na+dx) Y TERRA V+ M1	LinStatic
Na-sx) Y TERRA V- M1	LinStatic
Na-dx) Y TERRA V- M1	LinStatic
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	LinStatic
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	LinStatic
Nb-sx) Y TERRA V- M2	LinStatic
Nb-dx) Y TERRA V- M2	LinStatic
Asx) Eccezionale parallela	LinStatic
Adx) Eccezionale parallela	LinStatic
Asx) Eccezionale ortogonale	LinStatic
Adx) Eccezionale ortogonale	LinStatic

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
A1) Spalla Peso Proprio+Tiranti	Load pattern	A1.a) Spalla Peso Proprio	1
A1) Spalla Peso Proprio+Tiranti	Load pattern	A1.b) Tiranti	1
A2a) Spinta della Terra M1	Load pattern	A2.a) Spinta della Terra M1	1
A2b) Spinta della Terra M2	Load pattern	A2.b) Spinta della Terra M2	1
A2c) Spinta della TerraSismica M1	Load pattern	A2.c) Spinta della TerraSismica M1	1
A2d) Spinta della TerraSismica M2	Load pattern	A2.d) Spinta della TerraSismica M2	1
A3) Spalla Perm.	Load pattern	A3.a) Spalla Perm.	1
B1) Imp. Peso Proprio	Load pattern	B1) Impalcato Peso Proprio	1
B2) Impalcato Perm.	Load pattern	B2) Impalcato Perm.	1
C1a) Acc.1 Imp.Tandem	Load pattern	C1a) Acc.1 Imp. Tandem	1
C2a) Acc.1 Imp.Distribuito	Load pattern	C2a) Acc.1 Imp. Distribuito	1
C1b) Acc.2 Imp.Tandem	Load pattern	C1b) Acc.2 Imp. Tandem	1
C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	Load pattern	C2b) Acc.2 Imp. Distribuito	1
C3a) Folla 1	Load pattern	C3a1) Folla 1 Marc.Lato Acc.	1
C3a) Folla 1	Load pattern	C3a2) Folla 1 Marc.Centro	1
C3a) Folla 1	Load pattern	C3a3) Folla 1 Marc.Lato Opposto	1
C3b) Folla 2	Load pattern	C3a2) Folla 1 Marc.Centro	1
C3b) Folla 2	Load pattern	C3b2) Folla 2 Marc.Centro	1
C3b) Folla 2	Load pattern	C3b3) Folla 2 Marc.Lato Opposto	1
Da) Acc. Ril+Carico M1	Load pattern	Da) Acc.Ril+Carico M1	1
Db) Acc.Ril+Carico M2	Load pattern	Db) Acc.Ril+Carico M2	1
Ea) Acc. Ril+Scarico M1	Load pattern	Ea) Acc.Ril+Scarico M1	1
Eb) Acc.Ril+Scarico M2	Load pattern	Eb) Acc.Ril+Scarico M2	1
F1) Frenatura 1	Load pattern	F1) Frenatura 1	1
F2) Frenatura 2	Load pattern	F2) Frenatura 2	1
G1) Azione Centrifuga 1	Load pattern	G1) Azione Centrifuga 1	1
G2) Azione Centrifuga 2	Load pattern	G2) Azione Centrifuga 2	1
H1) Vento+ Ponte Carico	Load pattern	H1) VENTO+y Imp.carico	1
H2) Vento- Ponte Carico	Load pattern	H2) VENTO-y Imp.carico	1
I1) Vento+ Ponte scarico	Load pattern	I1) VENTO+y Imp.scarico	1
I2) Vento- Ponte scarico	Load pattern	I2) VENTO-y Imp.scarico	1
L1) Vento+ Spalla	Load pattern	L1) Vento +y Spalla	1
L2) Vento- Spalla	Load pattern	L2) Vento -y Spalla	1
L3) Neve	Load pattern	L3) Neve	1
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	Load pattern	M2a+) X TERRA V+ M1	1
Ma+) Sisma Longitudinale M1 V+	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	Load pattern	M2a-) X TERRA V- M1	1
Ma-) Sisma Longitudinale M1 V-	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	Load pattern	M2b+) X TERRA V+ M2	1
Mb+) Sisma Longitudinale M2 V+	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	Load pattern	M1a) SismaX Spalla	1
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	Load pattern	M2b-) X TERRA V- M2	1
Mb-) Sisma Longitudinale M2 V-	Load pattern	M1b) SismaX Terra Imbarcata	1
M3) SISMA X IMP.	Load pattern	M3) SISMA X IMP.	1
N3) SISMA Y IMP.	Load pattern	N3) SISMA Y IMP.	1
Oa) Sisma Verticale V+	Load pattern	O1) SISMA V SPALLA	1
Oa) Sisma Verticale V+	Load pattern	O2a) V TERRA V+	1
Ob) Sisma Verticale V-	Load pattern	O1) SISMA V SPALLA	1
Ob) Sisma Verticale V-	Load pattern	O2b) V TERRA V-	1
O3) SISMA V IMP.	Load pattern	O3) SISMA V IMP.	1
P1) Attrito Imp.Struttura	Load pattern	P1) Attrito Imp.Struttura	1
P2) Attrito Imp.Portati	Load pattern	P2) Attrito Imp.Portati	1
e3) dt	Load pattern	e3) dt	1
Na+sx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N2a+sx) Y TERRA V+ M1	1
Na+sx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Na+sx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Na+dx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N2a+dx) Y TERRA V+ M1	1
Na+dx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Na+dx) Y TERRA V+ M1	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1
Na-sx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N2a-sx) Y TERRA V- M1	1
Na-sx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Na-sx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Na-dx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N2a-dx) Y TERRA V- M1	1
Na-dx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Na-dx) Y TERRA V- M1	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N2b+sx) Y TERRA V+ M2	1
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Nb+sx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N2b+dx) Y TERRA V+ M2	1
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Nb+dx) Y TERRA V+ M2	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb-sx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N2b-sx) Y TERRA V- M2	1
Nb-sx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	1
Nb-sx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1bsx) SismaY Terra Imbarcata	1
Nb-dx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N2b-dx) Y TERRA V- M2	1
Nb-dx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1a) SismaY Spalla	-1
Nb-dx) Y TERRA V- M2	Load pattern	N1bdx) SismaY Terra Imbarcata	1

1B) Carichi elementari combinazione A2-M1 (terreno non defattorizzato e spinta a riposo)

γG1*G1 + γG2*G2 + γP*P + γQ1*Qk1 + γQ2*ψ2*Qk2 + γQ3*ψ3*Qk3 +

Table with columns for various load components (A1-A7, B1-B7, C1-C9, D1-D3, E1-E3, F1, G1, H1-H4, I1, J1, K1, L1, M1-M3, N1-N3, O1-O3, P1, P2) and rows for different load groups (VENTO, Gruppo 1a, Gruppo 2a, Gruppo 2b) under the heading 'CARGHI DA TRAFFICO'.

5A) Carichi elementari combinazione sismica (terreno non defattorizzato e spinta attiva) (A1M1)

E + G1 + G2 + P + ψ21Qk1 + ψ22*Qk2 + ψ23*Qk3 +

5B) Carichi elementari combinazione sismica (terreno non defattorizzato e spinta attiva) (A2M1)

E + G1 + G2 + P + ψ21Qk1 + ψ22*Qk2 + ψ23*Qk3 +

Table with 13 columns for load components (A1, A2, B1, B2, C1-C3, D1-D4, E1-E2, G1, H1-H4, L1-L2, M1-M3, N1-N3, O1-O3, P1-P3) and 38 rows for different load cases (S1-S8, S9-S16, S17-S24, S25-S32, S33-S40). Includes a 'NOTE' section at the bottom.

Vertical text on the far left margin.

Vertical text on the far right margin.

6.5 AZIONI

6.5.1 AZIONI TRASMESSE DALL'IMPALCATO

6.5.1.1 CARICHI PERMANENTI

(g2) CARICHI PERMANENTI	(g2)	totale	sull'appoggio	sul traverso di testata	
travi		kN 3619.21	kN 588.72	kN/m 17.09	
soletta		kN 10752.53	kN 1726.36	kN/m 50.11	
Struttura Impalcato (P.str.imp)	(g2.1)			B1) kN/m 67.20	Strut.Imp
cordolo esterno sx	(g2.2)	kN 85.83	kN 13.78	B2) kN/m 25.06	Perm.Imp.
cordolo interno sx	(g2.2)	kN 151.38	kN 24.30	B2) kN/m 44.19	Perm.Imp.
cordolo esterno dx	(g2.2)	kN 187.27	kN 30.07	B2) kN/m 54.67	Perm.Imp.
cordolo interno dx	(g2.2)	kN 151.38	kN 24.30	B2) kN/m 44.19	Perm.Imp.
pavimentazione	(g2.2)	kN 3840.32	kN 616.58	B2) kN/m 17.90	Perm.Imp.
pesi aggiunti cordolo esterno sx	(g2.2)	kN 166.46	kN 26.73	B2) kN 26.73	Perm.Imp.
pesi aggiunti cordolo interno sx	(g2.2)	kN 83.23	kN 13.36	B2) kN 13.36	Perm.Imp.
pesi aggiunti cordolo esterno dx	(g2.2)	kN 83.23	kN 13.36	B2) kN 13.36	Perm.Imp.
pesi aggiunti cordolo interno dx	(g2.2)	kN 166.46	kN 26.73	B2) kN 26.73	Perm.Imp.

6.5.1.2 CARICHI ACCIDENTALI

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo più esterno: si considerano quindi due condizioni di carico limite:

Cordolo esterno lato risolto di sinistra

Cordolo esterno lato risolto di destra

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

(q1) CARICHI ACCIDENTALI	(q1)		sul traverso di testata			
Reazioni dovute ad ogni singola colonna			Qik (q1.1)		qik (q1.2)	
1° Colonna Q1k (4*150.00 kN), q1k (9.00 kN/m2)	(Qk*zQ, qk*zq)	kN	300.04	C1)	kN/m 77.07	C2)
2° Colonna Q2k (4*100.00 kN), q2k (2.50 kN/m2)	(Qk*zQ, qk*zq)	kN	200.03	C1)	kN/m 21.41	C2)
3° Colonna Q3k (4*50.00 kN), q3k (2.50 kN/m2)	(Qk*zQ, qk*zq)	kN	100.01	C1)	kN/m 21.41	C2)
4° Colonna q4k (2.50 kN/m2)	(qk*zq)	kN	-		kN/m 21.41	C2)
5° Colonna q5k (2.50 kN/m2)	(qk*zq)	kN	-		kN/m 21.41	C2)
6° Colonna q6k (2.50 kN/m2)	(qk*zq)	kN	-		kN/m 21.41	C2)
7° Colonna q7k (2.50 kN/m2)	(qk*zq)	kN	-		kN/m 21.41	C2)
8° Colonna q8k (2.50 kN/m2)	(qk*zq)	kN	-		kN/m 21.41	C2)
9° Colonna q9k (2.50 kN/m2)	(qk*zq)	kN	-		kN/m 21.41	C2)
10° Colonna q10k (2.50 kN/m2)	(qk*zq)	kN	-		kN/m 21.41	C2)
Totale Accidentali		Racc	600.08		269.75	

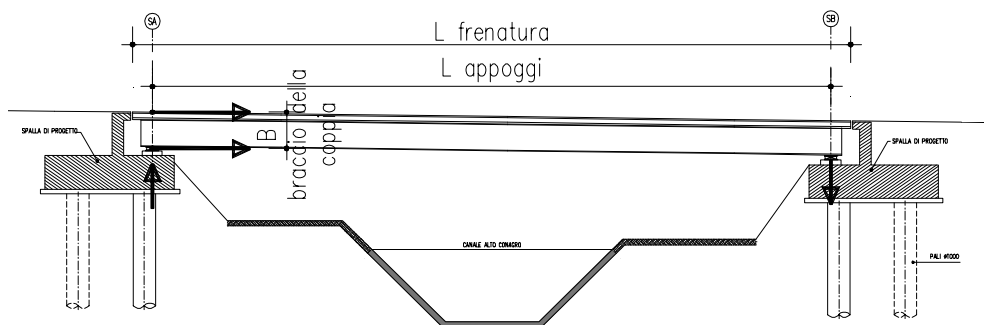
6.5.1.3 AZIONE DI FRENAMENTO

L'azione di frenatura si distribuisce sulle pile e sulle spalle in maniera direttamente proporzionale alle rigidità degli appoggi che le collegano all'impalcato.

La forza totale di frenatura sull'impalcato di una via di corsa è pari a:

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO	CODIFICA DOCUMENTO A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX	FOGLIO 49 DI 295
$F_{fren} = 0.6*(2Q_{1K})+0.10q_{1K}*w_1*L =$	515.25	kN
Le rigidezze degli appoggi sono pari a:		
$K_{i,S} =$	2.41	kN/mm Rigidezza Spalla App.
$K_{i,P} =$	1.65	kN/mm Rigidezza Pila App.
$K_{TOT} =$	48.72	kN/mm Rigidezza Totale
Lo spostamento e lo scorrimento angolare dovuto alla frenatura sarà pari a		
$\Delta L_{fren} = F_{fren} / K_{TOT} =$	10.58	mm
$\gamma_{fren,S} = \Delta L_{fren} / t_{e,S} =$	0.19	
$\gamma_{fren,P} = \Delta L_{fren} / t_{e,P} =$	0.18	
$G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1)$ Spalla =	1.73	
$G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1)$ Pila =	1.81	
$G_S = G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1) * G =$	2.42	N/mm ²
$G_P = G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1) * G =$	2.53	N/mm ²
Le rigidezze calcolate iterativamente in funzione dello scorrimento sono pari a:		
$K_{i,S} =$	8.92	kN/mm Rigidezza Spalla App.
$K_{i,P} =$	6.16	kN/mm Rigidezza Pila App.
$K_{TOT} =$	180.90	kN/mm Rigidezza Totale
Ne consegue che le forze sui singoli appoggi delle spalle e delle pile dovute ad una sola via di corsa sono pari a:		
$F_{i,S} = F * K_{i,S} / (K_{i,S} + K_{i,P}) : n_{app,S} =$	25.39	kN
$F_{i,P} = F * K_{i,P} / (K_{i,S} + K_{i,P}) : n_{app,P} =$	17.54	kN
Lo spostamento e lo scorrimento angolare dovuto alla frenatura sarà pari a		
$\Delta L_{fren} = F_{fren} / K_{TOT} =$	2.85	mm
$\gamma_{fren,S} = \Delta L_{fren} / t_{e,S} =$	0.05	
$\gamma_{fren,P} = \Delta L_{fren} / t_{e,P} =$	0.05	
$G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1)$ Spalla =	2.64	
$G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1)$ Pila =	2.67	
$G_S = G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1) * G =$	3.70	N/mm ²
$G_P = G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1) * G =$	3.73	N/mm ²
L'impalcato trasmette questa azione alla spalla tramite gli appoggi. Tale azione genera uno squilibrio verticale schematizzato nel disegno seguente:		

Frenatura orizzontale: da DM2008
Squilibrio verticale: $F_v = F_{tot} * B / L_{appoggi}$



6.5.1.4 AZIONE DEL VENTO

Come prescritto nel § 5.1.3.7 (Azioni di Neve, Vento: q_5) del D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), per le azioni da neve e vento vale quanto specificato al Cap. 3.

L'azione del vento può essere convenzionalmente assimilata ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte e/o diretto nelle direzioni più sfavorevoli per alcuni dei suoi elementi (ad es. le pile). Tale azione si considera agente sulla proiezione nel piano verticale delle superfici direttamente investite. L'azione del vento può essere valutata come azione dinamica mediante una analisi dell'interazione vento-struttura.

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

Il carico neve si considera non concomitante con i carichi da traffico, salvo che per ponti coperti

La pressione del vento è data dall'espressione:

$$p = q_b C_e C_p C_d \quad (3.3.2)$$

dove

q_b è la pressione cinetica di riferimento di cui al § 3.3.6;

C_e è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.3.7;

C_p è il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento;

C_d è il coefficiente dinamico con cui si tiene conto degli effetti riduttivi associati alla non contemporaneità delle massime pressioni locali e degli effetti amplificativi dovuti alle vibrazioni strutturali. Indicazioni per la sua valutazione sono riportate al § 3.3.8.

Si è fatta una prima analisi confrontando la pressione cinetica determinata con i criteri del DM del 14/01/2008, considerando un coefficiente di forma relativo alle travi ad anima piena e reticolari multiple (§ 3.3.10.4.2), con i criteri suggeriti dalle "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni" emanate dal CNR del 17 gennaio 2008. Da tale confronto sono risultate pressioni del vento inferiori a quelle indicate nel DM 4 maggio 1990 (aggiornamento delle norme tecniche per la

progettazione, la esecuzione e il collaudo dei ponti stradali), pertanto, a favore di sicurezza, si assume un carico pari a 2.50 kN/m^2 .

Le azioni del vento trasversali al ponte, dovute alle barriere sull'impalcato e trasmesse alla spalla, vengono calcolate in funzione del tipo di appoggi:

Forza vento complessiva

$$F_{\text{ven}} = V * L_c = \quad \mathbf{632.5} \quad \text{kN}$$

Le rigidezze degli appoggi sono pari a:

$K_{i,S} =$	2.41	kN/mm	Rigidezza App. Spalla
$K_{i,P} =$	1.65	kN/mm	Rigidezza App. Pila
$K_{TOT} =$	48.72	kN/mm	Rigidezza Totale

Lo spostamento e lo scorrimento angolare dovuto al vento sarà pari a

$$\Delta L_{\text{ven}} = F_{\text{ven}} / K_{TOT} = \quad \mathbf{12.98} \quad \text{mm}$$

$$\gamma_{\text{ven,S}} = \Delta L_{\text{ven}} / t_{e,S} = \quad \mathbf{0.23}$$

$$\gamma_{\text{ven,P}} = \Delta L_{\text{ven}} / t_{e,P} = \quad \mathbf{0.22}$$

$$G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) \text{ Spalla} = \quad \mathbf{1.55}$$

$$G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) \text{ Pila} = \quad \mathbf{1.57}$$

$$G_S = G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) * G = \quad \mathbf{2.17} \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_P = G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) * G = \quad \mathbf{2.20} \quad \text{N/mm}^2$$

Le rigidezze calcolate iterativamente in funzione dello scorrimento sono pari a:

$K_{i,S} =$	8.59	kN/mm	Rigidezza App. Spalla
$K_{i,P} =$	5.95	kN/mm	Rigidezza App. Pila
$K_{TOT} =$	174.43	kN/mm	Rigidezza Totale

Ne consegue che le forze sui singoli appoggi delle spalle e delle pile dovute ad una sola via di corsa sono pari a:

$$F_{i,S} = F * K_{i,S} / (K_{i,S} + K_{i,P}) : n_{\text{app,S}} = \quad \mathbf{31.14} \quad \text{kN}$$

$$F_{i,P} = F * K_{i,P} / (K_{i,S} + K_{i,P}) : n_{\text{app,P}} = \quad \mathbf{21.57} \quad \text{kN}$$

Lo spostamento e lo scorrimento angolare dovuto alla frenatura sarà pari a

$$\Delta L_{\text{ven}} = F_{\text{ven}} / K_{TOT} = \quad \mathbf{3.63} \quad \text{mm}$$

$$\gamma_{\text{ven,S}} = \Delta L_{\text{ven}} / t_{e,S} = \quad \mathbf{0.06}$$

$$\gamma_{\text{ven,P}} = \Delta L_{\text{ven}} / t_{e,P} = \quad \mathbf{0.06}$$

$$G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) \text{ Spalla} = \quad \mathbf{2.54}$$

$$G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) \text{ Pila} = \quad \mathbf{2.58}$$

$$G_S = G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) * G = \quad \mathbf{3.56} \quad \text{N/mm}^2$$

$$G_P = G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) * G = \quad \mathbf{3.61} \quad \text{N/mm}^2$$

6.5.1.5 AZIONE SISMICA

Le azioni che l'impalcato trasferisce alla spalla dipendono dalle caratteristiche dei dispositivi stessi ed in particolare dal valore della loro rigidezza orizzontale.

Modulo di Taglio G	1.4	N/mm ²
Smorzamento ξ	16	%
$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} =$	0.690	
$A_{app,S} =$	96211	mm ²
$A_{app,P} =$	70686	mm ²
Periodo T		
$T = 2 * \pi * (M/\Sigma K)^{1/2}$	1.093	s

Spettro di risposta Elastico SLV

$S_e(SLV) =$	0.179	g	(da spettro specifico di zona)
--------------	--------------	---	--------------------------------

Le rigidezze vengono calcolate in modo iterativo: $K_i = G_{din}(g)/G_{din}(g=1)$
* K_0

Rigidezza App. Spalla	$K_{i,S} =$	2.48	kN/mm
Rigidezza App. Pila	$K_{i,P} =$	1.74	kN/mm
Rigidezza Totale	$K_{TOT} =$	50.64	kN/mm

La forza sismica complessiva è quindi pari a

$F_{sis} = M * S_e =$ **2643.67** kN

Forza sismica sul singolo appoggio Spalla

$F_{sis,i,S} = F_{sis} * (K_{i,S} / (K_{i,S} + K_{i,P})) : n_{app,S}$
= **129.42** kN

Forza sismica sul singolo appoggio Pila

$F_{sis,i,P} = F_{sis} * (K_{i,P} / (K_{i,S} + K_{i,P})) : n_{app,P}$
= **90.88** kN

Lo spostamento e lo scorrimento angolare dovuto a questa forza sarà pari a

$\Delta L_{sis} = F_{sis} / K_{TOT} =$	52.20	mm
$\gamma_{sis,S} = \Delta L_{sis} / t_{e,S} =$	0.93	
$\gamma_{sis,P} = \Delta L_{sis} / t_{e,P} =$	0.87	

$G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1)$ Spalla =	1.03	
$G_{din}(\gamma)/G_{din}(\gamma=1)$ Pila =	1.06	
$\xi(\gamma)/\xi(\gamma=1)$ Spalla =	1.02	≈ 1 OK
$\xi(\gamma)/\xi(\gamma=1)$ Pila =	1.04	≈ 1 OK

6.5.1.6 AZIONE TERMICA

Le azioni termiche longitudinali al ponte, dovute alle dilatazioni dell'impalcato e trasmesse alla spalla vengono calcolate in funzione del tipo di appoggi:

Si sono considerati i seguenti dati:

T =	20	°C	Temperatura media
-----	-----------	----	-------------------

$\Delta T =$	30	$^{\circ}\text{C}$	Variazione termica;
$T_1 = T + \Delta T =$	50	$^{\circ}\text{C}$	Temperatura limite appoggio
$c =$	0.959		Incremento rigidezze per temperatura
$\alpha =$	1.20E-05	$^{\circ}\text{C}^{-1}$	Coefficiente di dilatazione termica;
$L_s =$	27.75	m	Luce di influenza spalla;
$L_p =$	11.15	m	Luce di influenza pila;

Si calcolano quindi le variazioni di lunghezza dell'impalcato sulla spalla e sulla pila:

$\Delta L_{\text{Spalla}} =$	9.99	mm	
$\Delta L_{\text{Pila}} =$	4.01	mm	

Noti gli spostamenti in sommità degli appoggi si possono calcolare gli scorrimenti:

$\gamma_{\text{Spalla}} = \Delta L_{\text{Spalla}} / t_{e,S} =$	0.178		
$\gamma_{\text{Pila}} = \Delta L_{\text{Pila}} / t_{e,P} =$	0.067		
$G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1)$ Spalla =	1.79		
$G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1)$ Pila =	2.53		
$G_S = G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) * G =$	2.51	N/mm^2	
$G_P = G_{\text{din}}(\gamma)/G_{\text{din}}(\gamma=1) * G =$	3.54	N/mm^2	

Da cui si ricava la tensione tangenziale:

$\tau_{\text{Spalla}} = c * G_S * \gamma_{\text{Spalla}} =$	0.430	N/mm^2	
$\tau_{\text{Pila}} = c * G_P * \gamma_{\text{Pila}} =$	0.227	N/mm^2	

E la forza orizzontale applicata ad ogni singolo appoggio:

$H_{\text{Spalla}} = \tau_{\text{Spalla}} * A_{\text{app,S}} =$	41.34	kN	
$H_{\text{Pila}} = \tau_{\text{Pila}} * A_{\text{app,P}} =$	16.07	kN	

6.5.2 AZIONI RELATIVE ALLA SPALLA

6.5.2.1 Peso proprio

Avendo effettuato l'implementazione con un modello di calcolo che schematizza gli elementi strutturali sia in termini di geometria, sia in termini di rigidezza, il peso proprio degli elementi costituenti la spalla è applicato in automatico dal programma di calcolo, assumendo come peso specifico dell'elemento calcestruzzo il valore:

$$\gamma_{\text{cls}} = 25.0 \text{ kN/m}^3$$

6.5.2.2 Spinta delle terre

6.5.2.2.1 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 parametri geotecnici indicati nella tabella riportata di seguito.

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

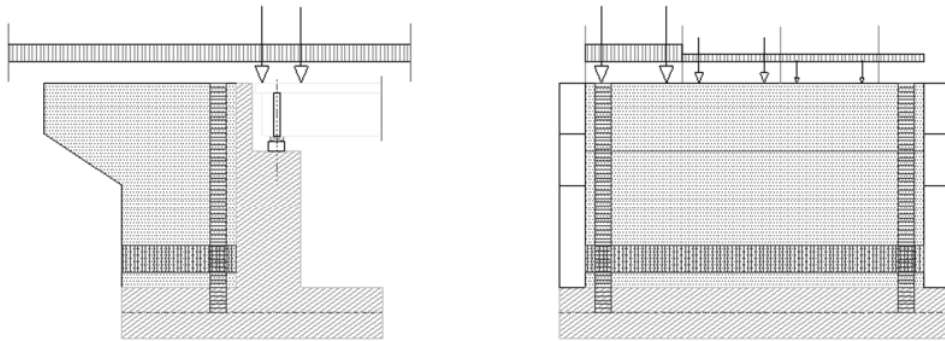
COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO		FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX		54 DI 295
	Spinta del terreno a monte			
	peso di volume	γ	kN/m ³	19.00
	angolo di attrito M1	ϕ_{M1}	°	35.00
<i>COMBINAZIONE M1</i>				
	Coefficiente di spinta a riposo	$k_r = 1 - \text{sen } \phi =$		0.426
<i>SPALLA</i>				
A2.a)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m	3.45
	pressione massima alla base	$p_1 =$	kN/m ²	27.95
	spinta massima	$S_1 =$	kN/m	-48.22
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	1.150
<i>RISVOLTO SX</i>				
A2.a)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m	8.28
	pressione massima alla base	$p_1 =$	kN/m ²	67.08
	spinta massima	$S_1 =$	kN/m	-277.73
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	2.760
<i>RISVOLTO DX</i>				
A2.a)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m	9.50
	pressione massima alla base	$p_1 =$	kN/m ²	76.97
	spinta massima	$S_1 =$	kN/m	-365.60
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	3.167
6.5.2.2.2 SPINTA RELATIVA DEL SOVRACCARICO SUL TERRAPIENO				
<p>Secondo quanto indicato nella Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 (Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008) § C5.1.3.3.7.1 (Carichi verticali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte), ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m. In un rilevato correttamente consolidato, si può assumere una diffusione del carico con angolo di 30°. Ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e dei muri laterali, i carichi orizzontali da traffico sui rilevati o sui terrapieni possono essere considerati assenti.</p> <p>Si è quindi assunto un carico uniforme medio individuato come somma dei carichi dello schema 1, diffusi con un angolo di 30° fino a metà altezza del fusto spalla, pensati applicati in sommità spalla</p>				
<i>Si considerano due condizioni di carico sul terrapieno</i>				
	sovraccarico concomitante con impalcato carico		kN/m ²	9.00
	sovraccarico concomitante con impalcato scarico		kN/m ²	32.56
<i>COMBINAZIONE M1</i>				
D.a)	pressione concomitante con impalcato carico	$p_{2a} =$	kN/m ²	3.84
E.a)	pressione concomitante con impalcato scarico	$p_{2b} =$	kN/m ²	13.89
	Spinta concomitante con impalcato carico	$S_{2a} =$	kN	-456.13
	Spinta concomitante con impalcato scarico	$S_{2b} =$	kN	-1650.35
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_1 =$	m	1.73

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

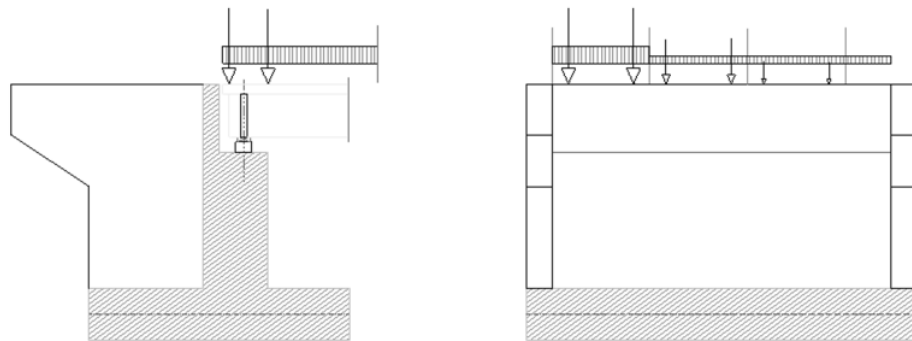
Si sono considerate le seguenti 4 combinazioni relative il sovraccarico (vedasi anche schema grafico):

- a Carichi rilevato ed impalcato contemporaneamente (strutt.+pavim.)
- b Carichi solo impalcato
- c Carichi solo rilevato + Permanenti portati (Impalcato:
struttura+pavimentazione)
- d Assenza di impalcato

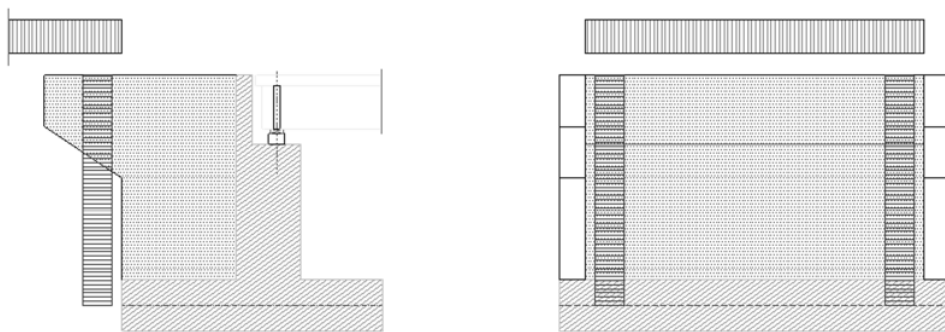
a) Carichi rilevato ed impalcato contemporaneamente (strutt.+pavim.)



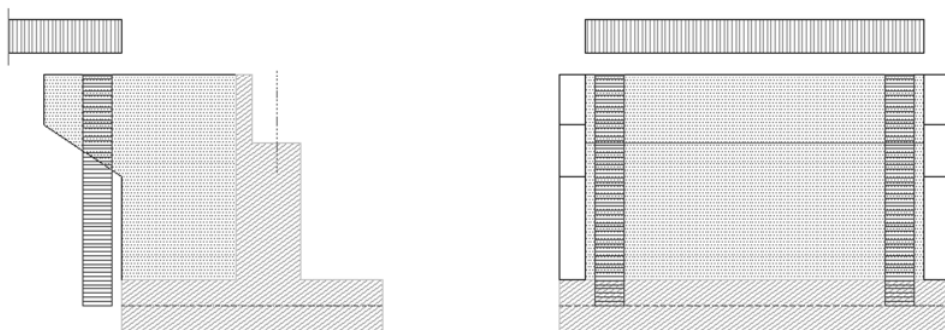
b) Carichi solo impalcato



c) Carichi solo rilevato + Permanenti portati (Impalcato: struttura+pavimentazione)



d) Assenza di impalcato



6.5.2.2.3 SPINTA RELATIVA AL TERRENO DI VALLE

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

6.5.2.2.4 CARICO SULLA PLATEA FONDAZIONE

	<i>SPALLA</i>				
	altezza totale della spalla	$H_{tot} =$	m	2.70	
A2.a-A2.b)	pressione sulla fondazione - Terra	$p_t =$	kN/m ²	51.30	
D.a-D.b)	pressione sulla fondazione - Sovraccarico (a)	$p_Q =$	kN/m ²	9.00	
	<i>RISVOLTO SX</i>				
	altezza totale della spalla	$H_{tot} =$	m	7.53	
A2.a-A2.b)	pressione sulla fondazione - Terra	$p_t =$	kN/m ²	143.07	
D.a-D.b)	pressione sulla fondazione - Sovraccarico (a)	$p_Q =$	kN/m ²	9.00	
	<i>RISVOLTO DX</i>				
	altezza totale della spalla	$H_{tot} =$	m	8.75	
A2.a-A2.b)	pressione sulla fondazione - Terra	$p_t =$	kN/m ²	166.25	
D.a-D.b)	pressione sulla fondazione - Sovraccarico (a)	$p_Q =$	kN/m ²	9.00	

6.5.2.3 Azione del vento

L'azione del vento sulla spalla da inserire nel modello si ottiene dalla formula seguente

$$q_v = L \cdot p_v \cdot \xi_{str}$$

Dove:

Lunghezza spalla investita dal vento (m)	L	7.70
Pressione del vento (kN/m ²)	$p_v =$	250
Coefficiente di afferenza azioni spalla	$\xi_{str} =$	0.72
Azione del vento sulla spalla (kN/m)	$q_v =$	13.86

6.5.2.4 Azione sismica

6.5.2.4.1 AZIONI INERZIALI

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

- Paraghiaia
- Fusto
- Muri di risvolto
- Orecchie
- Fondazione

M-N 1)	coefficiente sismico orizzontale = $a_{max}/g * \beta_m =$	$k_h =$	0.291
O1)	coefficiente sismico verticale = $0.5 k_h =$	$k_{v+} =$	"+-" 0.000
	Inerzia terreno imbarcato		
	<i>SPALLA (fusto)</i>		
M1b	Pressione applicata sul fusto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ² 16.02
	Momento in asse platea	$M_{ITi} =$	kNm/m 90.83
	<i>SPALLA (risvolto sx)</i>		
M1b	Pressione applicata sul fusto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ² 14.38
	Momento in asse platea	$M_{ITi} =$	kNm/m 488.89

<i>SPALLA (risolto dx - magrone)</i>			
M1b	Pressione applicata sul fusto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ² 90.80
	Momento in asse platea	$M_{ITi} =$	kNm/m 4071.81
<i>RISVOLTO SX (ala muro 30cm)</i>			
N1bsx	Pressione applicata sul risvolto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ² 15.00
	Momento in asse platea	$M_{ITi} =$	kNm/m 509.97
<i>RISVOLTO DX (magrone)</i>			
N1bdx	Pressione applicata sul risvolto	$S_{IT} = \gamma * B_{post} * k_h =$	kN/m ² 24.80
	Momento in asse platea	$M_{ITi} =$	kNm/m 1112.13

6.5.2.4.2 SPINTA TERRE

Le spinte delle terre sono calcolate in regime di spinta attiva; per il calcolo delle spinte sismiche in tali condizioni così come riportato nel § 7.11.6.2.1 del D.M., la spinta totale di progetto E_d può essere calcolato come:

$$S_t = 1/2 * \gamma * h_{tot}^2 * k$$

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

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

La spinta delle terre vale:

	Incremento di spinta del terreno coefficiente di spinta attiva (M1)	$k_a = \text{tg}^2(45^\circ - \phi/2) =$	0.271
Spinta Terreno Sismico			
<i>SPALLA</i>			
A2.c)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m 3.45
	(M1) pressione sismica massima alla base	$p_{1s} (M1) =$	kN/m ² 17.76
	(M1) spinta totale	$S_{1s} (M1) =$	kN/m 30.64
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_{1s} =$	m 1.150
<i>RISVOLTO SX</i>			
A2.c)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m 8.28
	(M1) pressione sismica massima alla base	$p_{1s} (M1) =$	kN/m ² 42.63
	(M1) spinta totale	$S_{1s} (M1) =$	kN/m 176.50
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_{1s} =$	m 2.760
<i>RISVOLTO DX</i>			
A2.c)	altezza totale della spalla+ 1/2 fondazione	$H_{tot} =$	m 9.50
	(M1) pressione sismica massima alla base	$p_{1s} (M1) =$	kN/m ² 48.91
	(M1) spinta totale	$S_{1s} (M1) =$	kN/m 232.34
	agente alla quota da intradosso fondazione	$h_{1s} =$	m 3.167

L'incremento sismico delle spinte dovute al terreno risulta:

1) <i>SPALLA</i>			
<i>Approccio 1 - combinazione M1</i>			
		pd	kN/m ² 30.787
		$Ed =$	kN/m 53.107
	altezza muro+ 1/2 fondazione	$H =$	m 3.45
M-N 2A.+)	incremento di spinta sismico	$Dpd = pd - p_{1s} =$	kN/m ² 13.023

2) *RISVOLTO SX*

Approccio 1 - combinazione M1

		pd	kN/m ²	73.888
		Ed =	kN/m	305.895
	altezza risolto sx+ 1/2 fondazione	H =	m	8.28
M-N 2A.+)	incremento di spinta sismico	Dpd = pd - p1s =	kN/m ²	31.256

*3) RISVOLTO DX**Approccio 1 - combinazione M1*

		pd	kN/m ²	84.775
		Ed =	kN/m	402.679
	altezza risolto sx+ 1/2 fondazione	H =	m	9.50
M-N 2A.+)	incremento di spinta sismico	Dpd = pd - p1s =	kN/m ²	35.861

7 SOLLECITAZIONI E 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); risultano i seguenti tipi di verifiche:

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1): $E_d \leq R_d$

Presso-Flessione

Taglio

Verifiche allo Stato Limite Raro: si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ e quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$.

Verifiche allo Stato Limite di Fessurazione (condizioni di esercizio, combinazione “frequente” e “quasi permanente”).

Verifiche alle azioni Sismiche (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1): si verifica che le massime tensioni presenti nel calcestruzzo siano inferiori a $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ e quelle dell'acciaio $\sigma_s < 0.80 f_{yk}$

Presso-Flessione

Taglio

7.1 PARAGHIAIA

Il calcolo delle sollecitazioni viene istituito con riferimento alla condizione di massimo sovraccarico sul rilevato che secondo quanto prescritto nelle "Istruzioni al DM 2008

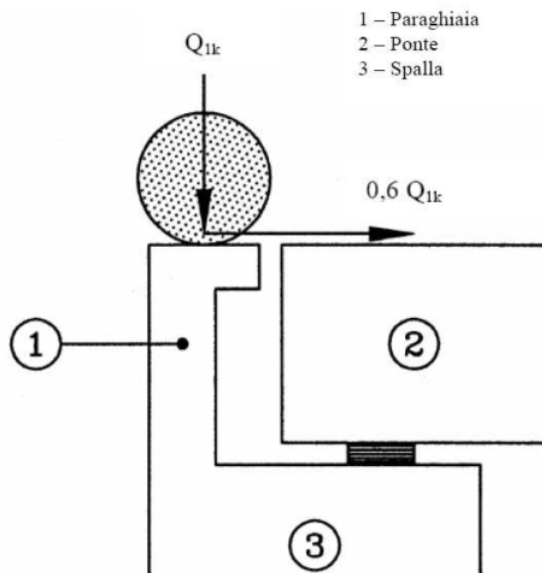
§ C5.1.3.3.7.1 Carichi verticali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte

"Ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m. In un rilevato correttamente consolidato, si può assumere una diffusione del carico con angolo di 30°".

§ C5.1.3.3.7.2 Carichi orizzontali da traffico su rilevati e su terrapieni adiacenti al ponte

"Ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e dei muri laterali, i carichi orizzontali da traffico sui rilevati o sui terrapieni possono essere considerati assenti.

Per il calcolo dei muri paraghiaia si deve, invece, considerare un'azione orizzontale longitudinale di frenamento, applicata alla testa del muro paraghiaia (vedi Figura), di valore caratteristico pari al 60% del carico asse Q_{1k} . Pertanto, in ponti di 1ª categoria si considererà un carico orizzontale di 180 kN, concomitante con un carico verticale di 300 kN, mentre in ponti di 2ª categoria si considererà un carico orizzontale di 144 kN, concomitante con un carico verticale di 240 kN".



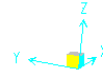
Carichi da traffico su muri paraghiaia

Si considera che agisca direttamente sul paraghiaia l'azione frenante di uno dei due carichi da 30 t costituenti il Q_{1k} , ripartita su una larghezza pari all'ingombro delle ruote del Q_{1k} aumentata della quantità derivante da una ripartizione a 45° sull'altezza del paraghiaia.

Si esamina la sezione d'incastro nella fondazione ed inoltre la sezione di incastro col risvolto, essendo questa in regime di tensoflessione.

7.1.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PARAGHIAIA

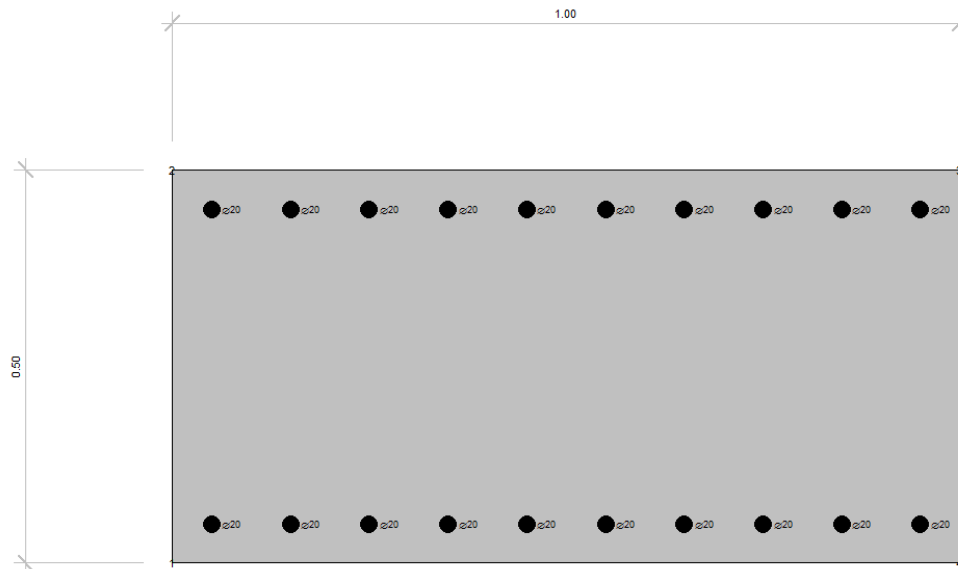
2036	2040	2042	2050	2048	2044	2046	2052	2054	2056	2058	2060	2062	2064	2066	2068	2070	2072	2078	2076	2074	2080	2082	2084	2086	2088	2090	2038
2037	2041	2043	2051	2049	2045	2047	2053	2055	2057	2059	2061	2063	2065	2067	2069	2071	2073	2079	2077	2075	2081	2083	2085	2087	2089	2091	2039



7.1.2 ARMATURA ADOTTATA PER LE VERIFICHE

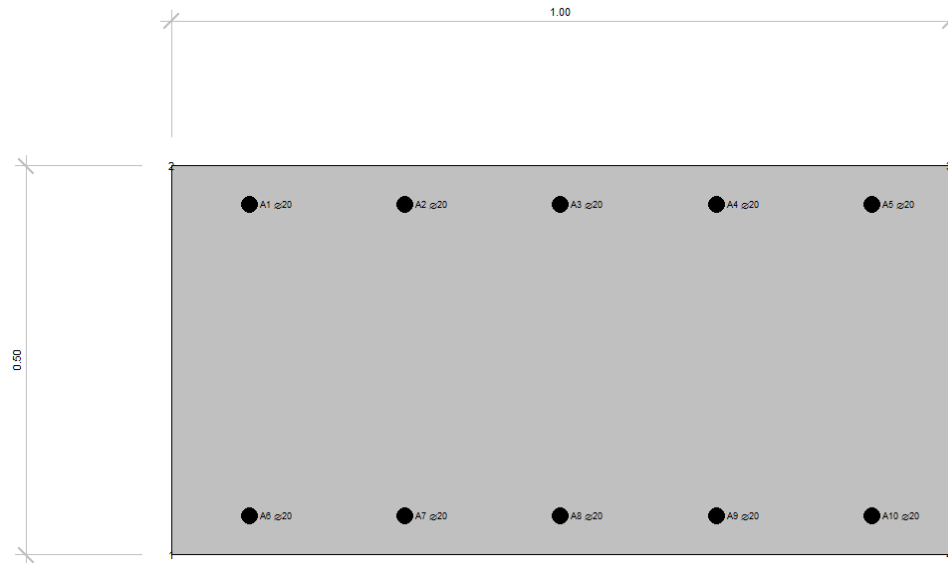
Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 (armatura orizzontale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	50.0	
Armatura tesa – lato contro terra (cm ²)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro c (cm)	4.80	
Armatura compressa – lato non contro terra (cm ²)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro armatura compressa c' (cm)	4.80	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	50.0	
Armatura tesa – lato contro terra (cm ²)	1Φ20/20	= 15.70
Copriferro c (cm)	7.80	
Armatura compressa – lato non contro terra (cm ²)	1Φ16/20	= 10.05
Copriferro armatura compressa c' (cm)	7.40	



7.1.2.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-11277	-0.0035 (sez)	2459	0.01 (arm)
Mx	-508	0.01 (arm)	508	0.01 (arm)
My	-956	0.01 (arm)	956	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.2036 - Comb.23-1A) Ilc.1 V+A+ 1	83	0.00	0.00	69	0
2	M1min - Elem.2038 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	-777	0.00	0.00	-60	0
3	F1max Traz. - Elem.2070 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	1021	0.00	0.00	-2	0
4	F1max Comp. - Elem.2086 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	-2762	0.00	0.00	-14	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.9572	armatura
2	10.1505	sezione
3	2.3873	armatura
4	3.9855	sezione

7.1.2.2 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-10048	-0.0035 (sez)	1229	0.01 (arm)
Mx	-260	0.01 (arm)	260	0.01 (arm)
My	-519	0.01 (arm)	519	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 1	-29	0.00	0.00	11	0
2	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 2	-38	0.00	0.00	15	0
3	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 3	-28	0.00	0.00	1	0
4	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 4	-38	0.00	0.00	1	0
5	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 5	-92	0.00	0.00	129	0
6	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 6	-101	0.00	0.00	133	0
7	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 7	-76	0.00	0.00	176	0
8	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 8	-85	0.00	0.00	180	0
9	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 9	-76	0.00	0.00	23	0
10	SLU Persistenti/Transitorie combinazione 10	-85	0.00	0.00	27	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
------	---------------------	------------------

1	47.8519	armatura
2	33.8230	armatura
3	301.3126	sezione
4	232.4228	sezione
5	2.3845	armatura
6	2.3403	armatura
7	1.6308	armatura
8	1.6101	armatura
9	27.8402	sezione
10	22.8787	sezione

7.1.2.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

DIREZIONE 1 – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	17	0.00	0.00	50	0
2	-557	0.00	0.00	-43	0
3	754	0.00	0.00	-1	0
4	-2036	0.00	0.00	-10	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-90	0.00	0.00	24	0
2	-426	0.00	0.00	-35	0
3	684	0.00	0.00	-1	0
4	-1840	0.00	0.00	-7	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	23	0.00	0.00	15	0
2	-393	0.00	0.00	-33	0
3	580	0.00	0.00	-1	0
4	-1525	0.00	0.00	-3	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.2036 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.18	0.00	41.78	-11.12
2	M1min - Elem.2038 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-1.70	-0.17	-4.91	-23.23
3	F1max Traz. - Elem.2070 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	7.91	0.00	120.96	118.89
4	F1max Comp. - Elem.2086 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-3.60	-3.25	-49.25	-53.53

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.2036 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.68	0.00	7.49	-8.19
2	M1min - Elem.2038 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-1.34	-0.09	-3.27	-18.24
3	F1max Traz. - Elem.2070 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	7.17	0.00	109.74	107.83
4	F1max Comp. - Elem.2086 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-3.22	-2.97	-44.90	-47.98

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.2043 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.32	0.00	15.42	-2.58
2	M1min - Elem.2038 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.25	-0.07	-2.86	-16.99
3	F1max Traz. - Elem.2070 - Comb.1-4) Ic.1 A+	6.06	0.00	93.38	91.15
4	F1max Comp. - Elem.2086 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.63	-2.51	-37.78	-39.22

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M1max - Elem.2036 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=259.04$ a $x=500.00$ $y=259.04$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{cs,eff} = 130321.06 \quad \rho_{eff} = 0.0241$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 7.49$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000022$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 277.0404$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0061$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M1min - Elem.2038 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cls,eff} = 130321.06$ $\rho_{eff} = 0.0241$

Tensione baricentrica = -18.24

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000053$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 277.0404$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0148$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.2070 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cls,eff} = 130321.06$ $\rho_{eff} = 0.0241$

Tensione baricentrica = 107.83

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.9891$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000316$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 415.0192$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1310$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.2086 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cls,eff} = 130321.06$ $\rho_{eff} = 0.0241$

Tensione baricentrica = -47.98

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000140$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 277.0404$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0389$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.2043 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=107.25$ a $x=500.00$ $y=107.25$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c_{ls,eff}} = 175000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0180$$

Tensione baricentrica = 15.42

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000045$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 325.3944$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0147$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.2038 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c_{ls,eff}} = 175000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0180$$

Tensione baricentrica = -16.99

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000050$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 325.3944$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0162$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.2070 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c_{ls,eff}} = 175000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0180$$

Tensione baricentrica = 91.15

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.9851 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000267$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 509.1563$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1358$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.2086 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c,cs,eff} = 175000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0180$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -39.22$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = -0.000115 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 325.3944$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = -0.0374 \quad (<0.2000)$$

DIREZIONE 2 - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-26	0.00	0.00	11	0
2	-63	0.00	0.00	133	0
3	-26	0.00	0.00	11	0
4	-75	0.00	0.00	98	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-26	0.00	0.00	11	0
2	-63	0.00	0.00	27	0
3	-26	0.00	0.00	11	0
4	-63	0.00	0.00	27	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-26	0.00	0.00	11	0
2	-28	0.00	0.00	11	0
3	-26	0.00	0.00	11	0
4	-28	0.00	0.00	11	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	Mmax	-0.40	0.00	9.64	-4.26
2	Mmin	-4.72	0.00	187.51	-42.13
3	Nmax	-0.40	0.00	9.64	-4.26
4	Nmin	-3.51	0.00	129.67	-32.37

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	Mmax	-0.40	0.00	9.64	-4.26
2	Mmin	-0.98	0.00	23.88	-10.42
3	Nmax	-0.40	0.00	9.64	-4.26
4	Nmin	-0.98	0.00	23.88	-10.42

Verifiche alle tensioni - q.permanente

comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	Mmax	-0.40	0.00	9.64	-4.26
2	Mmin	-0.40	0.00	9.13	-4.31
3	Nmax	-0.40	0.00	9.64	-4.26
4	Nmin	-0.40	0.00	9.13	-4.31

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: Verifica a Mmax

$$\text{asse neutro: da } x=-500.00 \quad y=172.51 \quad \text{a } x=500.00 \quad y=172.51$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 1570.80$$

$$A_{c,cs,eff} = 159164.25 \quad \rho_{eff} = 0.0099$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 9.64$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 480.5122$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0136$ (< 0.1000)

Combinazione frequente: Verifica a Mmin

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 171.57$ a $x = 500.00$ $y = 171.57$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 159477.09 \quad \rho_{eff} = 0.0098$$

Tensione baricentrica = 23.88

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000070$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 481.1893$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0336$ (< 0.1000)

Combinazione frequente: Verifica a Nmax

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 172.51$ a $x = 500.00$ $y = 172.51$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 159164.25 \quad \rho_{eff} = 0.0099$$

Tensione baricentrica = 9.64

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 480.5122$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0136$ (< 0.1000)

Combinazione frequente: Verifica a Nmin

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 171.57$ a $x = 500.00$ $y = 171.57$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cls,eff} = 159477.09 \quad \rho_{eff} = 0.0098$$

Tensione baricentrica = 23.88

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000070$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=481.1893$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0336$ (<0.1000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Mmax

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=172.51$ a $x=500.00$ $y=172.51$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{c\text{ls,eff}} = 159164.25 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0099$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 9.64$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=480.5122$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0136$ (<0.1000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Mmin

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=178.26$ a $x=500.00$ $y=178.26$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{c\text{ls,eff}} = 157246.16 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0100$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 9.13$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000027$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=476.3604$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0127$ (<0.1000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Nmax

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=172.51$ a $x=500.00$ $y=172.51$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{c\text{ls,eff}} = 159164.25 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0099$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 9.64$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000028$ Distanza fessure $\Delta_{s\max}=480.5122$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0136$ (<0.1000)

Combinazione quasi permanente: Verifica a Nmin

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=178.26$ a $x=500.00$ $y=178.26$

Armature efficaci: Area totale = 1570.80

$$A_{cs,eff} = 157246.16 \quad \rho_{eff} = 0.0100$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 9.13$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000027 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 476.3604$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0127 \quad (< 0.1000)$$

7.1.2.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione – Direzione 1 :

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-65	0.00	0.00	38 0
2	-237	0.00	0.00	-66 0
3	721	0.00	0.00	-1 0
4	-1477	0.00	0.00	-12 0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.2036 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.00	0.00	20.58	-11.05
2	M1min - Elem.2038 - Comb.13-5A) d.1 M1 X-++	-1.84	0.00	21.14	-22.14
3	F1max Traz. - Elem.2070 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	7.60	0.00	115.23	114.11
4	F1max Comp. - Elem.2086 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.70	-2.27	-34.65	-39.89

Parametri di sollecitazione – Direzione 2 :

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-29	0.00	0.00	29 0
2	-27	0.00	0.00	29 0
3	-27	0.00	0.00	-14 0
4	-25	0.00	0.00	-15 0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	Mmax	-1.04	0.00	36.38	-9.87
2	Mmin	-1.04	0.00	36.96	-9.79
3	Nmax	-0.51	0.00	13.89	-5.24
4	Nmin	-0.54	0.00	15.97	-5.49

7.1.2.5 Verifica a taglio paraghiaia

La massima sollecitazione a taglio è stata individuata in condizione statiche e in direzione verticale ed è pari a T=128kN.

La verifica di resistenza (SLU) si pone con

$$V_{Rd} \geq V_{Ed} \quad (4.1.13)$$

dove V_{Ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Con riferimento all'elemento fessurato da momento flettente, la resistenza al taglio si valuta con

$$V_{Rd} = \left\{ 0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \quad (4.1.14)$$

con

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

$$v_{min} = 0,035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$$

e dove

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_l = A_{sl} / (b_w \cdot d)$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale ($\leq 0,02$);

$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0,2 f_{cd}$);

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm).

V_{Ed}	128.00	kN
N_{Ed}	0	kN
Rck	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{cd}	18.8	
b_w	1000	mm
h	500	mm
c	50	mm
d	450	mm
ϕ	20	mm
n°	5	
A_{sl}	1570.00	mm ²
ρ_l	0.003	
σ_{cp}	0.0	N/mm ²
k	1.6667	
v_{min}	0.4339	
	203.63	kN
	195.26	kN
V_{rd}	203.63	kN
SEZIONE VERIFICATA A TAGLIO		

7.2 MURI DI RISVOLTO

7.2.1 NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO SINISTRO

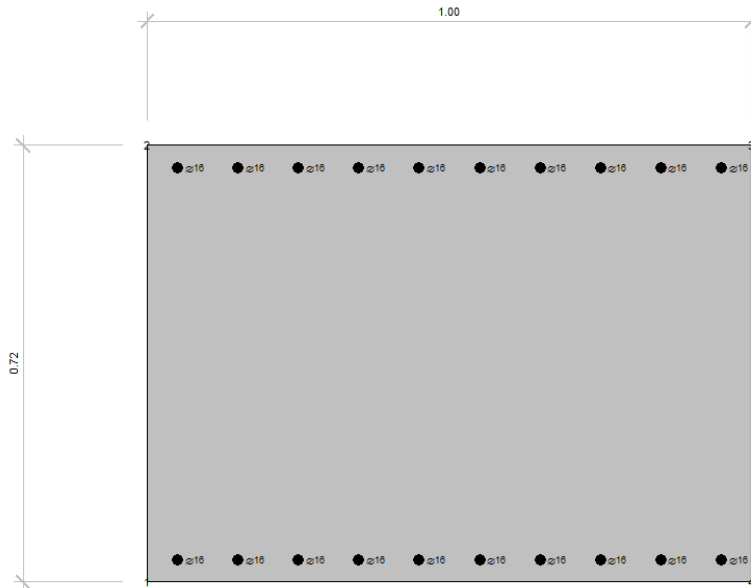
2000	2004	2002	2010	2001	2009
2001	2005	2003	2011	2002	2009

					53	52	44	48	39
214	226	382	362	353	344	338	332	232	241
218	230	390	378	353	346	342	336	233	243
217	229	388	377	353	347	341	335	231	246
216	228	386	374	353	346	340	334	232	245
215	227	384	363	353	345	339	333	232	244
213	225	380	361	343	341	337	331	232	242

7.2.2 ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO SINISTRO

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 (armatura orizzontale):

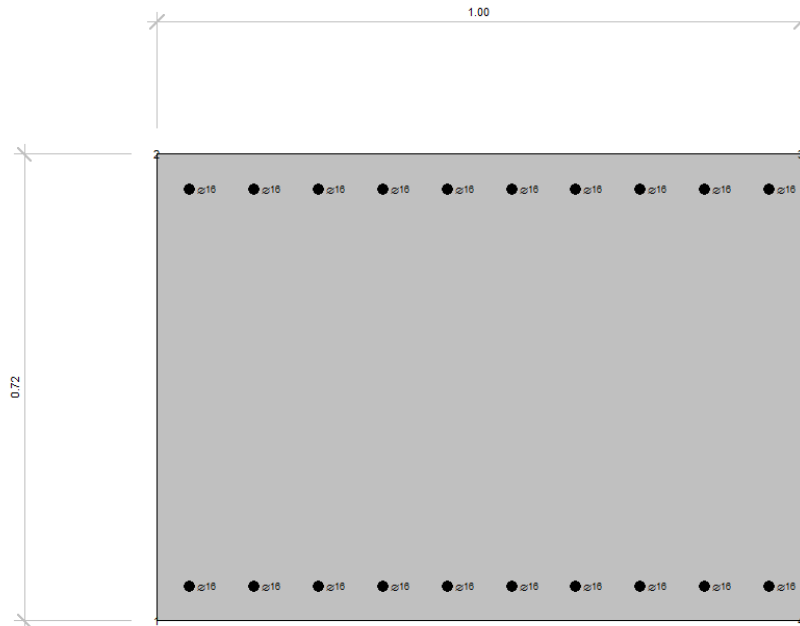
Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	72.5	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	3.80	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c' (cm)	3.80	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	72.5	

Armatura tesa – lato fuori terra (cm2)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	5.40	
Armatura compressa – lato contro terra (cm2)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro armatura compressa c' (cm)	5.40	



7.2.3 VERIFICHE RISVOLTO SINISTRO

7.2.3.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 1 (armatura orizzontale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-14361	-0.0035 (sez)	1574	0.01 (arm)
Mx	-498	0.01 (arm)	498	0.01 (arm)
My	-674	0.01 (arm)	674	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Descrizione	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.332 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-255	0.00	0.00	162	0
2	M1min - Elem.326 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	-383	0.00	0.00	-176	0
3	F1max Traz. - Elem.213 - Comb.41-1A) IIc.2 V-A+ 1	210	0.00	0.00	73	0
4	F1max Compr. - Elem.237 - Comb.42-1A) IIc.2 V-A+ 2	-945	0.00	0.00	11	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.6744	armatura
2	7.1305	sezione
3	3.5549	armatura
4	14.6509	sezione

7.2.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – Direzione 2 (armatura verticale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-14361	-0.0035 (sez)	1574	0.01 (arm)
Mx	-498	0.01 (arm)	498	0.01 (arm)
My	-674	0.01 (arm)	674	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.332 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-255	0.00	0.00	162	0
2	M1min - Elem.326 - Comb.26-1A) IId.1 V-A+ 2	-383	0.00	0.00	-176	0
3	F1max Traz. - Elem.213 - Comb.41-1A) IId.2 V-A+ 1	210	0.00	0.00	73	0
4	F1 max Compr. - Elem.237 - Comb.42-1A) IId.2 V-A+ 2	-945	0.00	0.00	11	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.6744	armatura
2	7.1305	sezione
3	3.5549	armatura
4	14.6509	sezione

7.2.3.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

DIREZIONE 1 – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-405	0.00	0.00	433	0
2	-110	0.00	0.00	-320	0
3	278	0.00	0.00	190	0
4	-405	0.00	0.00	433	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-300	0.00	0.00	330	0
2	-104	0.00	0.00	-316	0
3	193	0.00	0.00	60	0
4	-300	0.00	0.00	330	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-239	0.00	0.00	265	0
2	-103	0.00	0.00	-314	0
3	189	0.00	0.00	56	0
4	-239	0.00	0.00	265	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.326 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-7.08	0.00	248.46	-87.16
2	M1min - Elem.220 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-5.08	0.00	224.65	-59.52
3	F1max Traz. - Elem.326 - Comb.10a-2) IId.1 V+A+	-2.31	0.00	214.37	-21.29
4	F1max Comp. - Elem.326 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-7.08	0.00	248.46	-87.16

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.326 - Comb.11-3) IId.1 A+	-5.39	0.00	190.90	-66.20
2	M1min - Elem.220 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-5.00	0.00	222.55	-58.58
3	F1max Traz. - Elem.356 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.16	0.00	93.95	2.75
4	F1max Comp. - Elem.326 - Comb.11-3) IId.1 A+	-5.39	0.00	190.90	-66.20

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.326 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.33	0.00	153.70	-53.13
2	M1min - Elem.220 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.97	0.00	221.21	-58.20
3	F1max Traz. - Elem.356 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.05	0.00	89.92	4.15
4	F1max Comp. - Elem.326 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.33	0.00	153.70	-53.13

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M1max - Elem.326 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=204.37$ a $x=500.00$ $y=204.37$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,ls,eff} = 133000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0151$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 190.90$$

$$\text{Copriferro} = 30.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000559 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 281.9247$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1575 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M1min - Elem.220 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 551.52 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 551.52$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 2010.62$$

$$A_{c,ls,eff} = 129500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0155$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 222.55$$

$$\text{Copriferro} = 29.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000651 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 273.7898$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1783 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.356 - Comb.11-3) Id.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 17.40 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 17.40$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 2010.62$$

$$A_{c,ls,eff} = 133000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0151$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 93.95$$

$$\text{Copriferro} = 30.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 33642.78$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 3.10$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000275 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 281.9247$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0775 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.326 - Comb.11-3) Id.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -500.00 \quad y = 204.37 \quad \text{a } x = 500.00 \quad y = 204.37$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 2010.62$$

$$A_{c,ls,eff} = 133000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0151$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 190.90$$

$$\text{Copriferro} = 30.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000559$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 281.9247$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1575$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.326 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 203.96$ a $x = 500.00$ $y = 203.96$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 133000.00$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 153.70

Copriferro = 30.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000450$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 281.9247$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1268$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.220 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 551.57$ a $x = 500.00$ $y = 551.57$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 129500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 221.21

Copriferro = 29.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000647$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 273.7898$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1773$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.356 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 5.55$ a $x = 500.00$ $y = 5.55$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 133000.00$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 89.92

Copriferro = 30.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000263$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 281.9247$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0742$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.326 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=203.96$ a $x=500.00$ $y=203.96$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,s,eff} = 133000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0151$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 153.70$$

$$\text{Copriferro} = 30.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000450$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 281.9247$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1268$ (< 0.2000)

DIREZIONE 2 - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-189	0.00	0.00	120	0
2	-282	0.00	0.00	-130	0
3	109	0.00	0.00	48	0
4	-700	0.00	0.00	8	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-167	0.00	0.00	104	0
2	-133	0.00	0.00	-112	0
3	31	0.00	0.00	16	0
4	-613	0.00	0.00	1	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-148	0.00	0.00	95	0
2	-112	0.00	0.00	-103	0
3	21	0.00	0.00	19	0
4	-512	0.00	0.00	-3	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.332 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-2.07	0.00	54.88	-24.26
2	M2min - Elem.326 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-2.23	0.00	45.34	-27.14
3	F2max Traz. - Elem.213 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-0.52	0.00	65.38	-2.06
4	F2max Comp. - Elem.237 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-0.97	-0.82	-12.41	-14.33

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.332 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.80	0.00	47.17	-21.12
2	M2min - Elem.232 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.94	0.00	60.45	-21.84
3	F2max Traz. - Elem.232 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-0.18	0.00	20.17	-0.95
4	F2max Comp. - Elem.237 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-0.79	-0.77	-11.58	-11.85

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.332 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.64	0.00	43.82	-19.16
2	M2min - Elem.232 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.77	0.00	57.46	-19.78
3	F2max Traz. - Elem.232 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.27	0.00	19.99	-2.15
4	F2max Comp. - Elem.237 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.68	-0.63	-9.48	-10.10

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.332 - Comb.11-3) II.d.1 A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=244.14$ a $x=500.00$ $y=244.14$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 160347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

Tensione baricentrica = 47.17

Copriferro = 46.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000138$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 373.3205$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0515$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.232 - Comb.11-3) II.d.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=507.00$ a $x=500.00$ $y=507.00$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 159347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0126$$

Tensione baricentrica = 60.45

Copriferro = 45.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000177$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 368.5676$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0652$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Traz. - Elem.232 - Comb.8a-3) II.a.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=80.83$ a $x=500.00$ $y=80.83$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 160347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

Tensione baricentrica = 20.17

Copriferro = 46.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000059$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 373.3205$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0220$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Comp. - Elem.237 - Comb.8a-3) II.a.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 160347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

Tensione baricentrica = -11.58

Copriferro = 46.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000034$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 373.3205$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0127$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.332 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 241.06$ a $x = 500.00$ $y = 241.06$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 160347.23$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = 43.82

Copriferro = 46.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000128$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 373.3205$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0479$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.232 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 512.72$ a $x = 500.00$ $y = 512.72$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 159347.23$ $\rho_{eff} = 0.0126$

Tensione baricentrica = 57.46

Copriferro = 45.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000168$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 368.5676$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0620$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Traz. - Elem.232 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 113.07$ a $x = 500.00$ $y = 113.07$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 160347.23$ $\rho_{eff} = 0.0125$

Tensione baricentrica = 19.99

Copriferro = 46.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000059$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 373.3205$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0218$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Comp. - Elem.237 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cs,eff} = 160347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0125$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -10.10$$

$$\text{Copriferro} = 46.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000030$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 373.3205$ Ampiezza fessure $w_d = -0.0110$ (< 0.2000)**7.2.3.4 Verifiche in campo elastico (sisma)**

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-480	0.00	0.00	279	0
2	-99	0.00	0.00	-478	0
3	282	0.00	0.00	39	0
4	-498	0.00	0.00	203	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M1max - Elem.232 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-4.62	0.00	115.99	-59.36
2	M1min - Elem.220 - Comb.6-5A) d.1 M1 X++	-7.50	0.00	349.84	-86.93
3	F1max Traz. - Elem.2008 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	2.46	0.00	99.95	40.36
4	F1max Comp. - Elem.232 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-3.35	0.00	59.11	-44.31

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-154	0.00	0.00	213	0
2	-289	0.00	0.00	-165	0
3	161	0.00	0.00	-13	0
4	-728	0.00	0.00	-12	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.332 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-3.63	0.00	136.32	-39.44
2	M2min - Elem.232 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-2.85	0.00	70.16	-33.67
3	F2max Traz. - Elem.232 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--	1.84	0.00	50.68	29.40
4	F2max Comp. - Elem.237 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-1.04	-0.81	-12.46	-15.36

7.2.3.5 Verifica a taglio risolto sinistroLa massima sollecitazione a taglio è stata individuata in condizione sismiche ed è pari a $T=194\text{kN}$. La

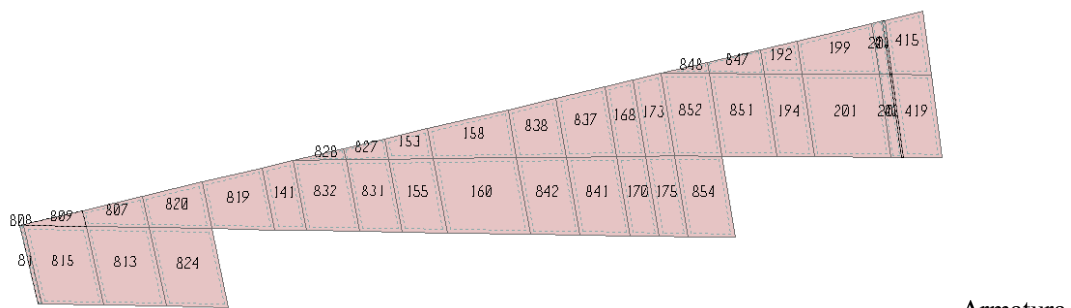
verifica porge:

V_{Ed}	194.00	kN
N_{Ed}	0	kN
Rck	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{cd}	18.8	
b_w	1000	mm
h	725	mm

c	50	mm
d	675	mm
ϕ	16	mm
n°	10	
A _{sl}	2009.60	mm ²
ρ_l	0.003	
σ_{cp}	0.0	N/mm ²
k	1.5443	
v _{min}	0.3870	
	214.76	kN
	209.00	kN
V _{rd}	214.76	kN
SEZIONE VERIFICATA A TAGLIO		

7.3 MURI D'ALA

7.3.1 NUMERAZIONE ELEMENTI MURO D'ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80cm)

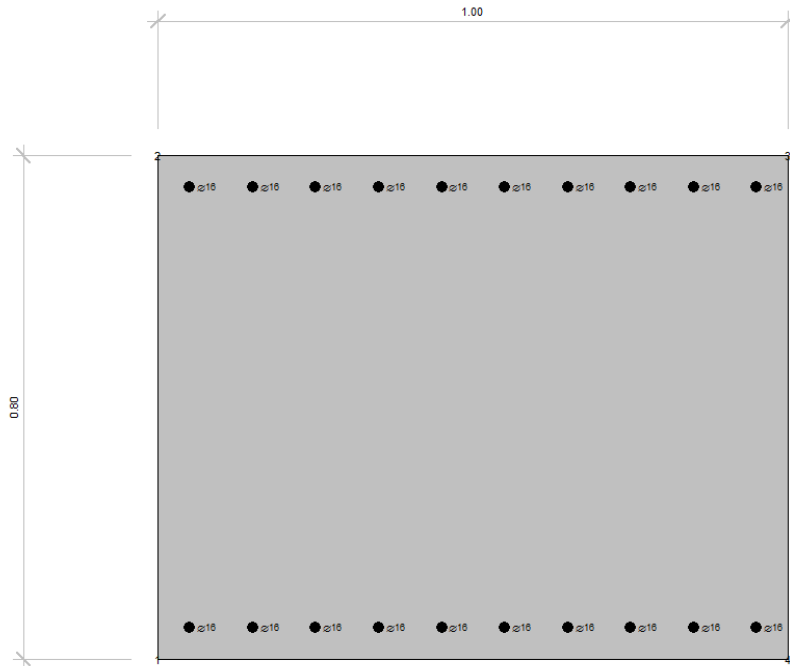


aggiuntiva

7.3.2 ARMATURA ADOTTATA PER IL MURO D'ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80cm)

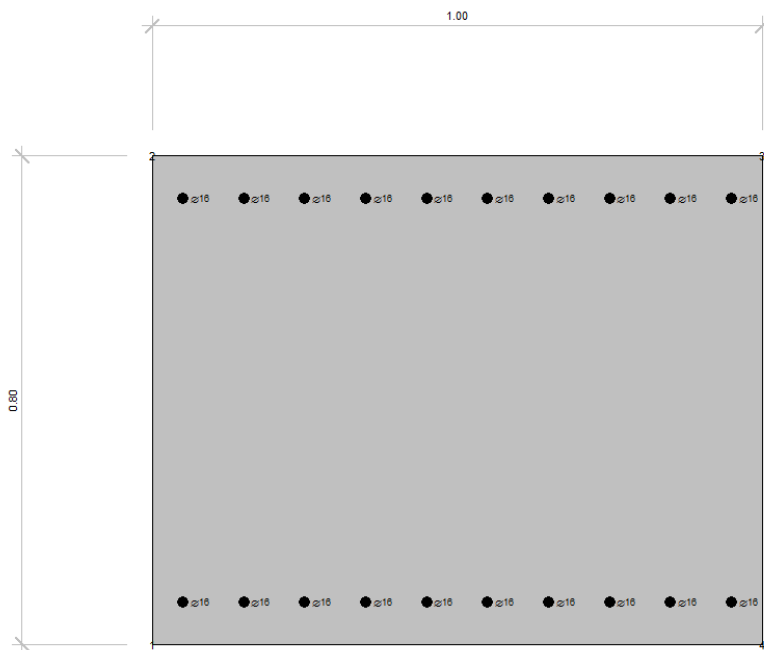
Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 Armatura di base (armatura orizzontale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	72.5	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1 Φ 16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	3.80	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1 Φ 16/10	= 20.10
Copriferro c' (cm)	3.80	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 Armatura di base (armatura verticale):

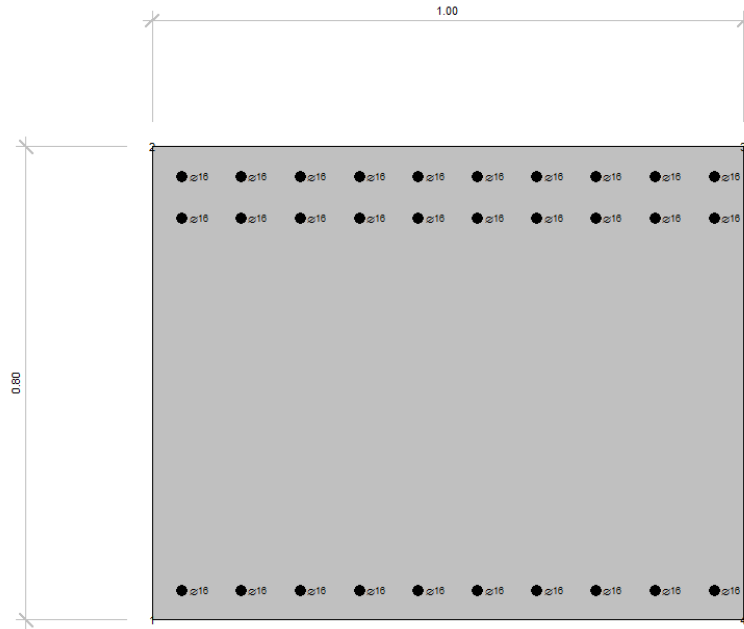
Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	72.5	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	5.40	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro armatura compressa c' (cm)	5.40	



Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 Armatura aggiuntiva (armatura orizzontale):

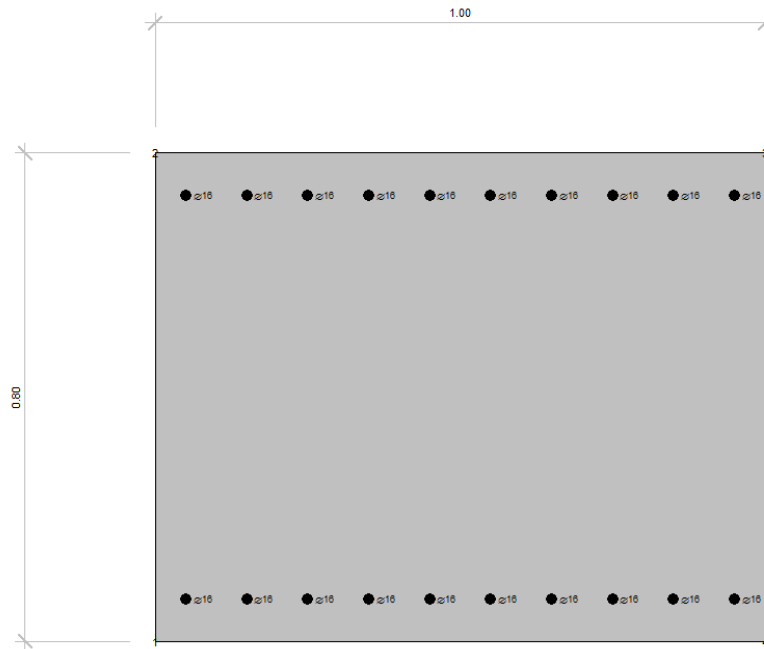
Larghezza b (cm)	100.0	
------------------	-------	--

Altezza h (cm)	72.5	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm2)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	3.80	
Armatura compressa – lato contro terra (cm2)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c' (cm)	3.80	
Armatura compressa aggiuntiva– lato contro terra (cm2)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c'' (cm)	12.00	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 Armatura aggiuntiva (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	72.5	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm2)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	5.40	
Armatura compressa – lato contro terra (cm2)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro armatura compressa c' (cm)	5.40	



7.3.3 VERIFICHE MURO D'ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80cm)

7.3.3.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 1 (armatura orizzontale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-15684	-0.0035 (sez)	1574	0.01 (arm)
Mx	-558	0.01 (arm)	558	0.01 (arm)
My	-683	0.01 (arm)	683	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.421 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	182	0.00	0.00	306	0
2	M1min - Elem.161 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	291	0.00	0.00	-106	0
3	F1max Traz. - Elem.853 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+ 2	530	0.00	0.00	-43	0
4	F1max Comp. - Elem.200 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+ 2	-113	0.00	0.00	20	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.5043	armatura
2	2.6556	armatura
3	2.4159	armatura
4	82.5492	sezione

7.3.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 2 (armatura verticale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-15684	-0.0035 (sez)	1574	0.01 (arm)
Mx	-542	0.01 (arm)	542	0.01 (arm)
My	-683	0.01 (arm)	683	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.830 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	39	0.00	0.00	273	0
2	M2min - Elem.171 - Comb.30-1A) Ilc.1 V-A+ 2	111	0.00	0.00	-88	0

3	F2max Traz. - Elem.853 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	145	0.00	0.00	-71	0
4	F2max Comp. - Elem.417 - Comb.42-1A) IIc.2 V-A+ 2	-980	0.00	0.00	-8	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.8885	armatura
2	4.2852	armatura
3	4.4577	armatura
4	15.6334	sezione

7.3.3.3 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 1 (armatura orizzontale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-15788	-0.0035 (sez)	1694	0.01 (arm)
Mx	-574	0.01 (arm)	1055	0.01 (arm)
My	-940	0.01 (arm)	940	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.416 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	1501	0.00	0.00	330	0
2	M1min - Elem.153 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	568	0.00	0.00	-140	0
3	F1max Traz. - Elem.416 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	2029	0.00	0.00	300	0
4	F1min Traz. - Elem.420 - Comb.19a-1A) IIb.1 V+A+ 1	76	0.00	0.00	130	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.2231	armatura
2	1.7251	armatura
3	1.0359	armatura
4	6.7401	armatura

7.3.3.4 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 2 (armatura verticale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-15684	-0.0035 (sez)	1574	0.01 (arm)
Mx	-542	0.01 (arm)	542	0.01 (arm)
My	-683	0.01 (arm)	683	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.814 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	35	0.00	0.00	148	0
2	M2min - Elem.808 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	426	0.00	0.00	-120	0
3	F2max Traz. - Elem.808 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	452	0.00	0.00	-114	0
4	F2max Comp. - Elem.420 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-377	0.00	0.00	-38	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.3910	armatura
2	2.0124	armatura
3	1.9917	armatura
4	30.6772	sezione

7.3.3.5 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

DIREZIONE 1 Armatura di base – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
-------	---	--------	--------	----	----

1	134	0.00	0.00	226	0
2	215	0.00	0.00	-79	0
3	393	0.00	0.00	-32	0
4	-84	0.00	0.00	15	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	131	0.00	0.00	224	0
2	211	0.00	0.00	-79	0
3	324	0.00	0.00	-70	0
4	-70	0.00	0.00	17	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	130	0.00	0.00	223	0
2	209	0.00	0.00	-79	0
3	301	0.00	0.00	-70	0
4	-62	0.00	0.00	18	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.421 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-2.90	0.00	193.48	-27.64
2	M1min - Elem.161 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-0.40	0.00	109.13	1.70
3	F1max Traz. - Elem.853 - Comb.13b-2) Ilc.1 V-A+	4.80	0.00	120.06	75.15
4	F1max Comp. - Elem.200 - Comb.13b-2) Ilc.1 V-A+	-0.22	0.00	0.12	-3.01

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.421 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-2.87	0.00	191.17	-27.47
2	M1min - Elem.161 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.43	0.00	108.37	1.15
3	F1max Traz. - Elem.823 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	1.58	0.00	130.31	30.84
4	F1max Comp. - Elem.200 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-0.23	0.00	1.15	-3.19

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.421 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.86	0.00	190.21	-27.37
2	M1min - Elem.161 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.45	0.00	107.86	0.95
3	F1max Traz. - Elem.823 - Comb.1-4) Ic.1 A+	1.20	0.00	124.59	25.12
4	F1max Comp. - Elem.200 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.25	0.00	2.05	-3.31

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M1max - Elem.421 - Comb.4-3) Id.1 V-A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=137.95$ a $x=500.00$ $y=137.95$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cs,eff} = 156347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 191.17

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000560$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 354.3092$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1982$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M1min - Elem.161 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=757.52$ a $x=500.00$ $y=757.52$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cs,eff} = 156347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 108.37

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000317$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 354.3092$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1124$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.823 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 156347.23$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 130.31

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5863$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000381$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 390.8366$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1491$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.200 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 564.93$ a $x = 500.00$ $y = 564.93$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 128358.30$ $\rho_{eff} = 0.0157$

Tensione baricentrica = 1.15

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 316.4453$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0011$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.421 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 138.04$ a $x = 500.00$ $y = 138.04$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 156347.23$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 190.21

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000557$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 354.3092$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1973$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.161 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=756.19$ a $x=500.00$ $y=756.19$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cfs,eff} = 156347.23$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 107.86

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000316$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 354.3092$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1118$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.823 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cfs,eff} = 156347.23$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 124.59

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5684$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000365$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 383.2369$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1397$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.200 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=482.37$ a $x=500.00$ $y=482.37$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cfs,eff} = 155875.04$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 2.05

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 353.6704$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0021$ (<0.2000)

DIREZIONE 2 Armatura di base - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	30	0.00	0.00	202	0
2	82	0.00	0.00	-65	0
3	107	0.00	0.00	-53	0
4	-725	0.00	0.00	-6	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	24	0.00	0.00	195	0
2	68	0.00	0.00	-64	0
3	87	0.00	0.00	-50	0
4	-632	0.00	0.00	4	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	18	0.00	0.00	192	0
2	58	0.00	0.00	-64	0
3	75	0.00	0.00	-48	0
4	-522	0.00	0.00	-4	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.830 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-2.94	0.00	156.91	-24.85
2	M2min - Elem.171 - Comb.15b-2) Iid.1 V-A+	-0.82	0.00	68.19	-4.62
3	F2max Traz. - Elem.853 - Comb.15b-2) Iid.1 V-A+	-0.55	0.00	65.43	-1.16
4	F2max Comp. - Elem.417 - Comb.21b-2) Iic.2 V-A+	-0.89	-0.79	-12.04	-13.25

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.830 - Comb.10-3) Iic.1 A+	-2.85	0.00	150.37	-23.96
2	M2min - Elem.843 - Comb.11-3) Iid.1 A+	-0.84	0.00	64.10	-5.16
3	F2max Traz. - Elem.853 - Comb.11-3) Iid.1 A+	-0.57	0.00	58.62	-2.05
4	F2max Comp. - Elem.417 - Comb.8a-3) Iia.1 A+	-0.77	-0.70	-10.62	-11.42

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.830 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.81	0.00	146.71	-23.80
2	M2min - Elem.843 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.86	0.00	61.61	-5.67
3	F2max Traz. - Elem.853 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.57	0.00	54.11	-2.51
4	F2max Comp. - Elem.417 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.64	-0.57	-8.70	-9.50

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.830 - Comb.10-3) Iic.1 A+

asse neutro: da x=-500.00 y=161.44 a x=500.00 y=161.44

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,s,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = 150.37

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000440$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1999$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.843 - Comb.11-3) Iid.1 A+

asse neutro: da x=-500.00 y=679.88 a x=500.00 y=679.88

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,s,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = 64.10

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000188$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0852$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Traz. - Elem.853 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 706.73$ a $x = 500.00$ $y = 706.73$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 177347.23$ $\rho_{eff} = 0.0113$

Tensione baricentrica = 58.62

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000172$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0779$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Comp. - Elem.417 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 177347.23$ $\rho_{eff} = 0.0113$

Tensione baricentrica = -11.42

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000033$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0152$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.830 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 162.86$ a $x = 500.00$ $y = 162.86$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 177347.23$ $\rho_{eff} = 0.0113$

Tensione baricentrica = 146.71

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000429$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1950$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.843 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=673.45$ a $x=500.00$ $y=673.45$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 61.61$$

$$\text{Copri ferro} = 63.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000180$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0819$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Traz. - Elem.853 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=699.86$ a $x=500.00$ $y=699.86$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 54.11$$

$$\text{Copri ferro} = 63.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000158$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0719$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Comp. - Elem.417 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -8.70$$

$$\text{Copri ferro} = 63.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000025$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0116$ (< 0.2000)

DIREZIONE 1 Armatura aggiuntiva – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1106	0.00	0.00	244	0
2	413	0.00	0.00	-104	0
3	1499	0.00	0.00	222	0
4	90	0.00	0.00	140	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
-------	---	--------	--------	----	----

1	1065	0.00	0.00	240	0
2	352	0.00	0.00	-103	0
3	900	0.00	0.00	213	0
4	106	0.00	0.00	142	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1055	0.00	0.00	239	0
2	303	0.00	0.00	-103	0
3	760	0.00	0.00	239	0
4	115	0.00	0.00	151	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.416 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	4.48	0.00	243.81	78.94
2	M1min - Elem.153 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.26	0.00	174.08	7.91
3	F1max Traz. - Elem.416 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	12.05	0.00	283.77	187.62
4	F1min Traz. - Elem.420 - Comb.25a-2) IIIa.1 V+A+F-	-1.49	0.00	68.73	-16.24

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.416 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	4.27	0.00	233.92	75.43
2	M1min - Elem.153 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.51	0.00	159.04	3.51
3	F1max Traz. - Elem.416 - Comb.11-3) IId.1 A+	3.06	0.00	201.94	56.23
4	F1min Traz. - Elem.420 - Comb.8a-3) IId.1 A+	-1.47	0.00	70.47	-15.82

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.416 - Comb.2-4) Id.1 A+	4.17	0.00	232.25	73.80
2	M1min - Elem.153 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.70	0.00	147.04	-0.07
3	F1max Traz. - Elem.416 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.45	0.00	195.06	6.77
4	F1min Traz. - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.55	0.00	75.22	-16.75

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M1max - Elem.416 - Comb.4-3) Id.1 V-A+**

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,eff} = 156347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 75.43

Copriferro = 42.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.6307 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000221$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 409.6056$ Ampiezza fessure $w_d = 0.0904$ (<0.2000)**Combinazione frequente: M1min - Elem.153 - Comb.11-3) IId.1 A+**asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 765.78$ a $x = 500.00$ $y = 765.78$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,eff} = 156347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 159.04

Copriferro = 42.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000465$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 354.3092$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1649$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.416 - Comb.11-3) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 156347.23$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 56.23

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.6079$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000165$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 399.9546$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0658$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1min Traz. - Elem.420 - Comb.8a-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 178.35$ a $x = 500.00$ $y = 178.35$

Armature efficaci: Area totale = 4021.24

$A_{cs,eff} = 175000.00$ $\rho_{eff} = 0.0230$

Tensione baricentrica = 66.77

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000195$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 261.1715$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0510$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.416 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 4021.24

$A_{cs,eff} = 175000.00$ $\rho_{eff} = 0.0230$

Tensione baricentrica = 225.46

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.6283$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000660$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 291.5386$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1924$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.153 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 749.69$ a $x = 500.00$ $y = 749.69$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62
 $A_{cfs,eff} = 156347.23$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 147.04

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000430$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 354.3092$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1525$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.416 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 24.85$ a $x = 500.00$ $y = 24.85$

Armature efficaci: Area totale = 4021.24

$A_{cfs,eff} = 175000.00$ $\rho_{eff} = 0.0230$

Tensione baricentrica = 186.99

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000547$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 261.1715$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1429$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1min Traz. - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 177.49$ a $x = 500.00$ $y = 177.49$

Armature efficaci: Area totale = 4021.24

$A_{cfs,eff} = 175000.00$ $\rho_{eff} = 0.0230$

Tensione baricentrica = 71.28

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000209$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 261.1715$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0545$ (<0.2000)

DIREZIONE 2 Armatura aggiuntiva - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	26	0.00	0.00	109	0
2	315	0.00	0.00	-89	0
3	334	0.00	0.00	-84	0
4	-279	0.00	0.00	-28	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	24	0.00	0.00	104	0
2	321	0.00	0.00	-87	0

3	333	0.00	0.00	-84	0
4	-236	0.00	0.00	-23	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	22	0.00	0.00	101	0
2	327	0.00	0.00	-85	0
3	332	0.00	0.00	-84	0
4	-171	0.00	0.00	-18	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.814 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.58	0.00	87.19	-13.06
2	M2min - Elem.808 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.16	0.00	145.33	11.76
3	F2max Traz. - Elem.808 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	0.40	0.00	146.76	19.56
4	F2max Comp. - Elem.420 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-0.55	-0.10	-2.04	-7.69

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.814 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.51	0.00	82.89	-12.34
2	M2min - Elem.808 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.01	0.00	145.59	14.07
3	F2max Traz. - Elem.808 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	0.37	0.00	146.30	19.32
4	F2max Comp. - Elem.420 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-0.46	-0.09	-1.81	-6.42

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.814 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.47	0.00	80.19	-12.04
2	M2min - Elem.808 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.21	0.00	145.57	17.07
3	F2max Traz. - Elem.808 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.36	0.00	146.05	19.07
4	F2max Comp. - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.35	-0.05	-1.18	-4.79

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.814 - Comb.10-3) IIc.1 A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=156.29$ a $x=500.00$ $y=156.29$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,ls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = 82.89

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione f_{cm} = 3.10

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_f = 0.6

Deformazione media ϵ_{sm} = 0.000243 Distanza fessure Δs_{max} = 454.1184

Ampiezza fessure w_d = 0.1102 (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.808 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=799.37$ a $x=500.00$ $y=799.37$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,ls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = 145.59

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione f_{cm} = 3.10

Modulo elastico acciaio = 205000.00 K_f = 0.6

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000426$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1935$ (<0.2000)

Combinazione frequente: F2max Traz. - Elem.808 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = 146.30

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5175 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000428$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=462.5386$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1981$ (<0.2000)

Combinazione frequente: F2max Comp. - Elem.420 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = -1.81

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=-0.000005$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0024$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.814 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=156.90$ a $x=500.00$ $y=156.90$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = 80.19

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000235$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max}=454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1066$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.808 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cls,eff} = 177347.23 \quad \rho_{eff} = 0.0113$$

Tensione baricentrica = 17.07

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5100$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000050$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 458.9406$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0229$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Traz. - Elem.808 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 177347.23$ $\rho_{eff} = 0.0113$

Tensione baricentrica = 19.07

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5168$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000056$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 462.1782$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0258$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Comp. - Elem.420 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cs,eff} = 177347.23$ $\rho_{eff} = 0.0113$

Tensione baricentrica = -4.79

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000014$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 454.1184$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0064$ (< 0.2000)

7.3.3.6 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura di base -

Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	135	0.00	0.00	284	0
2	189	0.00	0.00	-112	0
3	464	0.00	0.00	-3	0
4	-72	0.00	0.00	23	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura di base - Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.421 - Comb.6-5A) d.1 M1 X+--+	-3.69	0.00	234.48	-36.04
2	M1min - Elem.844 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-1.12	0.00	125.83	-7.32

3	F1max Traz. - Elem.853 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+-+	7.54	0.00	117.43	113.45
4	F1max Comp. - Elem.200 - Comb.2-5A) c.1 M1 X+-+	-0.32	0.00	3.39	-4.25

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura di base -

Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	15	0.00	0.00	280	0
2	49	0.00	0.00	-85	0
3	101	0.00	0.00	-37	0
4	-658	0.00	0.00	-31	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura di base - Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.830 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-4.11	0.00	211.18	-35.10
2	M2min - Elem.843 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-1.19	0.00	74.56	-8.78
3	F2max Traz. - Elem.853 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+-+	-0.28	0.00	52.85	1.33
4	F2max Comp. - Elem.417 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+-+	-1.01	-0.51	-8.37	-14.55

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura aggiuntiva -

Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	438	0.00	0.00	377	0
2	376	0.00	0.00	-153	0
3	1627	0.00	0.00	175	0
4	-387	0.00	0.00	-55	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura aggiuntiva - Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.415 - Comb.6-5A) d.1 M1 X+-+	-3.60	0.00	206.97	-36.55
2	M1min - Elem.838 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-1.29	0.00	200.26	-4.76
3	F1max Traz. - Elem.415 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+-+	17.01	0.00	277.15	256.66
4	F1max Comp. - Elem.415 - Comb.9-5A) c.1 M1 X+++	-0.82	-0.03	-1.26	-11.49

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura aggiuntiva -

Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	17	0.00	0.00	149	0
2	457	0.00	0.00	-117	0
3	467	0.00	0.00	-115	0
4	-477	0.00	0.00	-5	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura aggiuntiva - Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.814 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.18	0.00	114.38	-18.34
2	M2min - Elem.808 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	0.41	0.00	201.83	25.26
3	F2max Traz. - Elem.808 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	0.69	0.00	203.06	29.06
4	F2max Comp. - Elem.419 - Comb.2-5A) c.1 M1 X+-+	-0.59	-0.51	-7.83	-8.81

7.3.3.7 Verifica a taglio muro d'ala sinistro (spessore 80cm)

La massima sollecitazione a taglio è stata individuata in condizione sismica ed è pari a $T=271\text{kN}$. La

verifica porge:

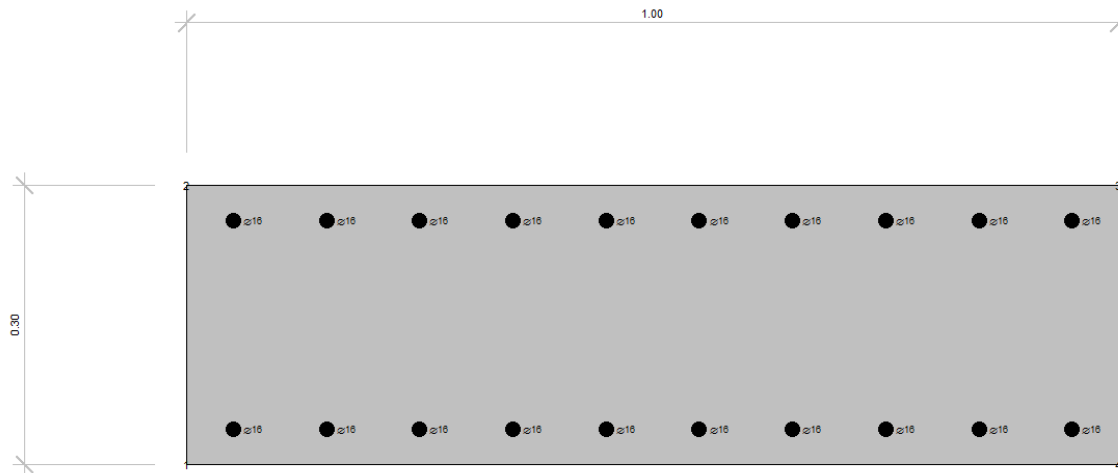
V_{Ed}	271.00	kN
N_{Ed}	0	kN
Rck	40	N/mm ²
f_{ck}	33.2	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{cd}	18.8	
b_w	1000	mm
h	800	mm

c	40	mm
d	760	mm
ϕ	16	mm
n°	20	
A _{sl}	4019.20	mm ²
ρ_l	0.005	
σ_{cp}	0.0	N/mm ²
k	1.5130	
v _{min}	0.3753	
	286.91	kN
	228.19	kN
V _{rd}	286.91	kN
SEZIONE VERIFICATA A TAGLIO		

7.3.4 ARMATURA ADOTTATA PER IL MURO D'ALA DI SINISTRO (SPESSORE 30cm)

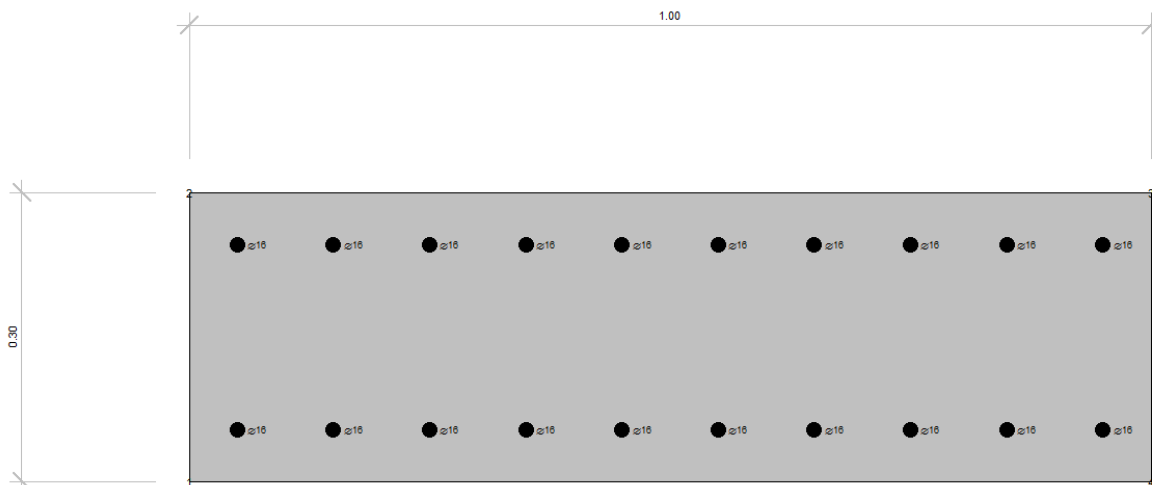
Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 (armatura orizzontale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	72.5	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	3.80	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c' (cm)	3.80	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	72.5	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro c (cm)	5.40	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ16/10	= 20.10
Copriferro armatura compressa c' (cm)	5.40	



7.3.5 VERIFICHE MURO D'ALA DI SINISTRO (SPESSORE 30cm)

7.3.5.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione –Direzione 1 (armatura orizzontale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-6865	-0.0035 (sez)	1574	0.01 (arm)
Mx	-186	0.01 (arm)	186	0.01 (arm)
My	-609	0.01 (arm)	609	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.402 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+ 2	205	0.00	0.00	159	0
2	M1min - Elem.862 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	138	0.00	0.00	-53	0
3	F1max Traz. - Elem.863 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	363	0.00	0.00	-26	0
4	F1max Comp. - Elem.400 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	-55	0.00	0.00	35	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.0255	armatura
2	2.7162	armatura
3	2.7014	armatura
4	6.3297	sezione

7.3.5.2 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione –Direzione 2 (armatura verticale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-6865	-0.0035 (sez)	1574	0.01 (arm)
Mx	-172	0.01 (arm)	172	0.01 (arm)
My	-609	-0.0035 (sez)	609	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.394 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	327	0.00	0.00	74	0
2	M2min - Elem.396 - Comb.26-1A) Ilc.1 V-A+ 2	146	0.00	0.00	-36	0
3	F2max Traz. - Elem.394 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	338	0.00	0.00	23	0
4	F2max Comp. - Elem.400 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	-206	0.00	0.00	14	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.6158	armatura
2	3.3892	sezione
3	2.9360	armatura
4	19.3649	sezione

7.3.5.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

DIREZIONE 1 – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	152	0.00	0.00	118	0
2	102	0.00	0.00	-39	0
3	269	0.00	0.00	-19	0
4	-41	0.00	0.00	26	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	170	0.00	0.00	86	0
2	102	0.00	0.00	-39	0
3	266	0.00	0.00	-19	0
4	-40	0.00	0.00	26	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	169	0.00	0.00	86 0
2	102	0.00	0.00	-39 0
3	265	0.00	0.00	-19 0
4	-40	0.00	0.00	26 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.402 - Comb.13b-2) Ilc.1 V-A+	-8.06	0.00	290.73	-61.18
2	M1min - Elem.862 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-2.52	0.00	109.44	-16.50
3	F1max Traz. - Elem.863 - Comb.12a-2) Ilc.1 V+A+	0.67	0.00	109.28	24.46
4	F1max Comp. - Elem.400 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-1.96	0.00	47.12	-18.28

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.867 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	-5.71	0.00	226.90	-40.30
2	M1min - Elem.862 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-2.52	0.00	109.52	-16.47
3	F1max Traz. - Elem.863 - Comb.10-3) Ilc.1 A+	0.58	0.00	108.98	23.27
4	F1max Comp. - Elem.400 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-1.96	0.00	47.19	-18.26

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.867 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-5.68	0.00	225.59	-40.19
2	M1min - Elem.862 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.52	0.00	109.54	-16.46
3	F1max Traz. - Elem.863 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.54	0.00	108.85	22.70
4	F1max Comp. - Elem.400 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.96	0.00	47.19	-18.26

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M1max - Elem.867 - Comb.10-3) Ilc.1 A+**

asse neutro: da x=-500.00 y=71.78 a x=500.00 y=71.78

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,ks,eff} = 114072.16 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

Tensione baricentrica = 226.90

Copriferro = 30.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000664$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 256.3188$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1702$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M1min - Elem.862 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da x=-500.00 y=232.71 a x=500.00 y=232.71

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c,ks,eff} = 115571.34 \quad \rho_{eff} = 0.0174$$

Tensione baricentrica = 109.52

Copriferro = 30.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000321$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 258.3469$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0828$ (<0.2000)

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.863 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 115571.34 \quad \rho_{eff} = 0.0174$$

Tensione baricentrica = 108.98

Copriferro = 30.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5353 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000319$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 269.3995$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0859$ (<0.2000)

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.400 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 100.50$ a $x = 500.00$ $y = 100.50$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 104501.51 \quad \rho_{eff} = 0.0192$$

Tensione baricentrica = 47.19

Copriferro = 30.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000138$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 243.3714$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0336$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.867 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 71.87$ a $x = 500.00$ $y = 71.87$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 114043.53 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

Tensione baricentrica = 225.59

Copriferro = 30.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000660$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 256.2800$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1692$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.862 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 232.73$ a $x = 500.00$ $y = 232.73$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{c_{ls,eff}} = 115577.34 \quad \rho_{eff} = 0.0174$$

Tensione baricentrica = 109.54

Copriferro = 30.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000321$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 258.3550$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0828$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.863 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 115577.34$ $\rho_{eff} = 0.0174$

Tensione baricentrica = 108.85

Copriferro = 30.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5327$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000319$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 268.5953$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0856$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.400 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 100.50$ a $x = 500.00$ $y = 100.50$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 104501.51$ $\rho_{eff} = 0.0192$

Tensione baricentrica = 47.19

Copriferro = 30.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000138$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 243.3714$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0336$ (<0.2000)

DIREZIONE 2 - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	243	0.00	0.00	55	0
2	108	0.00	0.00	-27	0
3	251	0.00	0.00	17	0
4	-153	0.00	0.00	10	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	242	0.00	0.00	55	0
2	109	0.00	0.00	-27	0
3	248	0.00	0.00	17	0
4	-151	0.00	0.00	10	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
-------	---	--------	--------	----	----

1	242	0.00	0.00	55	0
2	109	0.00	0.00	-27	0
3	247	0.00	0.00	17	0
4	-151	0.00	0.00	10	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.394 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-4.16	0.00	190.43	-6.93
2	M2min - Elem.396 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-2.07	0.00	90.53	-4.35
3	F2max Traz. - Elem.394 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.28	0.00	105.38	19.86
4	F2max Comp. - Elem.400 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-0.97	0.00	-0.93	-11.55

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.394 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-4.16	0.00	190.30	-6.98
2	M2min - Elem.396 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.07	0.00	90.71	-4.29
3	F2max Traz. - Elem.394 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.32	0.00	105.04	19.31
4	F2max Comp. - Elem.400 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.97	0.00	-0.86	-11.51

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.394 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.16	0.00	190.27	-6.99
2	M2min - Elem.396 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.07	0.00	90.74	-4.28
3	F2max Traz. - Elem.394 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.36	0.00	105.25	18.84
4	F2max Comp. - Elem.400 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.97	0.00	-0.84	-11.50

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.394 - Comb.3-3) Id.1 V+A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=60.79$ a $x=500.00$ $y=60.79$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cs,eff} = 133735.46 \quad \rho_{eff} = 0.0150$$

Tensione baricentrica = 190.30

Copriferro = 46.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000557$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 337.3196$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1879$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.396 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=237.33$ a $x=500.00$ $y=237.33$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$$A_{cs,eff} = 133111.16 \quad \rho_{eff} = 0.0151$$

Tensione baricentrica = 90.71

Copriferro = 46.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 16.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000266$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 336.4750$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0893$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Traz. - Elem.394 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=10.76$ a $x=500.00$ $y=10.76$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 150414.78$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = 105.04

Copriferro = 46.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000307$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 359.8837$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1106$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Comp. - Elem.400 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=261.49$ a $x=500.00$ $y=261.49$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 66835.32$ $\rho_{eff} = 0.0301$

Tensione baricentrica = -0.86

Copriferro = 46.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.8160$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0006$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.394 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=60.80$ a $x=500.00$ $y=60.80$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 133732.29$ $\rho_{eff} = 0.0150$

Tensione baricentrica = 190.27

Copriferro = 46.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000557$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 337.3153$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1878$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.396 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=237.35$ a $x=500.00$ $y=237.35$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62

$A_{cls,eff} = 133117.75$ $\rho_{eff} = 0.0151$

Tensione baricentrica = 90.74

Copriferro = 46.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000266$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 336.4840$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0894$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Traz. - Elem.394 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 12.13$ a $x = 500.00$ $y = 12.13$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62
 $A_{cls,eff} = 149957.69$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = 105.25

Copriferro = 46.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000308$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 359.2653$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1107$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Comp. - Elem.400 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 261.16$ a $x = 500.00$ $y = 261.16$

Armature efficaci: Area totale = 2010.62
 $A_{cls,eff} = 66945.53$ $\rho_{eff} = 0.0300$

Tensione baricentrica = -0.84

Copriferro = 46.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 16.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000002$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.9651$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0006$ (< 0.2000)

7.3.5.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	174	0.00	0.00	141	0
2	138	0.00	0.00	-47	0
3	361	0.00	0.00	-23	0
4	-64	0.00	0.00	30	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M1max - Elem.402 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-9.67	0.00	346.20	-73.75
2	M1min - Elem.862 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-2.97	0.00	135.17	-18.51
3	F1max Traz. - Elem.863 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	1.43	0.00	140.84	38.71
4	F1max Comp. - Elem.400 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-2.27	0.00	50.00	-21.87

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	333	0.00	0.00	66	0

2	152	0.00	0.00	-31	0
3	341	0.00	0.00	22	0
4	-211	0.00	0.00	11	0

Tensioni massime nei materiali – Direzione 2:

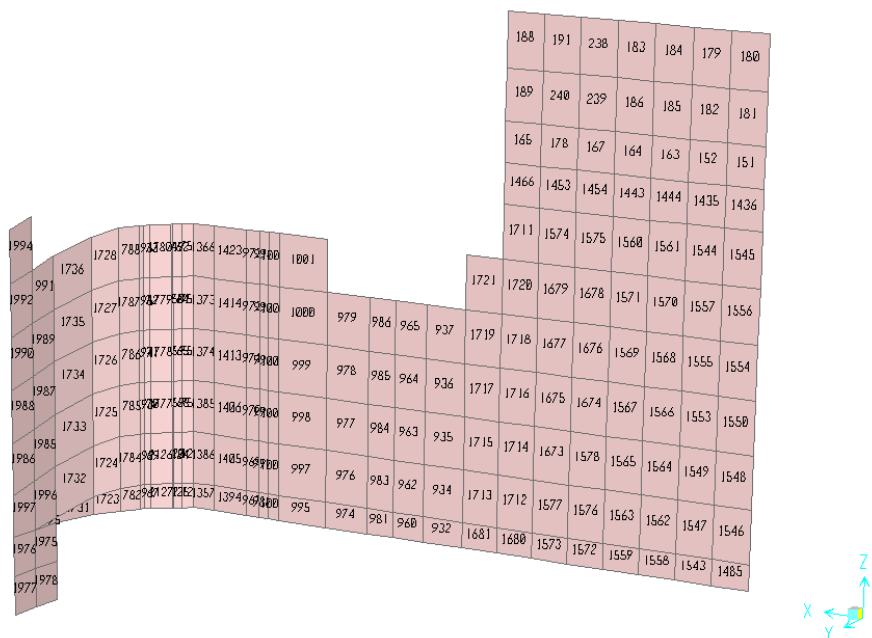
Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.394 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-4.92	0.00	240.99	-4.73
2	M2min - Elem.396 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.33	0.00	112.03	-2.64
3	F2max Traz. - Elem.394 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.24	0.00	141.69	28.28
4	F2max Comp. - Elem.400 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-1.17	0.00	-3.14	-14.43

7.3.5.5 Verifica a taglio muro d'ala sinistro (spessore 30cm)

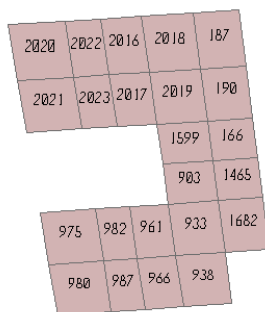
La massima sollecitazione a taglio è stata individuata in condizione statiche ed è pari a $T=130\text{kN}$. La verifica porge:

V_{Ed}	130.00	kN
N_{Ed}	0	kN
R_{ck}	40	N/mm^2
f_{ck}	33.2	N/mm^2
γ_c	1.5	
f_{cd}	18.8	
b_w	1000	mm
h	300	mm
c	40	mm
d	260	mm
ϕ	16	mm
n°	10	
A_{sl}	2009.60	mm^2
ρ_l	0.008	
σ_{cp}	0.0	N/mm^2
k	1.8771	
v_{min}	0.5186	
	172.74	kN
	134.84	kN
V_{rd}	172.74	kN
SEZIONE VERIFICATA A TAGLIO		

7.3.6 NUMERAZIONE ELEMENTI RISVOLTO DESTRO



Elementi Armatura di base

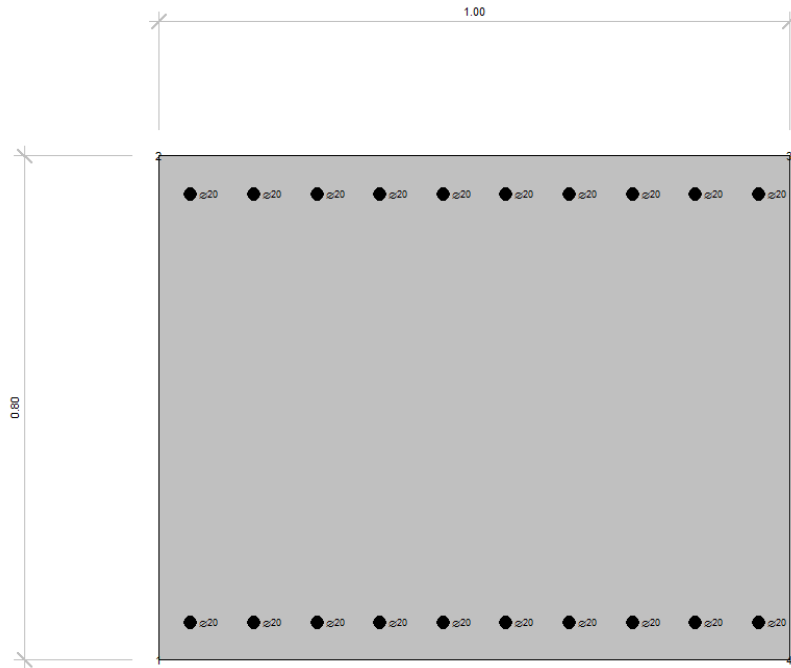


Elementi Armatura Aggiuntiva

7.3.7 ARMATURA ADOTTATA PER IL RISVOLTO DESTRO (SPESSORE 80cm)

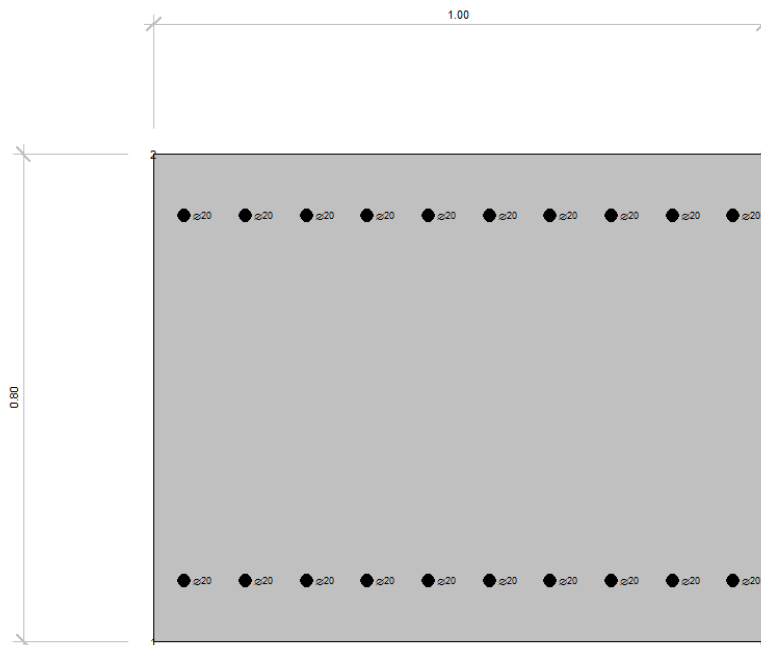
Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 Armatura di base (armatura orizzontale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ20/10	= 31.40
Copri ferro c (cm)	4.00	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ20/10	= 31.40
Copri ferro c' (cm)	4.00	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 Armatura di base (armatura verticale):

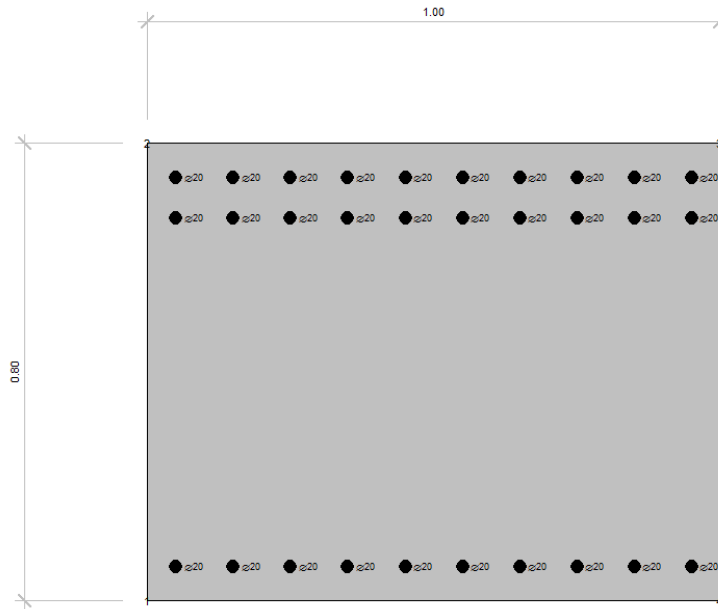
Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.00	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm ²)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro c (cm)	6.00	
Armatura compressa – lato contro terra (cm ²)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro armatura compressa c' (cm)	6.00	



Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione 1 Armatura aggiuntiva (armatura orizzontale):

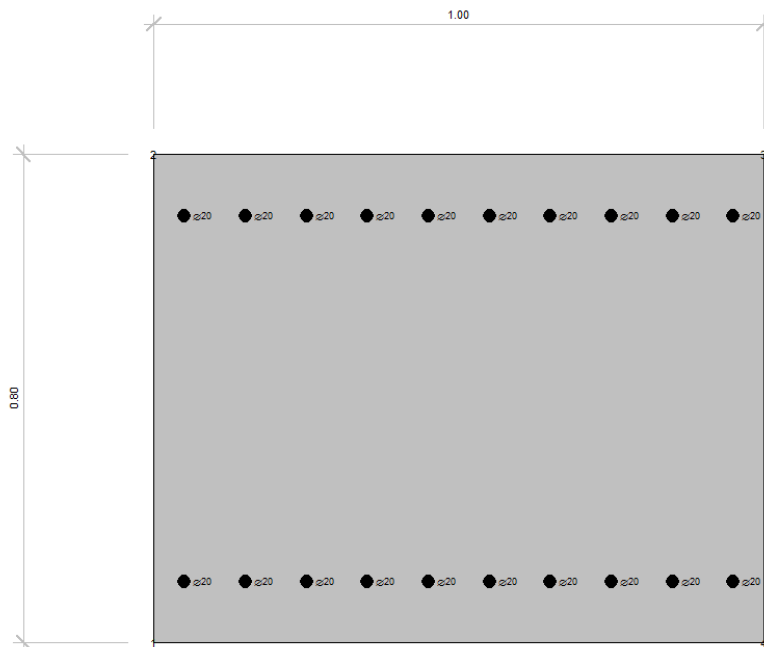
Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	

Armatura tesa – lato fuori terra (cm2)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro c (cm)	4.00	
Armatura compressa – lato contro terra (cm2)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro c' (cm)	4.00	
Armatura compressa aggiuntiva– lato contro terra (cm2)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro c' (cm)	12.00	



Caratteristiche geometriche della sezione - Direzione 2 Armatura aggiuntiva (armatura verticale):

Larghezza b (cm)	100.0	
Altezza h (cm)	80.0	
Armatura tesa – lato fuori terra (cm2)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro c (cm)	6.00	
Armatura compressa – lato contro terra (cm2)	1Φ20/10	= 31.40
Copriferro armatura compressa c' (cm)	6.00	



7.3.8 VERIFICHE MURO D'ALA DI SINISTRO (SPESSORE 80cm)

7.3.8.1 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 1 (armatura orizzontale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-16569	-0.0035 (sez)	2459	0.01 (arm)
Mx	-855	0.01 (arm)	855	0.01 (arm)
My	-1005	0.01 (arm)	1005	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.188 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-16	0.00	0.00	381	0
2	M1min - Elem.184 - Comb.26-1A) IIc.1 V-A+ 2	17	0.00	0.00	-114	0
3	F1max Traz. - Elem.1773 - Comb.34b-1A) IIa.2 V-A+ 2	577	0.00	0.00	20	0
4	F1max Comp. - Elem.1975 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-296	0.00	0.00	91	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.2753	armatura
2	7.1589	armatura
3	3.8609	armatura
4	23.6725	sezione

7.3.8.2 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA DI BASE Direzione 2 (armatura verticale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-16569	-0.0035 (sez)	2459	0.01 (arm)
Mx	-808	0.01 (arm)	808	0.01 (arm)
My	-1005	0.01 (arm)	1005	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
------	-------	---	--------	--------	----	----

1	M2max - Elem.1485 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-603	0.00	0.00	670	0
2	M2min - Elem.1554 - Comb.24-1A) IId.1 V+A+ 2	-211	0.00	0.00	-371	0
3	F2max Traz. - Elem.2123 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	770	0.00	0.00	-75	0
4	F2max Comp. - Elem.1995 - Comb.24-1A) IId.1 V+A+ 2	-1827	0.00	0.00	229	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.6427	armatura
2	2.6262	sezione
3	2.4313	armatura
4	6.2141	sezione

7.3.8.3 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 1 (armatura orizzontale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-16743	-0.0035 (sez)	2662	0.01 (arm)
Mx	-875	0.01 (arm)	1580	-0.0035 (sez)
My	-1432	0.01 (arm)	1432	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M1max - Elem.982 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-85	0.00	0.00	1259	0
2	M1min - Elem.1682 - Comb.5-1A) Id.1 V+A+ 1	-78	0.00	0.00	28	0
3	F1max Traz. - Elem.2020 - Comb.34b-1A) IId.2 V-A+ 2	391	0.00	0.00	412	0
4	F1max Comp. - Elem.975 - Comb.68b-1A) IIIa.2 V-A+F- 2	-522	0.00	0.00	252	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.2821	armatura
2	83.3274	sezione
3	2.9445	armatura
4	9.7779	sezione

7.3.8.4 Verifiche allo stato limite ultimo per Presso-Flessione – ARMATURA aggiuntiva Direzione 2 (armatura verticale)

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-16569	-0.0035 (sez)	2459	0.01 (arm)
Mx	-808	0.01 (arm)	808	0.01 (arm)
My	-1005	0.01 (arm)	1005	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.903 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-52	0.00	0.00	688	0
2	M2min - Elem.966 - Comb.24-1A) IId.1 V+A+ 2	-345	0.00	0.00	-314	0
3	F2max Traz. - Elem.2021 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	189	0.00	0.00	7	0
4	F2max Comp. - Elem.980 - Comb.18b-1A) IId.1 V-A+ 2	-772	0.00	0.00	-22	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.2046	armatura
2	3.8067	sezione
3	11.5810	armatura
4	19.5996	sezione

7.3.8.5 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

DIREZIONE 1 Armatura di base – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-12	0.00	0.00	282 0
2	12	0.00	0.00	-83 0
3	425	0.00	0.00	16 0
4	-219	0.00	0.00	67 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-7	0.00	0.00	222 0
2	-18	0.00	0.00	-58 0
3	363	0.00	0.00	68 0
4	-189	0.00	0.00	57 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-4	0.00	0.00	185 0
2	-18	0.00	0.00	-49 0
3	316	0.00	0.00	112 0
4	-172	0.00	0.00	51 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M1max - Elem.188 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-3.21	0.00	131.11	-33.55
2 M1min - Elem.184 - Comb.13b-2) IId.1 V-A+	-0.92	0.00	40.89	-9.43
3 F1max Traz. - Elem.1773 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	3.93	0.00	74.90	60.29
4 F1max Comp. - Elem.1975 - Comb.12a-2) IId.1 V+A+	-0.84	0.00	6.51	-11.03

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M1max - Elem.188 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.64	0.00	106.04	-25.02
2 M1min - Elem.1560 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.71	0.00	25.31	-6.98
3 F1max Traz. - Elem.1749 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	1.15	0.00	90.87	24.68
4 F1max Comp. - Elem.1975 - Comb.10-3) IId.1 A+	-0.73	0.00	5.35	-9.25

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M1max - Elem.188 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.20	0.00	88.64	-20.80
2 M1min - Elem.1560 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.60	0.00	20.97	-5.97
3 F1max Traz. - Elem.1756 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.62	0.00	104.33	2.12
4 F1max Comp. - Elem.1975 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.65	0.00	4.60	-8.30

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M1max - Elem.188 - Comb.11-3) IId.1 A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=197.88$ a $x=500.00$ $y=197.88$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c,eff} = 205934.04 \quad \rho_{eff} = 0.0153$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 106.04$$

$$\text{Copri ferro} = 63.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000310$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 437.0729$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1356$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M1min - Elem.1560 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=585.66$ a $x=500.00$ $y=585.66$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59
 $A_{cfs,eff} = 205934.04$ $\rho_{eff} = 0.0153$

Tensione baricentrica = 25.31

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000074$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 437.0729$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0324$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.1749 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59
 $A_{cfs,eff} = 205934.04$ $\rho_{eff} = 0.0153$

Tensione baricentrica = 24.68

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5880$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000072$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 476.2868$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0344$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.1975 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 487.25$ a $x = 500.00$ $y = 487.25$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59
 $A_{cfs,eff} = 177249.20$ $\rho_{eff} = 0.0177$

Tensione baricentrica = 5.35

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000016$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 406.0286$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0064$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.188 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 197.31$ a $x = 500.00$ $y = 197.31$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59
 $A_{cfs,eff} = 205934.04$ $\rho_{eff} = 0.0153$

Tensione baricentrica = 88.64

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000259$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 437.0729$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1134$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.1560 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 582.16$ a $x = 500.00$ $y = 582.16$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{c_{ls,eff}} = 205934.04$ $\rho_{eff} = 0.0153$

Tensione baricentrica = 20.97

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000061$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 437.0729$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0268$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.1756 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 59.45$ a $x = 500.00$ $y = 59.45$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{c_{ls,eff}} = 205934.04$ $\rho_{eff} = 0.0153$

Tensione baricentrica = 104.33

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000305$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 437.0729$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1335$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.1975 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 493.86$ a $x = 500.00$ $y = 493.86$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{c_{ls,eff}} = 175046.72$ $\rho_{eff} = 0.0179$

Tensione baricentrica = 4.60

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000013$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 403.6449$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0054$ (< 0.2000)

DIREZIONE 2 Armatura di base - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-446	0.00	0.00	494	0

2	-156	0.00	0.00	-273	0
3	575	0.00	0.00	-56	0
4	-1349	0.00	0.00	169	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-643	0.00	0.00	390	0
2	-152	0.00	0.00	-228	0
3	413	0.00	0.00	-46	0
4	-1136	0.00	0.00	142	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-573	0.00	0.00	343	0
2	-146	0.00	0.00	-208	0
3	314	0.00	0.00	-32	0
4	-1011	0.00	0.00	123	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1485 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-6.72	0.00	183.63	-60.17
2	M2min - Elem.1554 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.68	0.00	114.43	-30.94
3	F2max Traz. - Elem.2123 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	3.47	0.00	120.98	61.88
4	F2max Comp. - Elem.1995 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.83	-0.18	-7.72	-37.53

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1976 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-4.71	0.00	94.66	-59.39
2	M2min - Elem.1554 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.64	0.00	84.00	-31.25
3	F2max Traz. - Elem.2123 - Comb.11-3) IId.1 A+	2.78	0.00	86.71	44.75
4	F2max Comp. - Elem.1995 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.32	-0.22	-5.33	-32.78

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1976 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-4.14	0.00	82.38	-52.32
2	M2min - Elem.1554 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.42	0.00	75.63	-28.65
3	F2max Traz. - Elem.2122 - Comb.2-4) Id.1 A+	2.22	0.00	64.57	35.38
4	F2max Comp. - Elem.1995 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.04	-0.22	-5.07	-28.85

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.1976 - Comb.10-3) IIc.1 A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=320.10$ a $x=500.00$ $y=320.10$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c,s,eff} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

Tensione baricentrica = 94.66

Copri ferro = 41.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000277$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 332.5823$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0921$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1554 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=559.73$ a $x=500.00$ $y=559.73$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c,s,eff} = 178500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

Tensione baricentrica = 84.00

Copriferro = 41.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000246$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 332.5823$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0818$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Traz. - Elem.2123 - Comb.11-3) IIc.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = 86.71

Copriferro = 41.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.7322$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000254$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 422.2898$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1072$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Comp. - Elem.1995 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = -32.78

Copriferro = 41.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000096$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 332.5823$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0319$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1976 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 322.12$ a $x = 500.00$ $y = 322.12$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = 82.38

Copriferro = 41.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000241$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 332.5823$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0802$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1554 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=557.20$ a $x=500.00$ $y=557.20$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cfs,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = 75.63

Copriferro = 41.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000221$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 332.5823$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0736$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Traz. - Elem.2122 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cfs,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = 64.57

Copriferro = 41.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.7492$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000189$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 428.8811$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0810$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Comp. - Elem.1995 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cfs,eff} = 178500.00$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = -28.85

Copriferro = 41.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000084$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 332.5823$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0281$ (<0.2000)

DIREZIONE 1 Armatura aggiuntiva – Orizzontale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-64	0.00	0.00	930	0
2	-78	0.00	0.00	34	0
3	288	0.00	0.00	305	0
4	-389	0.00	0.00	186	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-47	0.00	0.00	704 0
2	-78	0.00	0.00	44 0
3	247	0.00	0.00	280 0
4	-360	0.00	0.00	186 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-30	0.00	0.00	568 0
2	-78	0.00	0.00	47 0
3	170	0.00	0.00	259 0
4	-338	0.00	0.00	209 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.982 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-9.08	0.00	249.29	-104.90
2	M1min - Elem.1682 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-0.39	0.00	4.07	-5.04
3	F1max Traz. - Elem.2020 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-2.57	0.00	106.24	-26.75
4	F1max Comp. - Elem.975 - Comb.26b-2) IIIa.1 V-A+F-	-2.11	0.00	24.38	-27.08

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.982 - Comb.11-3) IId.1 A+	-7.18	0.00	193.99	-77.39
2	M1min - Elem.1682 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.51	0.00	6.78	-6.14
3	F1max Traz. - Elem.2020 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.53	0.00	98.59	-24.20
4	F1max Comp. - Elem.975 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.15	0.00	26.78	-26.35

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.982 - Comb.2-4) Id.1 A+	-5.78	0.00	157.14	-62.27
2	M1min - Elem.1682 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.54	0.00	7.58	-6.48
3	F1max Traz. - Elem.2020 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.42	0.00	86.37	-23.98
4	F1max Comp. - Elem.975 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.38	0.00	34.26	-28.70

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M1max - Elem.982 - Comb.11-3) IId.1 A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=259.51$ a $x=500.00$ $y=259.51$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$$A_{c,s,eff} = 253164.56 \quad \rho_{eff} = 0.0248$$

Tensione baricentrica = 179.47

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000525$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 351.1941$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1845$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M1min - Elem.1682 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=383.81$ a $x=500.00$ $y=383.81$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$$A_{c,s,eff} = 211731.27 \quad \rho_{eff} = 0.0297$$

Tensione baricentrica = 6.09

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000018$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 328.7735$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0059$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Traz. - Elem.2020 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 201.90$ a $x = 500.00$ $y = 201.90$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$A_{cls,eff} = 255500.00$ $\rho_{eff} = 0.0246$

Tensione baricentrica = 92.01

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000269$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 352.4579$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0949$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F1max Comp. - Elem.975 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 397.38$ a $x = 500.00$ $y = 397.38$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$A_{cls,eff} = 207205.40$ $\rho_{eff} = 0.0303$

Tensione baricentrica = 23.93

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000070$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 326.3244$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0229$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1max - Elem.982 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 258.61$ a $x = 500.00$ $y = 258.61$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$A_{cls,eff} = 253462.23$ $\rho_{eff} = 0.0248$

Tensione baricentrica = 145.39

Copriferro = 63.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000426$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 351.3552$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1495$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M1min - Elem.1682 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=374.54$ a $x=500.00$ $y=374.54$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$$A_{cls,eff} = 214819.39 \quad \rho_{eff} = 0.0292$$

Tensione baricentrica = 6.82

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000020$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 330.4445$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0066$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Traz. - Elem.2020 - Comb.1-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=215.11$ a $x=500.00$ $y=215.11$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$$A_{cls,eff} = 255500.00 \quad \rho_{eff} = 0.0246$$

Tensione baricentrica = 80.47

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000236$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 352.4579$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0830$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: F1max Comp. - Elem.975 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=371.11$ a $x=500.00$ $y=371.11$

Armature efficaci: Area totale = 6283.19

$$A_{cls,eff} = 215962.57 \quad \rho_{eff} = 0.0291$$

Tensione baricentrica = 30.89

Copriferro = 63.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000090$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 331.0631$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0299$ (< 0.2000)

DIREZIONE 2 Armatura aggiuntiva - Verticale

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-38	0.00	0.00	506	0
2	-256	0.00	0.00	-232	0
3	140	0.00	0.00	3	0
4	-568	0.00	0.00	-17	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
-------	---	--------	--------	----	----

1	-47	0.00	0.00	240	0
2	-272	0.00	0.00	-199	0
3	134	0.00	0.00	-10	0
4	-512	0.00	0.00	-17	0

Sollecitazioni di progetto - q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-55	0.00	0.00	201	0
2	-277	0.00	0.00	-179	0
3	131	0.00	0.00	-8	0
4	-432	0.00	0.00	-2	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.903 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-6.69	0.00	250.77	-50.13
2	M2min - Elem.966 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.16	0.00	79.42	-29.27
3	F2max Traz. - Elem.2021 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	1.33	0.00	24.05	20.55
4	F2max Comp. - Elem.980 - Comb.9b-2) IIa.1 V-A+	-0.77	-0.50	-8.06	-11.01

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.903 - Comb.11-3) IId.1 A+	-3.20	0.00	114.61	-24.50
2	M2min - Elem.966 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.73	0.00	61.09	-26.14
3	F2max Traz. - Elem.2021 - Comb.11-3) IId.1 A+	0.95	0.00	26.65	16.00
4	F2max Comp. - Elem.980 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-0.71	-0.44	-7.10	-10.08

Verifiche alle tensioni - q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.903 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.69	0.00	93.59	-20.99
2	M2min - Elem.966 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.45	0.00	50.62	-24.13
3	F2max Traz. - Elem.2021 - Comb.2-4) Id.1 A+	1.01	0.00	25.11	16.59
4	F2max Comp. - Elem.980 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.50	-0.47	-7.07	-7.42

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.903 - Comb.11-3) IId.1 A+**

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=206.33$ a $x=500.00$ $y=206.33$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c,ls,eff} = 233934.04 \quad \rho_{eff} = 0.0134$$

Tensione baricentrica = 114.61

Copri ferro = 91.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000335$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 562.5760$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1887$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.966 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-500.00$ $y=519.78$ a $x=500.00$ $y=519.78$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c,ls,eff} = 233934.04 \quad \rho_{eff} = 0.0134$$

Tensione baricentrica = 61.09

Copri ferro = 91.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000179$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 562.5760$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1006$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Traz. - Elem.2021 - Comb.11-3) IIa.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{c,s,eff} = 233934.04$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = 26.65

Copriferro = 91.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.7497$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000078$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 689.0034$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0537$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: F2max Comp. - Elem.980 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{c,s,eff} = 233934.04$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = -7.10

Copriferro = 91.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000021$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 562.5760$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0117$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.903 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 210.55$ a $x = 500.00$ $y = 210.55$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{c,s,eff} = 233934.04$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = 93.59

Copriferro = 91.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000274$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 562.5760$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1541$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.966 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -500.00$ $y = 505.96$ a $x = 500.00$ $y = 505.96$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59
 $A_{cfs,eff} = 233934.04$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = 50.62

Copriferro = 91.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000148$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 562.5760$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0834$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Traz. - Elem.2021 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59
 $A_{cfs,eff} = 233934.04$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = 25.11

Copriferro = 91.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.7854$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000073$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 707.0893$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0520$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: F2max Comp. - Elem.980 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3141.59
 $A_{cfs,eff} = 233934.04$ $\rho_{eff} = 0.0134$

Tensione baricentrica = -7.07

Copriferro = 91.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 33642.78

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 3.10$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000021$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 562.5760$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0116$ (<0.2000)

7.3.8.6 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura di base -

Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	62	0.00	0.00	376	0
2	157	0.00	0.00	-144	0
3	395	0.00	0.00	154	0
4	-197	0.00	0.00	75	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura di base - Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.986 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	-4.40	0.00	190.80	-40.25
2	M1min - Elem.1749 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--	-1.49	0.00	93.61	-10.67
3	F1max Traz. - Elem.1749 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-1.00	0.00	136.93	0.22
4	F1max Comp. - Elem.1975 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-0.96	0.00	11.33	-11.81

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura di base -

Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-516	0.00	0.00	765	0
2	-414	0.00	0.00	-329	0
3	553	0.00	0.00	-48	0
4	-1146	0.00	0.00	-30	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura di base - Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1485 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-8.88	0.00	280.93	-104.94
2	M2min - Elem.986 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--	-3.93	0.00	95.31	-48.40
3	F2max Traz. - Elem.2122 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	4.21	0.00	109.72	66.31
4	F2max Comp. - Elem.1988 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	-1.50	-1.06	-16.35	-22.11

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura aggiuntiva -

Direzione 1:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-268	0.00	0.00	1334	0
2	-54	0.00	0.00	12	0
3	252	0.00	0.00	147	0
4	-450	0.00	0.00	404	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura aggiuntiva - Direzione 1:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M1max - Elem.2023 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--	-13.78	0.00	353.60	-150.40
2	M1min - Elem.1682 - Comb.21-5A) d.1 M1 Y+++	-0.15	0.00	0.35	-2.04
3	F1max Traz. - Elem.2020 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.12	0.00	62.08	-8.83
4	F1max Comp. - Elem.975 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	-4.47	0.00	79.88	-52.36

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico – Armatura aggiuntiva -

Direzione 2:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-26	0.00	0.00	651	0
2	-358	0.00	0.00	-318	0
3	197	0.00	0.00	-28	0
4	-515	0.00	0.00	193	0

Tensioni massime nei materiali – Armatura aggiuntiva - Direzione 2:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.903 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	-8.61	0.00	326.51	-63.31
2	M2min - Elem.966 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--	-4.35	0.00	108.22	-40.18
3	F2max Traz. - Elem.2021 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--	0.76	0.00	46.26	16.45
4	F2max Comp. - Elem.961 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--	-2.60	0.00	29.46	-29.05

7.3.8.7 Verifica a taglio risolto destro

La massima sollecitazione a taglio è stata individuata in condizione statiche ed è pari a $T=538\text{kN}$.

L'entità di tale sollecitazione richiede un'apposita armatura a taglio dei risvolti tramite spille: $\phi 12$ in numero di $10/\text{m}^2$. La verifica infatti porge:

V_{rd} = 597.19 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 532.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 597.19 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1751.50 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"

$$N_{ed} = 0.00 \quad \text{kN}$$

Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

$$\theta = 21.80 \quad ^\circ$$

Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave

$$b = 100.00 \quad \text{cm}$$

Larghezza utile della sezione

$$d = 75.00 \quad \text{cm}$$

Altezza utile della sezione

$$\phi_{staf} = 12 \quad \text{mm}$$

Diametro staffe

$$A_{sw} = 565.2 \quad \text{mm}^2$$

Area armatura trasversale

$$5 \quad \text{cm}$$

n° braccia staffe

$$s = 50 \quad \text{cm}$$

Interasse tra due armature trasversali consecutive

$$\alpha = 90 \quad ^\circ$$

angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave

$$f_{yk} = 450 \quad \text{N/mm}^2$$

Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

7.4 PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA

7.4.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL PARAGHIAIA

Si riporta di seguito lo schema della numerazione degli elementi frame individuati nel programma di calcolo.

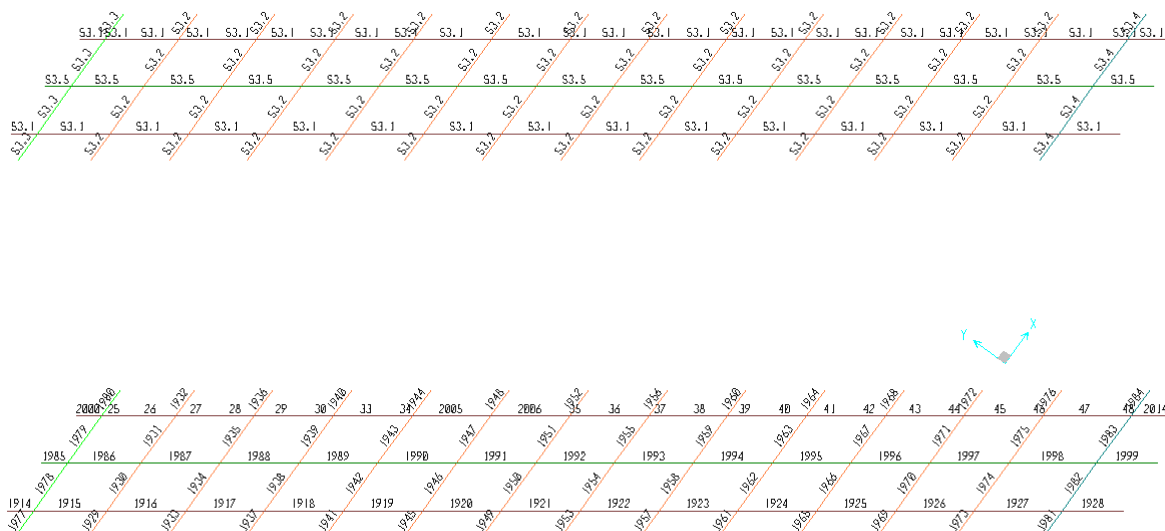


Figura 7.1 Fondazione paraghiaia

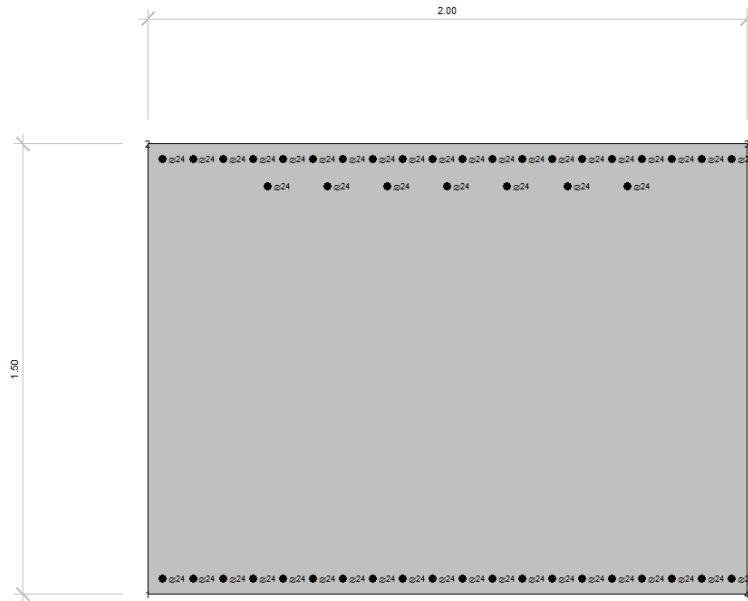
Di seguito si procederà alle verifiche degli elementi con cui si è operata la schematizzazione della platea in oggetto. In senso longitudinale al ponte essa è stata suddivisa in 12 frame (elementi S3.2) di larghezza 300cm e 2 frame (elementi S3.3 e S3.4) di larghezza rispettivamente 150cm e 125cm e altezza pari a quella della platea stessa (150cm). In senso trasversale invece si sono ricavati 3 elementi frame (elementi S3.1 e S3.5) di larghezza rispettivamente 200cm e 1.60cm in modo da coprire l'intera larghezza della platea pari a complessivi 560cm.

7.4.2 ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.1

7.4.2.1 Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S3.1):

Larghezza b (cm)	200.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ24/10	= 90.40
Copriferro c (cm)	7.60	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ24/10	= 90.40
Copriferro c' (cm)	7.60	
Armatura aggiuntiva intradosso (sotto i pali) (cm ²)	7Φ24	= 31.64
Copriferro armatura intradosso c' ₁ (cm)	14.60	



7.4.2.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-49524	-0.0035 (sez)	7222	0.01 (arm)
Mx	-4897	0.01 (arm)	6504	0.01 (arm)
My	-6497	0.01 (arm)	6497	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.47 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	1810	0.00	0.00	2675	0
2	M3min - Elem.41 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	1057	0.00	0.00	1081	0
3	Pmax Traz. - Elem.1927 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	3752	0.00	0.00	1588	0
4	Pmax Comp. - Elem.2005 - Comb.2-1A) Ic.1 V+A+ 2	-552	0.00	0.00	260	0
5	smax - Elem.1927 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	3752	0.00	0.00	1588	0
6	smin - Elem.2005 - Comb.2-1A) Ic.1 V+A+ 2	-552	0.00	0.00	260	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.6610	armatura
2	3.6029	armatura
3	1.5612	armatura
4	45.2918	sezione
5	1.5612	armatura
6	45.2918	sezione

7.4.2.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1340	0.00	0.00	1969	0
2	785	0.00	0.00	795	0
3	2770	0.00	0.00	1178	0
4	-401	0.00	0.00	192	0
5	2770	0.00	0.00	1178	0
6	-401	0.00	0.00	192	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1235	0.00	0.00	1720	0

2	994	0.00	0.00	719	0
3	2193	0.00	0.00	1198	0
4	-301	0.00	0.00	185	0
5	2193	0.00	0.00	1198	0
6	-301	0.00	0.00	290	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1543	0.00	0.00	1436	0
2	971	0.00	0.00	625	0
3	1867	0.00	0.00	1199	0
4	-271	0.00	0.00	170	0
5	1867	0.00	0.00	1199	0
6	-271	0.00	0.00	220	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.47 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+	-2.28	0.00	177.05	-26.98
2	M3min - Elem.41 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+	-0.72	0.00	81.39	-7.62
3	Pmax Traz. - Elem.1927 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	3.42	0.00	187.46	56.02
4	Pmax Comp. - Elem.2005 - Comb.1-2) Ic.1 V+A+	-0.35	0.00	1.78	-4.98
5	smax - Elem.1927 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	3.42	0.00	187.46	56.02
6	smin - Elem.2005 - Comb.1-2) Ic.1 V+A+	-0.35	0.00	1.78	-4.98

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.47 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-1.95	0.00	157.23	-22.79
2	M3min - Elem.1923 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-0.29	0.00	85.48	-1.29
3	Pmax Traz. - Elem.1927 - Comb.11-3) IId.1 A+	1.20	0.00	164.78	23.11
4	Pmax Comp. - Elem.2005 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-0.33	0.00	2.97	-4.62
5	smax - Elem.1927 - Comb.11-3) IId.1 A+	1.20	0.00	164.78	23.11
6	smin - Elem.2005 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-0.50	0.00	8.51	-6.94

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1926 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.17	0.00	152.23	-11.76
2	M3min - Elem.1923 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.00	0.00	78.80	2.66
3	Pmax Traz. - Elem.1927 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.01	0.00	151.34	5.32
4	Pmax Comp. - Elem.2005 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.30	0.00	2.83	-4.23
5	smax - Elem.1927 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.01	0.00	151.34	5.32
6	smin - Elem.2005 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.38	0.00	5.37	-5.35

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.47 - Comb.8b-3) Ila.1 A+

asse neutro: da x=-1000.00 y=227.24 a x=1000.00 y=227.24

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 154.23

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000620$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1526$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1923 - Comb.8b-3) Ila.1 A+

asse neutro: da x=-1000.00 y=70.86 a x=1000.00 y=70.86

Armature efficaci: Area totale = 12214.51
 $A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 84.04

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000278$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0684$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1927 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 12214.51
 $A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 162.42

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5531$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000660$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 258.5348$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1707$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.2005 - Comb.9a-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 901.76$ a $x = 1000.00$ $y = 901.76$

Armature efficaci: Area totale = 12214.51
 $A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 2.85

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000008$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0021$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1927 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 12214.51
 $A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 162.42

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5531$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000660$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 258.5348$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1707$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.2005 - Comb.9a-3) Iib.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 678.74$ a $x = 1000.00$ $y = 678.74$

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{c,s,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 8.26

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000024$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0059$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1926 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 150.41$ a $x = 1000.00$ $y = 150.41$

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{c,s,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 149.50

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000597$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1470$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1923 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 1.16$ a $x = 1000.00$ $y = 1.16$

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{c,s,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 77.53

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000246$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0606$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1927 - Comb.2-4) Id.1 A+

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{c,s,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 148.91

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5003$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000594$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1918$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1463$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.2005 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 888.73$ a $x = 1000.00$ $y = 888.73$

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 2.72

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000008$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0020$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1927 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 148.91

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5003$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000594$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1918$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1463$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.2005 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 748.74$ a $x = 1000.00$ $y = 748.74$

Armature efficaci: Area totale = 12214.51

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0349$

Tensione baricentrica = 5.19

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000015$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 246.1101$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0037$ (< 0.2000)

7.4.2.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	2680	0.00	0.00	2024	0
2	500	0.00	0.00	960	0
3	5782	0.00	0.00	1523	0
4	-1815	0.00	0.00	490	0
5	5782	0.00	0.00	1523	0
6	-1815	0.00	0.00	490	0

Tensioni massime nei materiali:

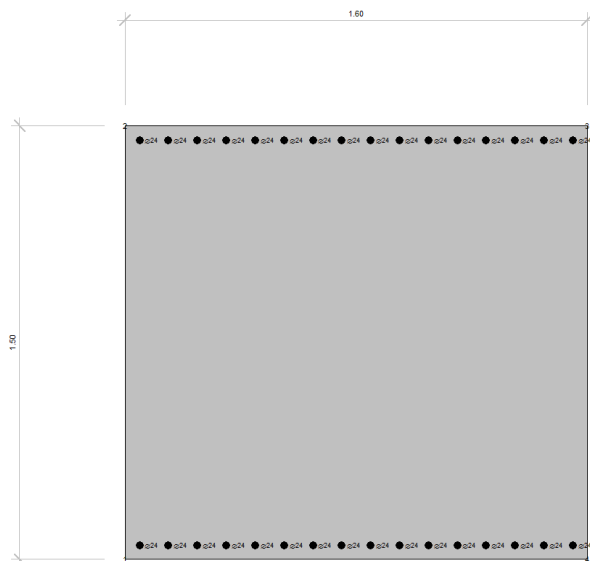
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M3max - Elem.1928 - Comb.14-5A) d.1 M1 X--+	-1.02	0.00	235.66	-6.59
2	M3min - Elem.1923 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.21	0.00	80.18	-14.82
3	Pmax Traz. - Elem.1927 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	12.46	0.00	333.51	191.99
4	Pmax Comp. - Elem.2006 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.09	-0.02	-0.85	-15.75
5	smax - Elem.1927 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	12.46	0.00	333.51	191.99
6	smin - Elem.2006 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-1.09	-0.02	-0.85	-15.75

7.4.3 ELEMENTI LONGITUDINALI – S3.5

7.4.3.1 Armatura adottata per gli elementi longitudinali S3.5

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S3.5):

Larghezza b (cm)	160.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm2)	1 Φ 24/10	= 72.32
Copri ferro c (cm)	7.60	
Armatura intradosso - tipica(cm2)	1 Φ 24/10	= 72.32
Copri ferro armatura intradosso c' (cm)	7.60	



7.4.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano Soll. Minima Def. Limite Soll. Massima Def. Limite

N	-39529	-0.0035 (sez)	5665	0.01 (arm)
Mx	-3919	0.01 (arm)	3919	0.01 (arm)
My	-3725	0.01 (arm)	3725	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1998 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	1426	0.00	0.00	1560	0
2	M3min - Elem.1995 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	891	0.00	0.00	579	0
3	Pmax Traz. - Elem.1997 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	1958	0.00	0.00	1110	0
4	Pmin Traz. - Elem.1999 - Comb.7-1A) Id.1 V-A+ 1	1	0.00	0.00	9	0
5	smax - Elem.1997 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	1958	0.00	0.00	1110	0
6	smin - Elem.1999 - Comb.7-1A) Id.1 V-A+ 1	1	0.00	0.00	9	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.5439	armatura
2	3.2934	armatura
3	1.5974	armatura
4	378.7028	armatura
5	1.5974	armatura
6	378.7028	armatura

7.4.3.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1052	0.00	0.00	1150	0
2	659	0.00	0.00	429	0
3	1445	0.00	0.00	819	0
4	2	0.00	0.00	9	0
5	1445	0.00	0.00	819	0
6	2	0.00	0.00	9	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	976	0.00	0.00	1026	0
2	614	0.00	0.00	392	0
3	1292	0.00	0.00	890	0
4	2	0.00	0.00	9	0
5	1292	0.00	0.00	890	0
6	2	0.00	0.00	9	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	1158	0.00	0.00	865	0
2	590	0.00	0.00	338	0
3	1158	0.00	0.00	810	0
4	2	0.00	0.00	9	0
5	1158	0.00	0.00	810	0
6	2	0.00	0.00	9	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1998 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+	-1.49	0.00	186.15	-15.18
2	M3min - Elem.1995 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+	0.01	0.00	87.83	3.17
3	Pmax Traz. - Elem.1997 - Comb.13b-2) Iic.1 V-A+	0.88	0.00	180.66	18.96
4	Pmin Traz. - Elem.1999 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-0.02	0.00	1.05	-0.23
5	smax - Elem.1997 - Comb.13b-2) Iic.1 V-A+	0.88	0.00	180.66	18.96
6	smin - Elem.1999 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-0.02	0.00	1.05	-0.23

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1998 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-1.28	0.00	168.66	-12.76

2	M3min - Elem.1995 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	0.06	0.00	81.10	3.73
3	Pmax Traz. - Elem.1997 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-0.26	0.00	177.05	2.34
4	Pmin Traz. - Elem.1999 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.02	0.00	1.04	-0.21
5	smax - Elem.1997 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-0.26	0.00	177.05	2.34
6	smin - Elem.1999 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.02	0.00	1.04	-0.21

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1997 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.51	0.00	165.28	-1.68
2	M3min - Elem.1995 - Comb.1-4) Ic.1 A+	0.33	0.00	74.11	7.40
3	Pmax Traz. - Elem.1997 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.29	0.00	159.89	1.32
4	Pmin Traz. - Elem.1999 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.02	0.00	1.04	-0.21
5	smax - Elem.1997 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.29	0.00	159.89	1.32
6	smin - Elem.1999 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.02	0.00	1.04	-0.21

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M3max - Elem.1998 - Comb.8b-3) IIa.1 A+**

asse neutro: da x=-800.00 y=148.50 a x=800.00 y=148.50

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{cls,eff} = 280000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0259$$

Tensione baricentrica = 168.66

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000655$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1879$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1995 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{cls,eff} = 280000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0259$$

Tensione baricentrica = 81.10

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5058 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000237$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 288.8488$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0686$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1997 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da x=-800.00 y=31.23 a x=800.00 y=31.23

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{cls,eff} = 280000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0259$$

Tensione baricentrica = 177.05

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000695$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1996$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Traz. - Elem.1999 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 288.92$ a $x = 800.00$ $y = 288.92$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23
 $A_{cks,eff} = 280000.00$ $\rho_{eff} = 0.0259$

Tensione baricentrica = 1.04

Copriferro = 38.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0009$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1997 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 31.23$ a $x = 800.00$ $y = 31.23$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23
 $A_{cks,eff} = 280000.00$ $\rho_{eff} = 0.0259$

Tensione baricentrica = 177.05

Copriferro = 38.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000695$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1996$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1999 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 288.92$ a $x = 800.00$ $y = 288.92$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23
 $A_{cks,eff} = 280000.00$ $\rho_{eff} = 0.0259$

Tensione baricentrica = 1.04

Copriferro = 38.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0009$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1997 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-800.00$ $y=64.11$ a $x=800.00$ $y=64.11$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{cls,eff} = 280000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0259$$

Tensione baricentrica = 165.28

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000638$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 287.0287$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1831$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1995 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{cls,eff} = 280000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0259$$

Tensione baricentrica = 74.11

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5328 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000217$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 297.3838$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0645$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1997 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-800.00$ $y=38.35$ a $x=800.00$ $y=38.35$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{cls,eff} = 280000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0259$$

Tensione baricentrica = 159.89

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000612$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 287.0287$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1756$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Traz. - Elem.1999 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-800.00$ $y=288.92$ a $x=800.00$ $y=288.92$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23

$$A_{cls,eff} = 280000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0259$$

Tensione baricentrica = 1.04

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0009$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1997 - Comb.1-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 38.35$ a $x = 800.00$ $y = 38.35$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23
 $A_{cls,eff} = 280000.00$ $\rho_{eff} = 0.0259$

Tensione baricentrica = 159.89

Copriferro = 38.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000612$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1756$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1999 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 288.92$ a $x = 800.00$ $y = 288.92$

Armature efficaci: Area totale = 7238.23
 $A_{cls,eff} = 280000.00$ $\rho_{eff} = 0.0259$

Tensione baricentrica = 1.04

Copriferro = 38.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000003$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.0287$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0009$ (< 0.2000)

7.4.3.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	2061	0.00	0.00	909	0
2	1147	0.00	0.00	632	0
3	2213	0.00	0.00	889	0
4	-134	0.00	0.00	287	0
5	2213	0.00	0.00	889	0
6	-134	0.00	0.00	167	0

Tensioni massime nei materiali:

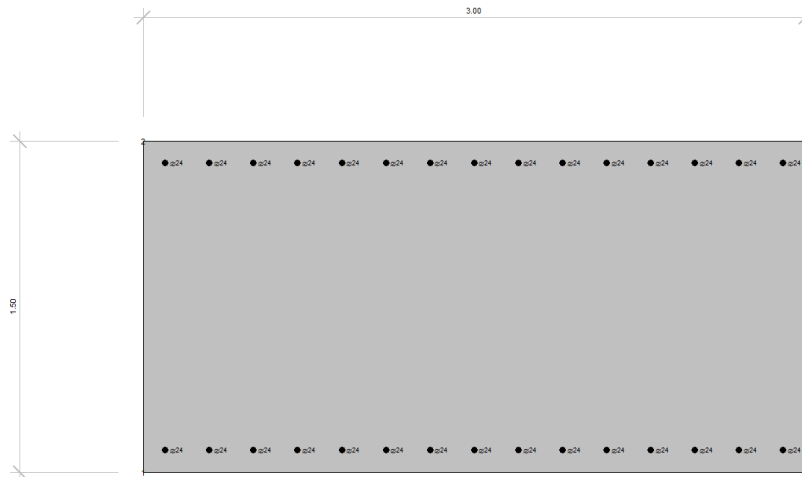
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.1997 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	3.08	0.00	232.07	52.67
2	M3min - Elem.1994 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	0.83	0.00	141.60	16.86
3	Pmax Traz. - Elem.1997 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	3.92	0.00	240.60	65.14
4	Pmax Comp. - Elem.1993 - Comb.9-5A) c.1 M1 X++	-0.63	0.00	21.29	-8.44
5	smax - Elem.1997 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	3.92	0.00	240.60	65.14
6	smin - Elem.1993 - Comb.9-5A) c.1 M1 X++	-0.38	0.00	9.37	-5.14

7.4.4 ELEMENTI TRASVERSALI – S3.2

7.4.4.1 Armatura adottata per gli elementi trasversali S3.2

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S3.2):

Larghezza b (cm)	300.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ24/20 = 67.80	
Copriferro estradosso c (cm)	5.20	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ24/20 = 67.80	
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	5.20	



7.4.4.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-64837	-0.0035 (sez)	5311	0.01 (arm)
Mx	-3515	0.01 (arm)	3515	0.01 (arm)
My	-6953	0.01 (arm)	6953	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1967 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-308	0.00	0.00	1146	0
2	M3min - Elem.1967 - Comb.34b-1A) IIa.2 V-A+ 2	248	0.00	0.00	1168	0
3	Pmax Traz. - Elem.1954 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	348	0.00	0.00	488	0
4	Pmax Comp. - Elem.1935 - Comb.40-1A) IIc.2 V+A+ 2	-666	0.00	0.00	1108	0
5	smax - Elem.1954 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	348	0.00	0.00	488	0
6	smin - Elem.1935 - Comb.40-1A) IIc.2 V+A+ 2	-666	0.00	0.00	1108	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.7356	armatura
2	2.6351	armatura
3	4.8774	armatura
4	5.2786	armatura
5	4.8774	armatura
6	5.2786	armatura

7.4.4.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-225	0.00	0.00	847	0
2	186	0.00	0.00	870	0
3	259	0.00	0.00	363	0
4	-495	0.00	0.00	873	0
5	259	0.00	0.00	363	0
6	-495	0.00	0.00	873	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-234	0.00	0.00	813	0
2	166	0.00	0.00	682	0
3	191	0.00	0.00	273	0
4	-421	0.00	0.00	733	0
5	191	0.00	0.00	273	0
6	-421	0.00	0.00	733	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-194	0.00	0.00	792	0
2	133	0.00	0.00	617	0
3	168	0.00	0.00	280	0
4	-374	0.00	0.00	642	0
5	168	0.00	0.00	353	0
6	-374	0.00	0.00	505	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1967 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-1.46	0.00	79.56	-14.70
2	M3min - Elem.1967 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-1.43	0.00	110.90	-11.97
3	Pmax Traz. - Elem.1954 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.52	0.00	59.60	-2.94
4	Pmax Comp. - Elem.1935 - Comb.14a-2) IID.1 V+A+	-1.51	0.00	64.45	-16.37
5	smax - Elem.1954 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.52	0.00	59.60	-2.94
6	smin - Elem.1935 - Comb.14a-2) IID.1 V+A+	-1.51	0.00	64.45	-16.37

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1967 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-1.41	0.00	75.23	-14.23
2	M3min - Elem.1967 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.12	0.00	88.61	-9.22
3	Pmax Traz. - Elem.1950 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.39	0.00	44.60	-2.28
4	Pmax Comp. - Elem.1935 - Comb.11-3) IID.1 A+	-1.27	0.00	53.88	-13.79
5	smax - Elem.1950 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.39	0.00	44.60	-2.28
6	smin - Elem.1935 - Comb.11-3) IID.1 A+	-1.27	0.00	53.88	-13.79

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1967 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.37	0.00	75.61	-13.67
2	M3min - Elem.1967 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.02	0.00	78.93	-8.50
3	Pmax Traz. - Elem.1975 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.42	0.00	43.68	-2.70
4	Pmax Comp. - Elem.1935 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.11	0.00	46.85	-12.10
5	smax - Elem.1975 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.55	0.00	51.84	-3.92
6	smin - Elem.1935 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.86	0.00	31.83	-9.75

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.1967 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=306.83$ a $x=1500.00$ $y=306.83$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$A_{cs,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 75.16

Copri ferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000220$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1692$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1967 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 222.55$ a $x = 1500.00$ $y = 222.55$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$A_{cs,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 88.53

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000259$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1994$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1950 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 163.30$ a $x = 1500.00$ $y = 163.30$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$A_{cs,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 44.56

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000130$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1003$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1935 - Comb.11-3) IIId.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 364.89$ a $x = 1500.00$ $y = 364.89$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$A_{cs,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 53.83

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000158$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1212$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1950 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=163.30$ a $x=1500.00$ $y=163.30$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$$A_{cls,eff} = 782000.62 \quad \rho_{eff} = 0.0087$$

Tensione baricentrica = 44.56

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000130$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1003$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1935 - Comb.11-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=364.89$ a $x=1500.00$ $y=364.89$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$$A_{cls,eff} = 782000.62 \quad \rho_{eff} = 0.0087$$

Tensione baricentrica = 53.83

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000158$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1212$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1967 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=299.08$ a $x=1500.00$ $y=299.08$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$$A_{cls,eff} = 782000.62 \quad \rho_{eff} = 0.0087$$

Tensione baricentrica = 75.54

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000221$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1701$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1967 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=226.45$ a $x=1500.00$ $y=226.45$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$$A_{cls,eff} = 782000.62 \quad \rho_{eff} = 0.0087$$

Tensione baricentrica = 78.85

Copriferro = 88.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000231$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1776$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1975 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 175.66$ a $x = 1500.00$ $y = 175.66$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84
 $A_{cfs,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 43.64

Copriferro = 88.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000128$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0983$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1935 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 366.74$ a $x = 1500.00$ $y = 366.74$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84
 $A_{cfs,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 46.80

Copriferro = 88.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000137$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1054$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1975 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1500.00$ $y = 191.42$ a $x = 1500.00$ $y = 191.42$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84
 $A_{cfs,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 51.79

Copriferro = 88.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000152$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1166$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1935 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-1500.00$ $y=404.73$ a $x=1500.00$ $y=404.73$

Armature efficaci: Area totale = 6785.84

$A_{cls,eff} = 782000.62$ $\rho_{eff} = 0.0087$

Tensione baricentrica = 31.80

Copriferro = 88.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000093$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 769.3794$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0716$ (< 0.2000)

7.4.4.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-459	0.00	0.00	1217	0
2	415	0.00	0.00	1748	0
3	698	0.00	0.00	698	0
4	-880	0.00	0.00	672	0
5	698	0.00	0.00	698	0
6	-880	0.00	0.00	672	0

Tensioni massime nei materiali:

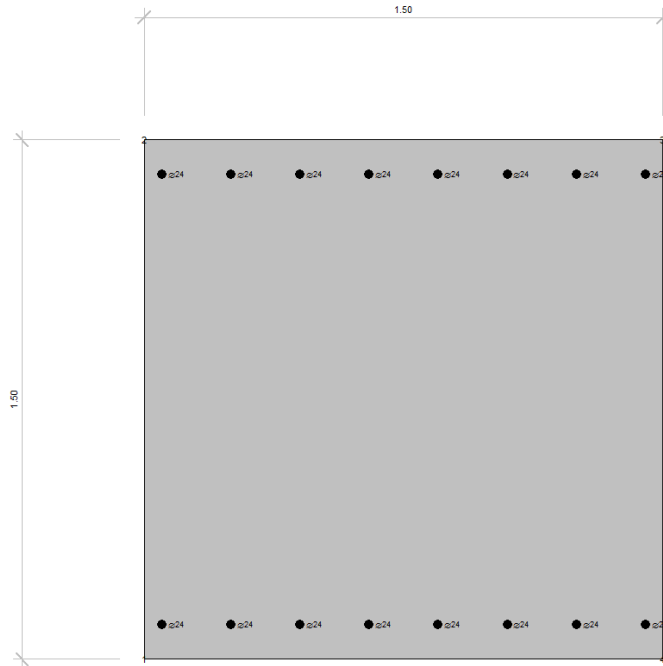
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.1962 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-2.11	0.00	105.26	-21.88
2	M3min - Elem.1967 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.86	0.00	226.36	-23.74
3	Pmax Traz. - Elem.1975 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.86	0.00	129.70	-2.72
4	Pmax Comp. - Elem.1971 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.06	0.00	21.71	-13.18
5	smax - Elem.1975 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.86	0.00	129.70	-2.72
6	smin - Elem.1971 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.06	0.00	21.71	-13.18

7.4.5 ELEMENTI TRASVERSALI – S3.3

7.4.5.1 Armatura adottata per gli elementi trasversali S3.3

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S3.3):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1 Φ 24/20	= 33.90
Copriferro estradosso c (cm)	5.20	
Armatura intradosso (cm ²)	1 Φ 24/20	= 33.90
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	5.20	



7.4.5.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-32596	-0.0035 (sez)	2832	0.01 (arm)
Mx	-1874	0.01 (arm)	1874	0.01 (arm)
My	-1869	0.01 (arm)	1869	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1979 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	126	0.00	0.00	467	0
2	M3min - Elem.1979 - Comb.19a-1A) IIb.1 V+A+ 1	48	0.00	0.00	606	0
3	Pmax Traz. - Elem.1978 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	160	0.00	0.00	153	0
4	Pmax Comp. - Elem.1979 - Comb.57a-1A) IIIb.1 V+A+F- 1	-83	0.00	0.00	135	0
5	smax - Elem.1978 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	160	0.00	0.00	162	0
6	smin - Elem.1979 - Comb.57a-1A) IIIb.1 V+A+F- 1	-83	0.00	0.00	135	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.3966	armatura
2	2.9369	armatura
3	7.2080	armatura
4	23.2842	armatura
5	6.9798	armatura
6	23.2842	armatura

7.4.5.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	92	0.00	0.00	346	0
2	60	0.00	0.00	412	0
3	117	0.00	0.00	114	0
4	-44	0.00	0.00	131	0
5	117	0.00	0.00	120	0
6	-44	0.00	0.00	131	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	79	0.00	0.00	332	0
2	69	0.00	0.00	299	0
3	104	0.00	0.00	119	0
4	-12	0.00	0.00	17	0
5	104	0.00	0.00	126	0
6	-12	0.00	0.00	17	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	76	0.00	0.00	326	0
2	-1	0.00	0.00	78	0
3	100	0.00	0.00	120	0
4	-10	0.00	0.00	17	0
5	100	0.00	0.00	127	0
6	-10	0.00	0.00	17	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1979 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.09	0.00	85.28	-9.06
2	M3min - Elem.1979 - Comb.10a-2) IIb.1 V+A+	-1.32	0.00	94.85	-11.68
3	Pmax Traz. - Elem.1978 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-0.27	0.00	40.07	-0.83
4	Pmax Comp. - Elem.1979 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-0.44	0.00	21.85	-4.55
5	smax - Elem.1978 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-0.29	0.00	41.39	-1.09
6	smin - Elem.1979 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-0.44	0.00	21.85	-4.55

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1979 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.05	0.00	80.65	-8.78
2	M3min - Elem.1979 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-0.95	0.00	72.40	-7.95
3	Pmax Traz. - Elem.1978 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.31	0.00	39.30	-1.39
4	Pmax Comp. - Elem.1980 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.06	0.00	1.99	-0.63
5	smax - Elem.1978 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.33	0.00	40.74	-1.64
6	smin - Elem.1980 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.06	0.00	1.99	-0.63

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1979 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.04	0.00	79.01	-8.63
2	M3min - Elem.1977 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.26	0.00	16.40	-2.39
3	Pmax Traz. - Elem.1978 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.32	0.00	39.09	-1.53
4	Pmax Comp. - Elem.1980 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.06	0.00	2.27	-0.61
5	smax - Elem.1978 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.34	0.00	40.57	-1.78
6	smin - Elem.1980 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.06	0.00	2.27	-0.61

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.1979 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=229.28$ a $x=750.00$ $y=229.28$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c,s,eff} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 80.65

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000236$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1766$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1979 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=230.16$ a $x=750.00$ $y=230.16$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{cs,eff} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 72.40

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000212$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1586$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1978 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=146.22$ a $x=750.00$ $y=146.22$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{cs,eff} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 39.30

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000115$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0861$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1980 - Comb.11-3) IIId.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=412.47$ a $x=750.00$ $y=412.47$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{cs,eff} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 1.99

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0044$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1978 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=152.20$ a $x=750.00$ $y=152.20$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{cs,eff} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 40.74

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000119$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0892$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1980 - Comb.11-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 412.47$ a $x = 750.00$ $y = 412.47$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 392281.27$ $\rho_{eff} = 0.0092$

Tensione baricentrica = 1.99

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0044$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1979 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 229.61$ a $x = 750.00$ $y = 229.61$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 392281.27$ $\rho_{eff} = 0.0092$

Tensione baricentrica = 79.01

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000231$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1730$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1977 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 266.75$ a $x = 750.00$ $y = 266.75$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 392281.27$ $\rho_{eff} = 0.0092$

Tensione baricentrica = 16.40

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000048$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0359$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1978 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=150.77$ a $x=750.00$ $y=150.77$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 39.09

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000114$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0856$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1980 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=375.84$ a $x=750.00$ $y=375.84$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 2.27

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000007$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0050$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1978 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=156.56$ a $x=750.00$ $y=156.56$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 40.57

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000119$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0888$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1980 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=375.84$ a $x=750.00$ $y=375.84$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 392281.27 \quad \rho_{eff} = 0.0092$$

Tensione baricentrica = 2.27

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000007$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 748.2373$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0050$ (< 0.2000)

7.4.5.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	302	0.00	0.00	523	0
2	24	0.00	0.00	326	0
3	304	0.00	0.00	123	0
4	-39	0.00	0.00	235	0
5	304	0.00	0.00	279	0
6	-39	0.00	0.00	235	0

Tensioni massime nei materiali:

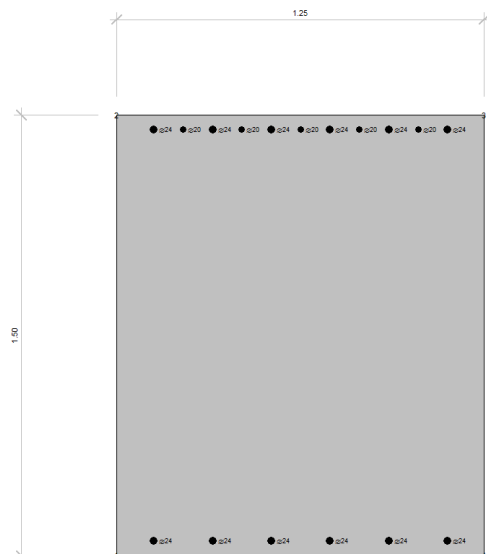
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	σ_s_{max}	σ_s_{min}
1	M3max - Elem.1979 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-1.52	0.00	151.40	-10.15
2	M3min - Elem.1979 - Comb.19-5A) c.1 M1 Y++-	-1.06	0.00	72.09	-9.53
3	Pmax Traz. - Elem.1979 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	0.79	0.00	68.15	15.90
4	Pmax Comp. - Elem.1979 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-0.78	0.00	44.44	-7.66
5	smax - Elem.1979 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-0.62	0.00	100.74	-1.34
6	smin - Elem.1979 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-0.78	0.00	44.44	-7.66

7.4.6 ELEMENTI TRASVERSALI – S3.4

7.4.6.1 Armatura adottata per gli elementi trasversali S3.4

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S3.4):

Larghezza b (cm)	125.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm2)	1Φ24/20	= 27.12
Copriferro estradosso c (cm)	5.20	
Armatura intradosso (cm2)	1Φ24/20+1Φ20/20	= 42.82
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	5.20	



7.4.6.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-26902	-0.0035 (sez)	2124	0.01 (arm)
Mx	-1466	0.01 (arm)	2314	0.01 (arm)
My	-1359	0.01 (arm)	1359	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1983 - Comb.68b-1A) IIIa.2 V-A+F- 2	-688	0.00	0.00	739	0
2	M3min - Elem.1982 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	267	0.00	0.00	802	0
3	Pmax Traz. - Elem.1982 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	405	0.00	0.00	681	0
4	Pmax Comp. - Elem.1983 - Comb.34b-1A) IIa.2 V-A+ 2	-709	0.00	0.00	652	0
5	smax - Elem.1982 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	403	0.00	0.00	475	0
6	smin - Elem.1983 - Comb.34b-1A) IIa.2 V-A+ 2	-707	0.00	0.00	285	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	6.7370	armatura
2	2.3522	armatura
3	2.4171	armatura
4	8.4332	armatura
5	3.0843	armatura
6	20.2873	sezione

7.4.6.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-508	0.00	0.00	546	0
2	194	0.00	0.00	586	0
3	298	0.00	0.00	500	0
4	-520	0.00	0.00	479	0
5	296	0.00	0.00	351	0
6	-519	0.00	0.00	209	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-471	0.00	0.00	498	0
2	166	0.00	0.00	533	0
3	206	0.00	0.00	481	0
4	-471	0.00	0.00	424	0
5	206	0.00	0.00	166	0
6	-471	0.00	0.00	424	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-376	0.00	0.00	369	0
2	159	0.00	0.00	519	0
3	159	0.00	0.00	519	0
4	-377	0.00	0.00	322	0
5	159	0.00	0.00	201	0
6	-377	0.00	0.00	322	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1983 - Comb.26b-2) IIIa.1 V-A+F-	-1.86	0.00	45.84	-25.30
2	M3min - Elem.1982 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-1.72	0.00	121.94	-20.70
3	Pmax Traz. - Elem.1982 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.32	0.00	118.68	-14.98
4	Pmax Comp. - Elem.1983 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-1.62	0.00	34.35	-22.24
5	smax - Elem.1982 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-0.79	0.00	93.15	-8.21

6 smin - Elem.1983 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+ -0.69 0.00 2.58 -9.94

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1983 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-1.78	0.00	43.07	-21.63
2	M3min - Elem.1982 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-1.74	0.00	114.59	-15.80
3	Pmax Traz. - Elem.1982 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.52	0.00	109.78	-13.11
4	Pmax Comp. - Elem.1983 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-1.50	0.00	30.82	-18.59
5	smax - Elem.1982 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.32	0.00	53.79	-0.51
6	smin - Elem.1983 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-1.50	0.00	30.82	-18.59

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1983 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.31	0.00	29.51	-16.08
2	M3min - Elem.1982 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.69	0.00	111.40	-15.45
3	Pmax Traz. - Elem.1982 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.69	0.00	111.40	-15.45
4	Pmax Comp. - Elem.1983 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.13	0.00	21.96	-14.15
5	smax - Elem.1982 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.55	0.00	54.35	-3.68
6	smin - Elem.1983 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.13	0.00	21.96	-14.15

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.1983 - Comb.8b-3) Ila.1 A+

asse neutro: da $x=-625.00$ $y=535.90$ a $x=625.00$ $y=535.90$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$$A_{c,s,eff} = 326901.06 \quad \rho_{eff} = 0.0131$$

Tensione baricentrica = 43.01

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.36$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000126$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0750$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1982 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x=-625.00$ $y=259.26$ a $x=625.00$ $y=259.26$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$$A_{c,s,eff} = 326901.06 \quad \rho_{eff} = 0.0131$$

Tensione baricentrica = 114.46

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 22.36$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000335$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1997$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1982 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-625.00$ $y=240.48$ a $x=625.00$ $y=240.48$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$$A_{c,s,eff} = 326901.06 \quad \rho_{eff} = 0.0131$$

Tensione baricentrica = 109.66

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.36$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000321$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1913$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1983 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -625.00$ $y = 590.39$ a $x = 625.00$ $y = 590.39$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$A_{cs,eff} = 326901.06$ $\rho_{eff} = 0.0131$

Tensione baricentrica = 30.77

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.36$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000090$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0537$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1982 - Comb.11-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -625.00$ $y = 114.09$ a $x = 625.00$ $y = 114.09$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$A_{cs,eff} = 326901.06$ $\rho_{eff} = 0.0131$

Tensione baricentrica = 53.73

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.36$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000157$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0937$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1983 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -625.00$ $y = 590.39$ a $x = 625.00$ $y = 590.39$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$A_{cs,eff} = 326901.06$ $\rho_{eff} = 0.0131$

Tensione baricentrica = 30.77

Copriferro = 90.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.36$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000090$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0537$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1983 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-625.00$ $y=559.91$ a $x=625.00$ $y=559.91$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$$A_{c\text{ls,eff}} = 326901.06 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0131$$

Tensione baricentrica = 29.46

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.36$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000086$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{max}} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0514$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1982 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-625.00$ $y=260.14$ a $x=625.00$ $y=260.14$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$$A_{c\text{ls,eff}} = 326901.06 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0131$$

Tensione baricentrica = 111.27

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.36$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000326$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{max}} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1941$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1982 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-625.00$ $y=260.14$ a $x=625.00$ $y=260.14$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$$A_{c\text{ls,eff}} = 326901.06 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0131$$

Tensione baricentrica = 111.27

Copriferro = 90.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 22.36$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000326$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{max}} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1941$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1983 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-625.00$ $y=610.62$ a $x=625.00$ $y=610.62$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13

$$A_{c\text{ls,eff}} = 326901.06 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0131$$

Tensione baricentrica = 21.92

Copriferro = 90.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.36$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000064$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0382$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1982 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -625.00$ $y = 184.40$ a $x = 625.00$ $y = 184.40$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13
 $A_{cls,eff} = 326901.06$ $\rho_{eff} = 0.0131$

Tensione baricentrica = 54.29

Copriferro = 90.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.36$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000159$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0947$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1983 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -625.00$ $y = 610.62$ a $x = 625.00$ $y = 610.62$

Armature efficaci: Area totale = 4285.13
 $A_{cls,eff} = 326901.06$ $\rho_{eff} = 0.0131$

Tensione baricentrica = 21.92

Copriferro = 90.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 22.36$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000064$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 595.9917$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0382$ (<0.2000)

7.4.6.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-148	0.00	0.00	386	0
2	281	0.00	0.00	1184	0
3	671	0.00	0.00	1231	0
4	-418	0.00	0.00	239	0
5	670	0.00	0.00	573	0
6	-418	0.00	0.00	239	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	σ_s_{max}	σ_s_{min}
1	M3max - Elem.1983 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-1.39	0.00	53.91	-15.34
2	M3min - Elem.1982 - Comb.14-5A) d.1 M1 X--+	-3.93	0.00	244.64	-36.79
3	Pmax Traz. - Elem.1982 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-3.74	0.00	297.62	-30.38

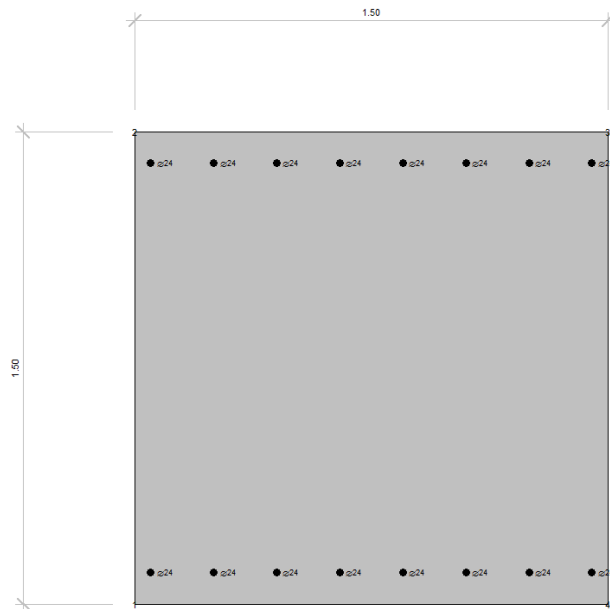
4	Pmax Comp. - Elem.1983 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.80	0.00	7.95	-10.60
5	smax - Elem.1982 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-1.19	0.00	180.52	-3.37
6	smin - Elem.1983 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.80	0.00	7.95	-10.60

7.5.2 ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.3

7.5.2.1 Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.3

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.3):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ24/20 = 33.90	
Copri ferro c (cm)	4.20	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ24/20 = 33.90	
Copri ferro armatura intradosso c' (cm)	4.20	



7.5.2.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-32596	-0.0035 (sez)	2832	0.01 (arm)
Mx	-1874	0.01 (arm)	1874	0.01 (arm)
My	-1869	0.01 (arm)	1869	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.166 - Comb.16a-1A) IIc.1 V+A+ 2	-331	0.00	0.00	1218	0
2	M3min - Elem.166 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-384	0.00	0.00	1072	0
3	Pmax Traz. - Elem.153 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	388	0.00	0.00	383	0
4	Pmax Comp. - Elem.156 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-405	0.00	0.00	1059	0
5	smax - Elem.153 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	388	0.00	0.00	449	0
6	smin - Elem.156 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-405	0.00	0.00	1059	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.8781	armatura
2	2.2992	armatura
3	2.9157	armatura
4	2.3749	armatura
5	2.6455	armatura
6	2.3749	armatura

7.5.2.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-245	0.00	0.00	902	0
2	-285	0.00	0.00	794	0
3	288	0.00	0.00	284	0
4	-300	0.00	0.00	785	0
5	288	0.00	0.00	333	0
6	-300	0.00	0.00	785	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-231	0.00	0.00	827	0
2	-272	0.00	0.00	727	0
3	282	0.00	0.00	248	0
4	-294	0.00	0.00	673	0
5	282	0.00	0.00	279	0
6	-294	0.00	0.00	673	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-221	0.00	0.00	730	0
2	-270	0.00	0.00	690	0
3	278	0.00	0.00	225	0
4	-290	0.00	0.00	664	0
5	278	0.00	0.00	243	0
6	-290	0.00	0.00	664	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.166 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-3.03	0.00	158.49	-30.82
2	M3min - Elem.166 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.67	0.00	130.76	-27.85
3	Pmax Traz. - Elem.153 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.67	0.00	99.40	-2.19
4	Pmax Comp. - Elem.156 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.64	0.00	126.91	-27.70
5	smax - Elem.153 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.85	0.00	109.57	-4.08
6	smin - Elem.156 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.64	0.00	126.91	-27.70

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.166 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-2.58	0.00	138.23	-32.38
2	M3min - Elem.156 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.29	0.00	113.21	-28.98
3	Pmax Traz. - Elem.153 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.40	0.00	87.93	-2.56
4	Pmax Comp. - Elem.136 - Comb.11-3) IID.1 A+	-2.12	0.00	99.76	-27.08
5	smax - Elem.153 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.52	0.00	93.94	-4.13
6	smin - Elem.136 - Comb.11-3) IID.1 A+	-2.12	0.00	99.76	-27.08

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.166 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.28	0.00	119.93	-28.72
2	M3min - Elem.146 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.17	0.00	106.04	-27.59
3	Pmax Traz. - Elem.153 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.30	0.00	82.81	-1.33
4	Pmax Comp. - Elem.136 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.09	0.00	98.28	-26.71
5	smax - Elem.153 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.38	0.00	86.40	-2.41
6	smin - Elem.136 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.09	0.00	98.28	-26.71

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.166 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=316.98$ a $x=750.00$ $y=316.98$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 138.23

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000405$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1795$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.156 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 336.54$ a $x = 750.00$ $y = 336.54$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 113.21

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000331$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1470$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.153 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 91.44$ a $x = 750.00$ $y = 91.44$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 87.93

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000257$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1142$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.136 - Comb.11-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 350.09$ a $x = 750.00$ $y = 350.09$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 99.76

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000292$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1296$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.153 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=110.83$ a $x=750.00$ $y=110.83$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 93.94

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000275$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1220$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.136 - Comb.11-3) II d.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=350.09$ a $x=750.00$ $y=350.09$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 99.76

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000292$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1296$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.166 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=321.69$ a $x=750.00$ $y=321.69$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 119.93

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000351$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1558$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.146 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=340.21$ a $x=750.00$ $y=340.21$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 106.04

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000310$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1377$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.153 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 74.12$ a $x = 750.00$ $y = 74.12$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11
 $A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 82.81

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000242$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1076$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.136 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 350.31$ a $x = 750.00$ $y = 350.31$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11
 $A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 98.28

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000288$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1276$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.153 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 89.82$ a $x = 750.00$ $y = 89.82$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11
 $A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 86.40

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000253$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1122$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.136 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=350.31$ a $x=750.00$ $y=350.31$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{cs,eff} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 98.28

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000288$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1276$ (< 0.2000)

7.5.2.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-327	0.00	0.00	995	0
2	-368	0.00	0.00	931	0
3	383	0.00	0.00	332	0
4	-389	0.00	0.00	869	0
5	383	0.00	0.00	452	0
6	-389	0.00	0.00	869	0

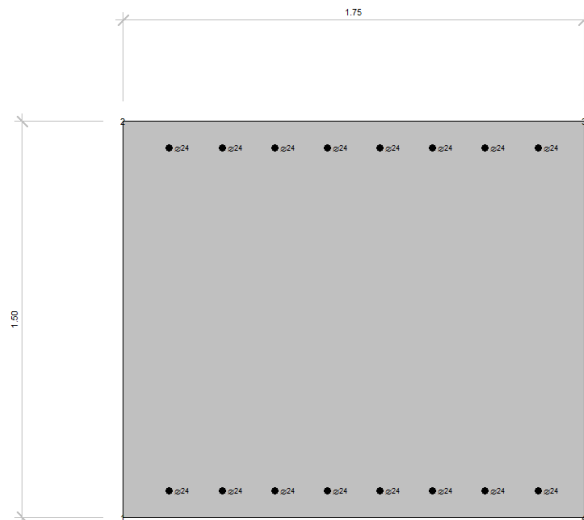
Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.166 - Comb.2-5A) c.1 M1 X+-+	-3.12	0.00	160.33	-39.34
2	M3min - Elem.156 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.93	0.00	142.55	-37.24
3	Pmax Traz. - Elem.153 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.51	0.00	118.54	-3.18
4	Pmax Comp. - Elem.136 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-2.74	0.00	127.58	-35.02
5	smax - Elem.153 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-0.98	0.00	142.25	-9.00
6	smin - Elem.136 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-2.74	0.00	127.58	-35.02

7.5.3 ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.6**7.5.3.1 Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.6**

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.6):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm2)	1Φ24/20	= 39.55
Copriferro c (cm)	4.20	
Armatura intradosso (cm2)	1Φ24/20	= 39.55
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	4.20	



7.5.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-37556	-0.0035 (sez)	2832	0.01 (arm)
Mx	-1875	0.01 (arm)	1875	0.01 (arm)
My	-2154	0.01 (arm)	2154	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.97 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	-97	0.00	0.00	71	0
2	M3min - Elem.94 - Comb.30-1A) Id.1 V-A+ 2	-112	0.00	0.00	246	0
3	Pmax Traz. - Elem.100 - Comb.29-1A) Id.1 V-A+ 1	0	0.00	0.00	94	0
4	Pmax Comp. - Elem.94 - Comb.26-1A) Id.1 V-A+ 2	-112	0.00	0.00	22	0
5	smax - Elem.100 - Comb.29-1A) Id.1 V-A+ 1	0	0.00	0.00	2	0
6	smin - Elem.94 - Comb.26-1A) Id.1 V-A+ 2	-112	0.00	0.00	245	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	97.4663	sezione
2	10.9192	armatura
3	19.9532	armatura
4	245.0473	sezione
5	1241.9870	armatura
6	11.0375	armatura

7.5.3.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-73	0.00	0.00	53	0
2	-83	0.00	0.00	182	0
3	0	0.00	0.00	94	0
4	-83	0.00	0.00	16	0
5	0	0.00	0.00	2	0
6	-83	0.00	0.00	181	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-73	0.00	0.00	52	0
2	-81	0.00	0.00	178	0
3	0	0.00	0.00	94	0
4	-81	0.00	0.00	16	0

5	0	0.00	0.00	2	0
6	-81	0.00	0.00	178	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-73	0.00	0.00	52	0
2	-81	0.00	0.00	176	0
3	0	0.00	0.00	20	0
4	-81	0.00	0.00	16	0
5	0	0.00	0.00	2	0
6	-81	0.00	0.00	176	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.97 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.14	0.00	2.81	-1.80
2	M3min - Elem.94 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-0.56	0.00	27.67	-5.87
3	Pmin Comp. - Elem.100 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-0.29	0.00	19.75	-2.56
4	Pmax Comp. - Elem.94 - Comb.13b-2) IId.1 V-A+	-0.05	-0.01	-0.16	-0.75
5	smax - Elem.100 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	0.00	0.00	0.32	-0.04
6	smin - Elem.94 - Comb.13b-2) IId.1 V-A+	-0.56	0.00	27.39	-5.84

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.97 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.14	0.00	2.64	-1.88
2	M3min - Elem.94 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.52	0.00	25.89	-6.55
3	Pmin Comp. - Elem.100 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.26	0.00	18.95	-3.12
4	Pmax Comp. - Elem.94 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.05	-0.01	-0.13	-0.76
5	smax - Elem.100 - Comb.11-3) IId.1 A+	0.00	0.00	0.30	-0.05
6	smin - Elem.94 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.52	0.00	25.89	-6.55

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.97 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.14	0.00	2.61	-1.87
2	M3min - Elem.94 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.51	0.00	25.55	-6.48
3	Pmin Comp. - Elem.100 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.06	0.00	4.08	-0.67
4	Pmax Comp. - Elem.94 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.05	-0.01	-0.14	-0.75
5	smax - Elem.100 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.00	0.00	0.30	-0.05
6	smin - Elem.94 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.51	0.00	25.55	-6.48

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.97 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=631.46$ a $x=875.00$ $y=631.46$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c,eff} = 312865.59 \quad \rho_{eff} = 0.0116$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 2.64$$

$$\text{Copri ferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000008$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0038$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.94 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=333.92$ a $x=875.00$ $y=333.92$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c,eff} = 312865.59 \quad \rho_{eff} = 0.0116$$

Tensione baricentrica = 25.89

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000076$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0370$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.100 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 249.28$ a $x = 875.00$ $y = 249.28$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 312865.59$ $\rho_{eff} = 0.0116$

Tensione baricentrica = 18.95

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000055$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0271$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.94 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 312865.59$ $\rho_{eff} = 0.0116$

Tensione baricentrica = -0.13

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0002$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.100 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 250.35$ a $x = 875.00$ $y = 250.35$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 312865.59$ $\rho_{eff} = 0.0116$

Tensione baricentrica = 0.30

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0004$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.94 - Comb.11-3) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=333.92$ a $x=875.00$ $y=333.92$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c\&ls,eff} = 312865.59 \quad \rho_{eff} = 0.0116$$

Tensione baricentrica = 25.89

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000076$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0370$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.97 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=634.97$ a $x=875.00$ $y=634.97$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c\&ls,eff} = 312865.59 \quad \rho_{eff} = 0.0116$$

Tensione baricentrica = 2.61

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000008$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0037$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.94 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=334.33$ a $x=875.00$ $y=334.33$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c\&ls,eff} = 312865.59 \quad \rho_{eff} = 0.0116$$

Tensione baricentrica = 25.55

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000075$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0366$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.100 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-875.00$ $y=249.35$ a $x=875.00$ $y=249.35$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c\&ls,eff} = 312865.59 \quad \rho_{eff} = 0.0116$$

Tensione baricentrica = 4.08

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000012$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0058$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.94 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 3619.11
 $A_{cls,eff} = 312865.59$ $\rho_{eff} = 0.0116$

Tensione baricentrica = -0.14

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0002$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.100 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 250.35$ a $x = 875.00$ $y = 250.35$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11
 $A_{cls,eff} = 312865.59$ $\rho_{eff} = 0.0116$

Tensione baricentrica = 0.30

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0004$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.94 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -875.00$ $y = 334.33$ a $x = 875.00$ $y = 334.33$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11
 $A_{cls,eff} = 312865.59$ $\rho_{eff} = 0.0116$

Tensione baricentrica = 25.55

Copriferro = 40.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000075$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 488.7082$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0366$ (<0.2000)

7.5.3.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-88	0.00	0.00	80	0
2	-115	0.00	0.00	246	0
3	9	0.00	0.00	12	0
4	-115	0.00	0.00	35	0
5	9	0.00	0.00	42	0
6	-115	0.00	0.00	246	0

Tensioni massime nei materiali:

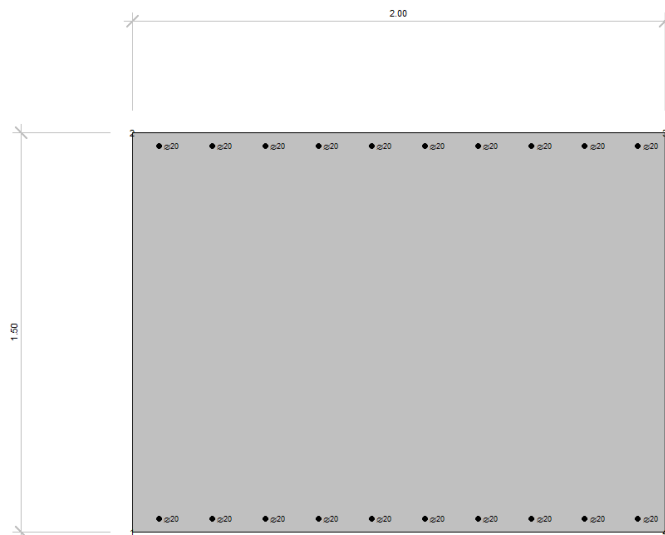
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M3max - Elem.97 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-0.22	0.00	5.98	-2.96
2	M3min - Elem.94 - Comb.2-5A) c.1 M1 X+--+	-0.71	0.00	35.27	-9.03
3	Pmax Traz. - Elem.97 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-0.02	0.00	3.58	-0.23
4	Pmax Comp. - Elem.94 - Comb.2-5A) c.1 M1 X+--+	-0.09	0.00	0.05	-1.31
5	smax - Elem.97 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-0.11	0.00	9.67	-1.28
6	smin - Elem.94 - Comb.2-5A) c.1 M1 X+--+	-0.71	0.00	35.27	-9.03

7.5.4 ELEMENTI TRASVERSALI – S1.1

7.5.4.1 Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.1):

Larghezza b (cm)	200.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 31.40
Copriferro estradosso c (cm)	6.40	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 31.40
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	6.40	



7.5.4.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-42143	-0.0035 (sez)	2459	0.01 (arm)
Mx	-1693	0.01 (arm)	1693	0.01 (arm)

My -2159 0.01 (arm) 2159 0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.73 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	128	0.00	0.00	461	0
2	M3min - Elem.58 - Comb.16a-1A) Ila.1 V+A+ 2	-5	0.00	0.00	778	0
3	Pmax Traz. - Elem.73 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	143	0.00	0.00	253	0
4	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	-63	0.00	0.00	53	0
5	smax - Elem.73 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	143	0.00	0.00	415	0
6	smin - Elem.294 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	-63	0.00	0.00	392	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.0874	armatura
2	2.1858	armatura
3	4.8275	armatura
4	116.0070	armatura
5	3.3027	armatura
6	4.8546	armatura

7.5.4.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	95	0.00	0.00	341	0
2	-3	0.00	0.00	575	0
3	106	0.00	0.00	190	0
4	-47	0.00	0.00	39	0
5	106	0.00	0.00	306	0
6	-47	0.00	0.00	290	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	97	0.00	0.00	340	0
2	-24	0.00	0.00	532	0
3	100	0.00	0.00	197	0
4	-43	0.00	0.00	34	0
5	100	0.00	0.00	317	0
6	-43	0.00	0.00	281	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	97	0.00	0.00	340	0
2	-26	0.00	0.00	508	0
3	99	0.00	0.00	200	0
4	-43	0.00	0.00	30	0
5	99	0.00	0.00	319	0
6	-43	0.00	0.00	274	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.73 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-0.90	0.00	93.22	-9.88
2	M3min - Elem.58 - Comb.8a-2) Ila.1 V+A+	-1.61	0.00	132.37	-18.74
3	Pmax Traz. - Elem.73 - Comb.28b-2) IIIb.1 V-A+F+	-0.46	0.00	60.20	-4.58
4	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.2-2) Ic.1 V-A+	-0.10	0.00	2.79	-1.36
5	smax - Elem.73 - Comb.28b-2) IIIb.1 V-A+F+	-0.80	0.00	86.79	-8.54
6	smin - Elem.294 - Comb.2-2) Ic.1 V-A+	-0.82	0.00	59.99	-9.86

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.73 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.90	0.00	93.15	-9.83
2	M3min - Elem.61 - Comb.8a-3) Ila.1 A+	-1.50	0.00	119.25	-17.54
3	Pmax Traz. - Elem.73 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+	-0.49	0.00	60.86	-4.94

4	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+	-0.09	0.00	2.13	-1.16
5	smax - Elem.73 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+	-0.83	0.00	88.35	-8.99
6	smin - Elem.294 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+	-0.80	0.00	58.39	-9.54

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.73 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.90	0.00	93.14	-9.81
2	M3min - Elem.61 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.43	0.00	113.45	-16.80
3	Pmax Traz. - Elem.73 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.49	0.00	61.21	-5.06
4	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.07	0.00	1.48	-0.99
5	smax - Elem.73 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.84	0.00	88.65	-9.09
6	smin - Elem.294 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.78	0.00	56.96	-9.32

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.73 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da x=-1000.00 y=183.59 a x=1000.00 y=183.59

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c\text{ls,eff}} = 350000.00 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0090$$

Tensione baricentrica = 93.15

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000273$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1404$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.61 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da x=-1000.00 y=229.56 a x=1000.00 y=229.56

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c\text{ls,eff}} = 350000.00 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0090$$

Tensione baricentrica = 119.25

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000349$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1797$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.73 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+

asse neutro: da x=-1000.00 y=155.11 a x=1000.00 y=155.11

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$$A_{c\text{ls,eff}} = 350000.00 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0090$$

Tensione baricentrica = 60.86

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000178$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0917$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 542.88$ a $x = 1000.00$ $y = 542.88$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 2.13

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0032$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.73 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 179.36$ a $x = 1000.00$ $y = 179.36$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 88.35

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000259$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1331$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.294 - Comb.2-3) Ic.1 V-A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 246.58$ a $x = 1000.00$ $y = 246.58$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 58.39

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000171$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0880$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.73 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 183.43$ a $x = 1000.00$ $y = 183.43$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 93.14

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000273$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1403$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.61 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 230.59$ a $x = 1000.00$ $y = 230.59$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 113.45

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000332$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1709$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.73 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 156.80$ a $x = 1000.00$ $y = 156.80$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 61.21

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000179$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0922$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 611.48$ a $x = 1000.00$ $y = 611.48$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 1.48

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000004$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0022$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.73 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-1000.00$ $y=180.25$ a $x=1000.00$ $y=180.25$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cfs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 88.65

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000259$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1336$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.294 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-1000.00$ $y=246.81$ a $x=1000.00$ $y=246.81$

Armature efficaci: Area totale = 3141.59

$A_{cfs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0090$

Tensione baricentrica = 56.96

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000167$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 514.7888$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0858$ (<0.2000)

7.5.4.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	70	0.00	0.00	398	0
2	-50	0.00	0.00	779	0
3	232	0.00	0.00	214	0
4	-96	0.00	0.00	125	0
5	232	0.00	0.00	6	0
6	-96	0.00	0.00	427	0

Tensioni massime nei materiali:

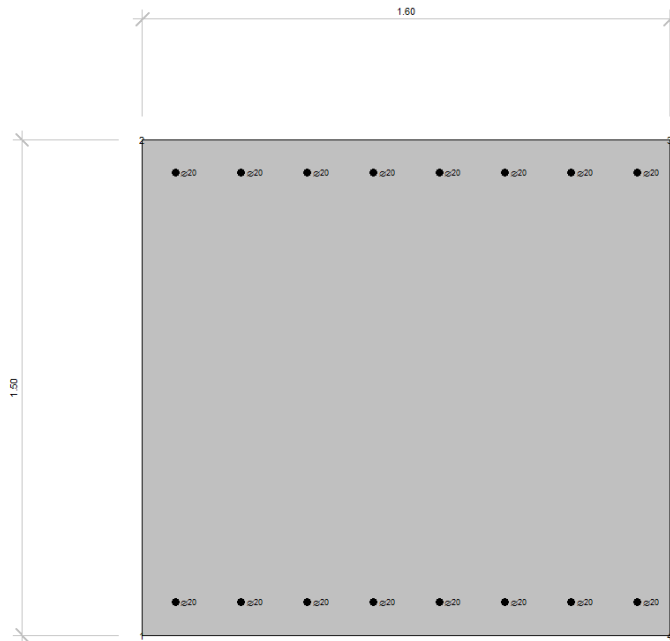
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.73 - Comb.11-5A) c.1 M1 X-+-	-1.08	0.00	102.35	-12.09
2	M3min - Elem.61 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-2.19	0.00	172.29	-25.84
3	Pmax Traz. - Elem.77 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-0.35	0.00	85.55	-2.15
4	Pmax Comp. - Elem.294 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-0.35	0.00	15.24	-4.53
5	smax - Elem.77 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	2.36	0.00	38.38	35.51
6	smin - Elem.294 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-1.22	0.00	84.32	-14.73

7.5.5 ELEMENTI TRASVERSALI – S1.5

7.5.5.1 Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.5

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.5):

Larghezza b (cm)	160.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 25.12
Copriferro estradosso c (cm)	6.40	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ20/20	= 25.12
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	6.40	



7.5.5.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-33714	-0.0035 (sez)	1967	0.01 (arm)
Mx	-1304	0.01 (arm)	1304	0.01 (arm)
My	-1386	0.01 (arm)	1386	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.120 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	8	0.00	0.00	43	0
2	M3min - Elem.278 - Comb.24-1A) Ilc.1 V+A+ 2	41	0.00	0.00	114	0
3	Pmax Traz. - Elem.278 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	52	0.00	0.00	87	0
4	Pmax Comp. - Elem.116 - Comb.23-1A) Ilc.1 V+A+ 1	-2	0.00	0.00	18	0
5	smax - Elem.278 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	52	0.00	0.00	81	0
6	smin - Elem.116 - Comb.23-1A) Ilc.1 V+A+ 1	-2	0.00	0.00	46	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	27.2536	armatura
2	9.2279	armatura
3	10.6907	armatura
4	79.1103	armatura

5	11.2468	armatura
6	29.5508	armatura

7.5.5.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	6	0.00	0.00	31	0
2	31	0.00	0.00	84	0
3	38	0.00	0.00	65	0
4	-1	0.00	0.00	12	0
5	38	0.00	0.00	60	0
6	-1	0.00	0.00	29	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	6	0.00	0.00	31	0
2	33	0.00	0.00	81	0
3	36	0.00	0.00	65	0
4	0	0.00	0.00	14	0
5	36	0.00	0.00	57	0
6	0	0.00	0.00	20	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	6	0.00	0.00	31	0
2	34	0.00	0.00	79	0
3	36	0.00	0.00	65	0
4	0	0.00	0.00	14	0
5	36	0.00	0.00	57	0
6	0	0.00	0.00	20	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.120 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-0.12	0.00	10.60	-0.87
2	M3min - Elem.278 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.30	0.00	31.33	-1.99
3	Pmax Traz. - Elem.278 - Comb.2-2) Ic.1 V-A+	-0.22	0.00	27.01	-1.13
4	Pmax Comp. - Elem.116 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.05	0.00	3.51	-0.40
5	smax - Elem.278 - Comb.2-2) Ic.1 V-A+	-0.20	0.00	25.61	-0.96
6	smin - Elem.116 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.11	0.00	8.64	-0.94

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.120 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.11	0.00	10.06	-1.16
2	M3min - Elem.278 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.26	0.00	29.66	-2.67
3	Pmax Traz. - Elem.278 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.20	0.00	25.57	-1.92
4	Pmin Traz. - Elem.180 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.05	0.00	4.18	-0.58
5	smax - Elem.278 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.17	0.00	23.33	-1.57
6	smin - Elem.180 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-0.07	0.00	5.64	-0.79

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.120 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.11	0.00	10.02	-1.16
2	M3min - Elem.278 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.25	0.00	29.35	-2.59
3	Pmax Traz. - Elem.278 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.20	0.00	25.55	-1.93
4	Pmin Traz. - Elem.180 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.05	0.00	4.18	-0.58
5	smax - Elem.278 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.17	0.00	23.27	-1.58
6	smin - Elem.180 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.07	0.00	5.64	-0.79

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.120 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-800.00$ $y=196.80$

a $x=800.00$ $y=196.80$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27
 $A_{cfs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 10.06

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000029$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0158$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.278 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 167.24$ a $x = 800.00$ $y = 167.24$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{cfs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 29.66

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000087$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0466$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.278 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 149.50$ a $x = 800.00$ $y = 149.50$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{cfs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 25.57

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000075$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0402$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Traz. - Elem.180 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 222.79$ a $x = 800.00$ $y = 222.79$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{cfs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 4.18

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0066$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.278 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 140.26$ a $x = 800.00$ $y = 140.26$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{c_{ls,eff}} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 23.33

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000068$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0366$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.180 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 222.74$ a $x = 800.00$ $y = 222.74$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{c_{ls,eff}} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 5.64

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0089$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.120 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 196.76$ a $x = 800.00$ $y = 196.76$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{c_{ls,eff}} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 10.02

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000029$ Distanza fessure $\Delta_{s_{max}} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0157$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.278 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 165.10$ a $x = 800.00$ $y = 165.10$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{c_{ls,eff}} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 29.35

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000086$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0461$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.278 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 150.16$ a $x = 800.00$ $y = 150.16$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{cs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 25.55

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000075$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0401$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Traz. - Elem.180 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 222.79$ a $x = 800.00$ $y = 222.79$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{cs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 4.18

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0066$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.278 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -800.00$ $y = 140.82$ a $x = 800.00$ $y = 140.82$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{cs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 23.27

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000068$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0366$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.180 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-800.00$ $y=222.74$ a $x=800.00$ $y=222.74$

Armature efficaci: Area totale = 2513.27

$A_{cs,eff} = 291200.00$ $\rho_{eff} = 0.0086$

Tensione baricentrica = 5.64

Copriferro = 42.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 536.7403$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0089$ (< 0.2000)

7.5.5.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	8	0.00	0.00	42	0
2	-11	0.00	0.00	119	0
3	90	0.00	0.00	42	0
4	-11	0.00	0.00	65	0
5	90	0.00	0.00	42	0
6	-11	0.00	0.00	119	0

Tensioni massime nei materiali:

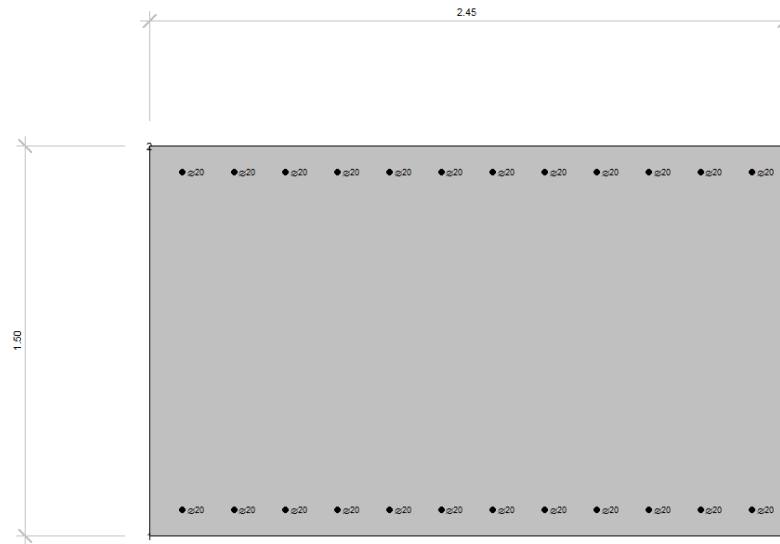
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.116 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-0.14	0.00	13.55	-1.58
2	M3min - Elem.278 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-0.42	0.00	32.38	-4.94
3	Pmax Traz. - Elem.278 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y-++	0.33	0.00	29.89	5.82
4	Pmax Comp. - Elem.278 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-0.23	0.00	16.86	-2.76
5	smax - Elem.278 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y-++	0.33	0.00	29.89	5.82
6	smin - Elem.278 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-0.42	0.00	32.38	-4.94

7.5.6 ELEMENTI TRASVERSALI – S1.7

7.5.6.1 Armatura adottata per gli elementi trasversali S1.7

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.7):

Larghezza b (cm)	245.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1 Φ 20/20	= 38.47
Copriferro estradosso c (cm)	6.40	
Armatura intradosso (cm ²)	1 Φ 20/20	= 38.47
Copriferro armatura intradosso c' (cm)	6.40	



7.5.6.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-51564	-0.0035 (sez)	2950	0.01 (arm)
Mx	-1956	0.01 (arm)	1956	0.01 (arm)
My	-3173	0.01 (arm)	3173	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.110 - Comb.6-1A) Id.1 V+A+ 2	47	0.00	0.00	68	0
2	M3min - Elem.110 - Comb.26-1A) IId.1 V-A+ 2	8	0.00	0.00	606	0
3	Pmax Traz. - Elem.353 - Comb.22b-1A) IId.1 V-A+ 2	63	0.00	0.00	358	0
4	Pmax Comp. - Elem.110 - Comb.27-1A) IId.1 V+A+ 1	-6	0.00	0.00	33	0
5	smax - Elem.353 - Comb.22b-1A) IId.1 V-A+ 2	63	0.00	0.00	358	0
6	smin - Elem.110 - Comb.27-1A) IId.1 V+A+ 1	-6	0.00	0.00	438	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	19.7134	armatura
2	3.1995	armatura
3	4.8809	armatura
4	66.8094	armatura
5	4.8809	armatura
6	4.5030	armatura

7.5.6.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	35	0.00	0.00	50	0
2	6	0.00	0.00	449	0
3	47	0.00	0.00	266	0
4	0	0.00	0.00	10	0
5	47	0.00	0.00	266	0
6	0	0.00	0.00	82	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	35	0.00	0.00	50	0
2	33	0.00	0.00	401	0
3	46	0.00	0.00	256	0

4	0	0.00	0.00	10	0
5	46	0.00	0.00	256	0
6	0	0.00	0.00	10	0

Sollecitazioni di progetto – q-permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	35	0.00	0.00	50	0
2	36	0.00	0.00	372	0
3	45	0.00	0.00	252	0
4	0	0.00	0.00	10	0
5	45	0.00	0.00	252	0
6	0	0.00	0.00	10	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.110 - Comb.3-2) Id.1 V+A+	-0.11	0.00	14.65	-0.47
2	M3min - Elem.110 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-1.12	0.00	90.80	-9.16
3	Pmax Traz. - Elem.353 - Comb.28b-2) IIIb.1 V-A+F+	-0.65	0.00	59.35	-4.85
4	Pmax Comp. - Elem.353 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-0.02	0.00	1.97	-0.20
5	smax - Elem.353 - Comb.28b-2) IIIb.1 V-A+F+	-0.65	0.00	59.35	-4.85
6	smin - Elem.351 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.20	0.00	16.38	-1.68

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.110 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.09	0.00	14.08	-0.86
2	M3min - Elem.110 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-0.92	0.00	81.43	-10.46
3	Pmax Traz. - Elem.353 - Comb.9b-3) IIb.1 A+	-0.57	0.00	54.97	-6.40
4	Pmax Comp. - Elem.353 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.02	0.00	1.89	-0.26
5	smax - Elem.353 - Comb.9b-3) IIb.1 A+	-0.57	0.00	54.97	-6.40
6	smin - Elem.353 - Comb.3-3) Id.1 V+A+	-0.02	0.00	1.89	-0.26

Verifiche alle tensioni – q-permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.110 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.09	0.00	14.06	-0.86
2	M3min - Elem.110 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.85	0.00	76.23	-9.65
3	Pmax Traz. - Elem.353 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.57	0.00	54.32	-6.32
4	Pmax Comp. - Elem.353 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.02	0.00	1.89	-0.26
5	smax - Elem.353 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.57	0.00	54.32	-6.32
6	smin - Elem.353 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.02	0.00	1.89	-0.26

Verifiche di fessurazione frequente e q-permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.110 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-1225.00$ $y=130.95$ a $x=1225.00$ $y=130.95$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$$A_{cs,eff} = 428750.00 \quad \rho_{eff} = 0.0088$$

Tensione baricentrica = 14.06

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000041$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0215$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.110 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-1225.00$ $y=209.40$ a $x=1225.00$ $y=209.40$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$$A_{cs,eff} = 428750.00 \quad \rho_{eff} = 0.0088$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 81.35$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000238 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 522.6802$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1244 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.353 - Comb.9b-3) IIb.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -1225.00 \quad y = 196.01 \quad \text{a } x = 1225.00 \quad y = 196.01$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 3769.91$$

$$A_{cs,eff} = 428750.00 \quad \rho_{eff} = 0.0088$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 54.91$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000161 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 522.6802$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0840 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.353 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

$$\text{asse neutro: da } x = -1225.00 \quad y = 221.00 \quad \text{a } x = 1225.00 \quad y = 221.00$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 3769.91$$

$$A_{cs,eff} = 428750.00 \quad \rho_{eff} = 0.0088$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 1.89$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000006 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_s_{max} = 522.6802$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.0029 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: smax - Elem.353 - Comb.9b-3) IIb.1 A+

$$\text{asse neutro: da } x = -1225.00 \quad y = 196.01 \quad \text{a } x = 1225.00 \quad y = 196.01$$

$$\text{Armature efficaci: Area totale} = 3769.91$$

$$A_{cs,eff} = 428750.00 \quad \rho_{eff} = 0.0088$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 54.91$$

$$\text{Copriferro} = 40.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_t = 0.6$$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000161$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0840$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.353 - Comb.3-3) Id.1 V+A+

asse neutro: da $x=-1225.00$ $y=221.00$ a $x=1225.00$ $y=221.00$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$A_{cls,eff} = 428750.00$ $\rho_{eff} = 0.0088$

Tensione baricentrica = 1.89

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0029$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.110 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-1225.00$ $y=130.69$ a $x=1225.00$ $y=130.69$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$A_{cls,eff} = 428750.00$ $\rho_{eff} = 0.0088$

Tensione baricentrica = 14.05

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000041$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0215$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.110 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-1225.00$ $y=207.27$ a $x=1225.00$ $y=207.27$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$A_{cls,eff} = 428750.00$ $\rho_{eff} = 0.0088$

Tensione baricentrica = 76.14

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm}=0.000223$ Distanza fessure $\Delta_{s,max}=522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1165$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.353 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-1225.00$ $y=195.97$ a $x=1225.00$ $y=195.97$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$A_{cls,eff} = 428750.00$ $\rho_{eff} = 0.0088$

Tensione baricentrica = 54.26

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000159$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0830$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.353 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -1225.00$ $y = 221.00$ a $x = 1225.00$ $y = 221.00$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$A_{cs,eff} = 428750.00$ $\rho_{eff} = 0.0088$

Tensione baricentrica = 1.89

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0029$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.353 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1225.00$ $y = 195.97$ a $x = 1225.00$ $y = 195.97$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$A_{cs,eff} = 428750.00$ $\rho_{eff} = 0.0088$

Tensione baricentrica = 54.26

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000159$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0830$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.353 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -1225.00$ $y = 221.00$ a $x = 1225.00$ $y = 221.00$

Armature efficaci: Area totale = 3769.91

$A_{cs,eff} = 428750.00$ $\rho_{eff} = 0.0088$

Tensione baricentrica = 1.89

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 522.6802$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0029$ (< 0.2000)

7.5.6.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	25	0.00	0.00	56	0
2	40	0.00	0.00	709	0
3	64	0.00	0.00	479	0
4	0	0.00	0.00	10	0
5	64	0.00	0.00	479	0
6	0	0.00	0.00	10	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.110 - Comb.20-5A) c.1 M1 Y+--	-0.12	0.00	14.01	-1.21
2	M3min - Elem.110 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.62	0.00	141.56	-18.64
3	Pmax Traz. - Elem.353 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+++	-1.08	0.00	100.47	-12.24
4	Pmax Comp. - Elem.353 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-0.02	0.00	1.89	-0.26
5	smax - Elem.353 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y+++	-1.08	0.00	100.47	-12.24
6	smin - Elem.353 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-0.02	0.00	1.89	-0.26

7.6 VERIFICHE PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO

7.6.1 NUMERAZIONE ELEMENTI PLATEA DI FONDAZIONE SOTTO AL RISVOLTO DESTRO

Si riporta di seguito lo schema della numerazione degli elementi frame individuati nel programma di calcolo.

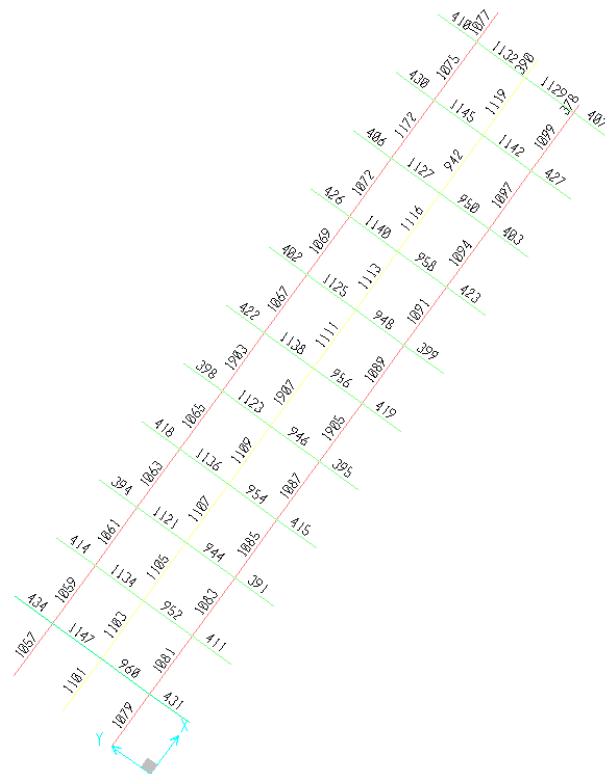


Figura 7.4 Fondazione risvolto destro

Di seguito si procederà alle verifiche degli elementi con cui si è operata la schematizzazione della platea in oggetto. In senso longitudinale al ponte essa è stata suddivisa in 2 frame di larghezza 200cm (elementi S1.1) e uno di larghezza 50cm (elementi S1.2) e altezza pari a quella della platea stessa (150cm). In senso trasversale invece si sono ricavati 10 elementi frame di larghezza 150cm (elementi S1.3) e uno di larghezza 210cm (elementi S1.4), per i particolari si veda il disegno riportato in Figura 7.5.

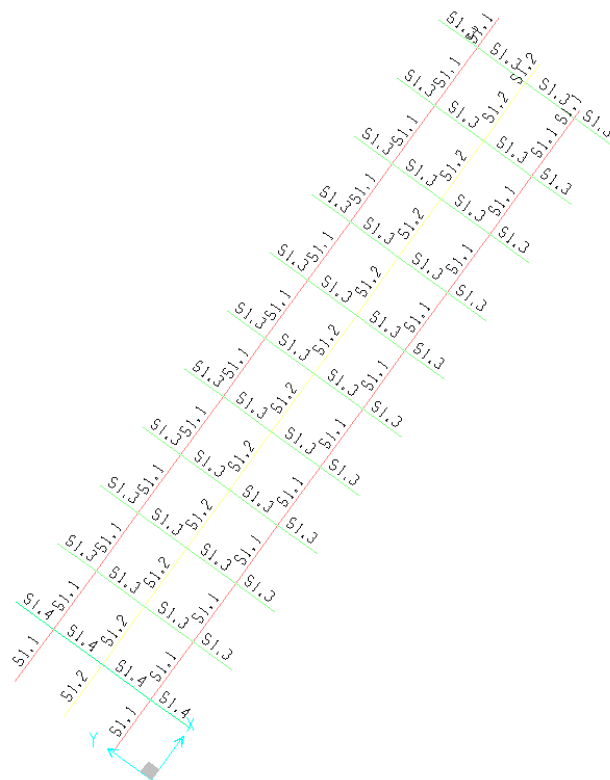


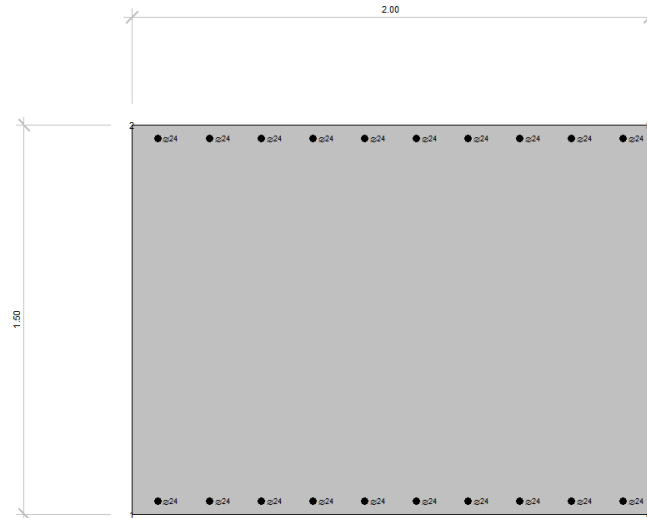
Figura 7.5 Platea di fondazione sotto al risvolto destro – Schematizzazione a elementi frame

7.6.2 ELEMENTI LONGITUDINALI – S1.1

7.6.2.1 Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.1

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.1):

Larghezza b (cm)	200.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ24/20	= 45.20
Coprifero estradosso c (cm)	4.20	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ24/20	= 45.20
Coprifero armatura intradosso c' (cm)	4.20	



7.6.2.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-43225	-0.0035 (sez)	3540	0.01 (arm)
Mx	-2442	0.01 (arm)	2442	0.01 (arm)
My	-3088	0.01 (arm)	3088	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1172 - Comb.34b-1A) Ila.2 V-A+ 2	-73	0.00	0.00	2236	0
2	M3min - Elem.1081 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-75	0.00	0.00	639	0
3	Pmax Traz. - Elem.1172 - Comb.40-1A) IId.2 V+A+ 2	471	0.00	0.00	306	0
4	Pmax Comp. - Elem.1091 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-218	0.00	0.00	277	0
5	smax - Elem.1172 - Comb.40-1A) IId.2 V+A+ 2	471	0.00	0.00	627	0
6	smin - Elem.1091 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-218	0.00	0.00	487	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.1172	armatura
2	4.1527	armatura
3	3.8902	armatura
4	17.8281	armatura
5	2.5751	armatura
6	7.2277	armatura

7.6.2.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-55	0.00	0.00	1653	0
2	-56	0.00	0.00	473	0
3	350	0.00	0.00	226	0
4	-162	0.00	0.00	200	0
5	350	0.00	0.00	463	0
6	-162	0.00	0.00	365	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-58	0.00	0.00	508	0
2	-42	0.00	0.00	446	0
3	268	0.00	0.00	106	0
4	-125	0.00	0.00	162	0

5	268	0.00	0.00	106	0
6	-125	0.00	0.00	313	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-53	0.00	0.00	422	0
2	-33	0.00	0.00	430	0
3	228	0.00	0.00	112	0
4	-101	0.00	0.00	141	0
5	228	0.00	0.00	112	0
6	-101	0.00	0.00	276	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1172 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-3.87	0.00	261.06	-47.12
2	M3min - Elem.1081 - Comb.15b-2) IIId.1 V-A+	-1.12	0.00	70.70	-13.81
3	Pmax Traz. - Elem.1172 - Comb.20a-2) IIc.2 V+A+	0.03	0.00	74.34	2.97
4	Pmax Comp. - Elem.1091 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.48	0.00	16.89	-6.40
5	smax - Elem.1172 - Comb.20a-2) IIc.2 V+A+	-0.82	0.00	111.64	-8.07
6	smin - Elem.1091 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.89	0.00	42.79	-11.35

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1097 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.20	0.00	76.04	-14.81
2	M3min - Elem.1081 - Comb.11-3) IIId.1 A+	-1.05	0.00	67.68	-12.94
3	Pmax Traz. - Elem.1072 - Comb.11-3) IIId.1 A+	0.78	0.00	46.26	12.90
4	Pmax Comp. - Elem.1091 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.39	0.00	14.18	-5.16
5	smax - Elem.1072 - Comb.11-3) IIId.1 A+	0.78	0.00	46.26	12.90
6	smin - Elem.1091 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.76	0.00	38.11	-9.68

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1097 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.00	0.00	62.74	-12.35
2	M3min - Elem.1081 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.01	0.00	65.95	-12.40
3	Pmax Traz. - Elem.1072 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.42	0.00	42.95	7.51
4	Pmax Comp. - Elem.1091 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.34	0.00	12.99	-4.48
5	smax - Elem.1072 - Comb.2-4) Id.1 A+	0.42	0.00	42.95	7.51
6	smin - Elem.1091 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.67	0.00	34.50	-8.50

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.1097 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-1000.00$ $y=278.24$ a $x=1000.00$ $y=278.24$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$$A_{c,ls,eff} = 350000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 76.04$$

$$\text{Copriferro} = 38.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000223$ Distanza fessure $\Delta_s, \max = 444.8573$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0990$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1081 - Comb.11-3) IIId.1 A+

asse neutro: da $x=-1000.00$ $y=274.64$ a $x=1000.00$ $y=274.64$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$$A_{c,ls,eff} = 350000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 67.68

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000198$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8573$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0881$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1072 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 46.26

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.6233$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000135$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 522.7180$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0708$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1091 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 423.66$ a $x = 1000.00$ $y = 423.66$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 14.18

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000042$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8573$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0185$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1072 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$A_{cs,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 46.26

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.6233$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000135$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 522.7180$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0708$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1091 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-1000.00$ $y=333.54$ a $x=1000.00$ $y=333.54$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$$A_{cfs,eff} = 350000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 38.11

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000112$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8573$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0496$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1097 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-1000.00$ $y=280.20$ a $x=1000.00$ $y=280.20$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$$A_{cfs,eff} = 350000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 62.74

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000184$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8573$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0817$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1081 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-1000.00$ $y=271.55$ a $x=1000.00$ $y=271.55$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$$A_{cfs,eff} = 350000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 65.95

Copriferro = 38.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000193$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8573$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0859$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1072 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

$$A_{cfs,eff} = 350000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = 42.95

Copriferro = 38.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5706$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000126$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 489.4301$ Ampiezza fessure $w_d = 0.0615$ (< 0.2000)**Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1091 - Comb.2-4) Id.1 A+**asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 409.27$ a $x = 1000.00$ $y = 409.27$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

 $A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 12.99

Copriferro = 38.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000038$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 444.8573$ Ampiezza fessure $w_d = 0.0169$ (< 0.2000)**Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1072 - Comb.2-4) Id.1 A+**

Sezione tutta tesa

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

 $A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 42.95

Copriferro = 38.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5706$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000126$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 489.4301$ Ampiezza fessure $w_d = 0.0615$ (< 0.2000)**Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1091 - Comb.2-4) Id.1 A+**asse neutro: da $x = -1000.00$ $y = 326.69$ a $x = 1000.00$ $y = 326.69$

Armature efficaci: Area totale = 4523.89

 $A_{cls,eff} = 350000.00$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = 34.50

Copriferro = 38.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000101$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 444.8573$ Ampiezza fessure $w_d = 0.0449$ (< 0.2000)

7.6.2.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-365	0.00	0.00	1887	0
2	-408	0.00	0.00	1140	0
3	1147	0.00	0.00	305	0
4	-872	0.00	0.00	348	0
5	1147	0.00	0.00	647	0
6	-872	0.00	0.00	348	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M3max - Elem.1172 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-4.51	0.00	267.53	-56.13
2	M3min - Elem.1075 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.76	0.00	143.17	-35.03
3	Pmax Traz. - Elem.1172 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	5.01	0.00	174.93	78.61
4	Pmax Comp. - Elem.1172 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.73	0.00	2.80	-10.42
5	smax - Elem.1172 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	1.15	0.00	228.93	24.62
6	smin - Elem.1172 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.73	0.00	2.80	-10.42

7.6.3 ELEMENTI LONGITUDINALI - S1.2

7.6.3.1 Armatura adottata per gli elementi longitudinali S1.2

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione longitudinale al ponte (elementi S1.2):

Larghezza b (cm)	50.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1 Φ 24/20	= 11.30
Copri ferro c (cm)	4.20	
Armatura intradosso (cm ²)	1 Φ 24/20	= 11.30
Copri ferro armatura intradosso c' (cm)	4.20	



7.6.3.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-10983	-0.0035 (sez)	1062	0.01 (arm)
Mx	-733	0.01 (arm)	733	0.01 (arm)
My	-229	0.01 (arm)	229	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.942 - Comb.18b-1A) IIa.1 V-A+ 2	17	0.00	0.00	328	0
2	M3min - Elem.1101 - Comb.18b-1A) IIa.1 V-A+ 2	0	0.00	0.00	234	0
3	Pmax Traz. - Elem.942 - Comb.30-1A) II d.1 V-A+ 2	26	0.00	0.00	194	0
4	Pmax Comp. - Elem.1101 - Comb.52b-1A) IIIa.1 V-A+F- 2	0	0.00	0.00	60	0
5	smax - Elem.942 - Comb.52b-1A) IIIa.1 V-A+F- 2	26	0.00	0.00	285	0
6	smin - Elem.1101 - Comb.18b-1A) IIa.1 V-A+ 2	0	0.00	0.00	234	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	2.1634	armatura
2	3.1411	armatura
3	3.4621	armatura
4	12.1828	armatura
5	2.4199	armatura
6	3.1411	armatura

7.6.3.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	12	0.00	0.00	242	0
2	0	0.00	0.00	173	0
3	19	0.00	0.00	144	0
4	0	0.00	0.00	45	0
5	19	0.00	0.00	209	0
6	0	0.00	0.00	173	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	12	0.00	0.00	218	0
2	0	0.00	0.00	169	0
3	17	0.00	0.00	144	0
4	0	0.00	0.00	44	0
5	17	0.00	0.00	144	0
6	0	0.00	0.00	169	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	13	0.00	0.00	181	0
2	0	0.00	0.00	166	0
3	16	0.00	0.00	144	0
4	0	0.00	0.00	44	0
5	16	0.00	0.00	144	0
6	0	0.00	0.00	166	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.942 - Comb.9b-2) IIa.1 V-A+	-2.04	0.00	134.58	-24.91
2	M3min - Elem.1101 - Comb.8a-2) IIa.1 V+A+	-1.47	0.00	93.29	-18.10
3	Pmax Traz. - Elem.942 - Comb.15b-2) II d.1 V-A+	-1.19	0.00	84.04	-14.31
4	Pmax Comp. - Elem.1101 - Comb.26b-2) IIIa.1 V-A+F-	-0.38	0.00	24.05	-4.68
5	smax - Elem.942 - Comb.26b-2) IIIa.1 V-A+F-	-1.75	0.00	119.38	-21.23
6	smin - Elem.1101 - Comb.9b-2) IIa.1 V-A+	-1.47	0.00	93.28	-18.10

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
-------	-------------	--------------	--------------	----------------	----------------

COMMITTENTE		CODIFICA DOCUMENTO				FOGLIO
AUTOSTRADA DEL BRENNERO		A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCOLO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX				196 DI 295
1	M3max - Elem.942 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.83	0.00	121.39	-22.37	
2	M3min - Elem.1101 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-1.44	0.00	91.12	-17.68	
3	Pmax Traz. - Elem.942 - Comb.11-3) IIId.1 A+	-1.20	0.00	83.28	-14.45	
4	Pmax Comp. - Elem.1101 - Comb.11-3) IIId.1 A+	-0.37	0.00	23.69	-4.61	
5	smax - Elem.942 - Comb.11-3) IIId.1 A+	-1.20	0.00	83.28	-14.45	
6	smin - Elem.1101 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.44	0.00	91.12	-17.68	
Verifiche alle tensioni – q.permanente						
Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min	
1	M3max - Elem.942 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.52	0.00	101.94	-18.50	
2	M3min - Elem.1101 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.42	0.00	89.68	-17.41	
3	Pmax Traz. - Elem.942 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.20	0.00	83.11	-14.53	
4	Pmax Comp. - Elem.1101 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.37	0.00	23.69	-4.61	
5	smax - Elem.942 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.20	0.00	83.11	-14.53	
6	smin - Elem.1101 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.42	0.00	89.67	-17.41	
Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente						
Combinazione frequente: M3max - Elem.942 - Comb.8b-3) IIa.1 A+						
asse neutro: da x=-250.00 y=267.89 a x=250.00 y=267.89						
Armature efficaci: Area totale = 1357.17						
$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$						
Tensione baricentrica = 121.39						
Copriferro = 38.00						
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$						
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$						
Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000355$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 392.2478$						
Ampiezza fessure $w_d = 0.1394$ (<0.2000)						
Combinazione frequente: M3min - Elem.1101 - Comb.8a-3) IIa.1 A+						
asse neutro: da x=-250.00 y=277.55 a x=250.00 y=277.55						
Armature efficaci: Area totale = 1357.17						
$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$						
Tensione baricentrica = 91.12						
Copriferro = 38.00						
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$						
Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93						
Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$						
Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$						
Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000267$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 392.2478$						
Ampiezza fessure $w_d = 0.1046$ (<0.2000)						
Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.942 - Comb.11-3) IIId.1 A+						
asse neutro: da x=-250.00 y=256.95 a x=250.00 y=256.95						
Armature efficaci: Area totale = 1357.17						
$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$						
Tensione baricentrica = 83.28						
Copriferro = 38.00						
$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$						

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000244$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0956$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1101 - Comb.11-3) II.d.1 A+

asse neutro: da $x = -250.00$ $y = 278.04$ a $x = 250.00$ $y = 278.04$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17

$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 23.69

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000069$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0272$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.942 - Comb.11-3) II.d.1 A+

asse neutro: da $x = -250.00$ $y = 256.95$ a $x = 250.00$ $y = 256.95$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17

$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 83.28

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000244$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0956$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1101 - Comb.8b-3) II.a.1 A+

asse neutro: da $x = -250.00$ $y = 277.55$ a $x = 250.00$ $y = 277.55$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17

$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 91.12

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000267$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1046$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.942 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-250.00$ $y=265.01$ a $x=250.00$ $y=265.01$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17

$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 101.94

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000298$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1170$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1101 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-250.00$ $y=277.56$ a $x=250.00$ $y=277.56$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17

$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 89.68

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000262$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1030$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.942 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-250.00$ $y=258.28$ a $x=250.00$ $y=258.28$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17

$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 83.11

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000243$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0954$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1101 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-250.00$ $y=278.00$ a $x=250.00$ $y=278.00$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17

$A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 23.69

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000069$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0272$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.942 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -250.00$ $y = 258.28$ a $x = 250.00$ $y = 258.28$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17
 $A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 83.11

Copriferro = 38.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000243$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0954$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1101 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -250.00$ $y = 277.58$ a $x = 250.00$ $y = 277.58$

Armature efficaci: Area totale = 1357.17
 $A_{cls,eff} = 87500.00$ $\rho_{eff} = 0.0155$

Tensione baricentrica = 89.67

Copriferro = 38.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000262$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 392.2478$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1029$ (< 0.2000)

7.6.3.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	31	0.00	0.00	221	0
2	-1	0.00	0.00	166	0
3	73	0.00	0.00	197	0
4	-58	0.00	0.00	8	0
5	73	0.00	0.00	197	0
6	-58	0.00	0.00	19	0

Tensioni massime nei materiali:

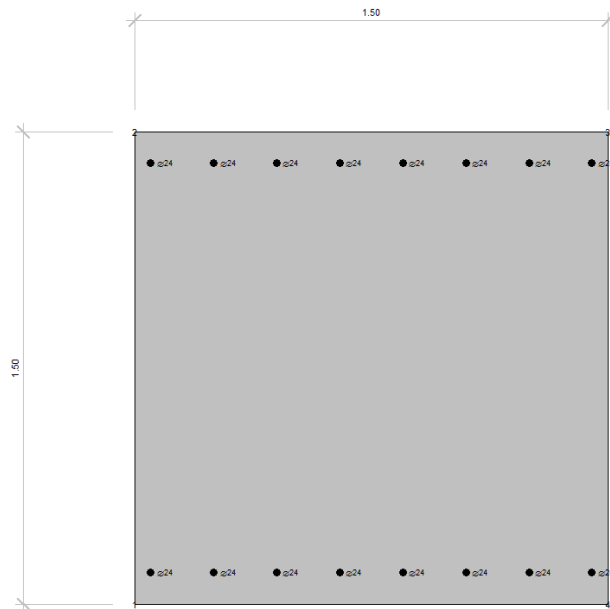
Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M3max - Elem.942 - Comb.9-5A) c.1 M1 X-++	-1.83	0.00	129.79	-22.02
2	M3min - Elem.1101 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-1.42	0.00	89.29	-17.44
3	Pmax Traz. - Elem.942 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.53	0.00	131.81	-17.56
4	Pmax Comp. - Elem.942 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.11	-0.04	-0.60	-1.62
5	smax - Elem.942 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.53	0.00	131.81	-17.56
6	smin - Elem.942 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-0.17	0.00	0.20	-2.39

7.6.4 ELEMENTI TRASVERSALI - S1.3

7.6.4.1 Armatura adottata per gli elementi TRASVERSALI S1.3

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.3):

Larghezza b (cm)	150.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1Φ24/20 = 33.90	
Copri ferro c (cm)	6.60	
Armatura intradosso (cm ²)	1Φ24/20 = 33.90	
Copri ferro armatura intradosso c' (cm)	6.60	



7.6.4.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-32596	-0.0035 (sez)	2832	0.01 (arm)
Mx	-1874	0.01 (arm)	1874	0.01 (arm)
My	-1869	0.01 (arm)	1869	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1121 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	454	0.00	0.00	805	0
2	M3min - Elem.952 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-535	0.00	0.00	1166	0
3	Pmax Traz. - Elem.1121 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	454	0.00	0.00	769	0
4	Pmax Comp. - Elem.952 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-538	0.00	0.00	1165	0
5	smax - Elem.1121 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	454	0.00	0.00	769	0
6	smin - Elem.952 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-538	0.00	0.00	1165	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.6916	armatura
2	2.3164	armatura
3	1.7474	armatura
4	2.3244	armatura
5	1.7474	armatura
6	2.3244	armatura

7.6.4.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	334	0.00	0.00	597	0
2	-396	0.00	0.00	863	0
3	337	0.00	0.00	569	0
4	-398	0.00	0.00	863	0
5	337	0.00	0.00	569	0
6	-398	0.00	0.00	863	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	276	0.00	0.00	571	0
2	-346	0.00	0.00	777	0
3	295	0.00	0.00	506	0
4	-347	0.00	0.00	777	0
5	295	0.00	0.00	570	0
6	-347	0.00	0.00	777	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	267	0.00	0.00	554	0
2	-314	0.00	0.00	719	0
3	267	0.00	0.00	466	0
4	-314	0.00	0.00	719	0
5	267	0.00	0.00	554	0
6	-314	0.00	0.00	719	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1121 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.74	0.00	171.19	-12.00
2	M3min - Elem.952 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-2.90	0.00	131.38	-31.07
3	Pmax Traz. - Elem.1121 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.64	0.00	165.55	-11.02
4	Pmax Comp. - Elem.952 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.90	0.00	131.01	-31.06
5	smax - Elem.1121 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.64	0.00	165.55	-11.02
6	smin - Elem.952 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.90	0.00	131.01	-31.06

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1121 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.51	0.00	151.73	-16.41
2	M3min - Elem.952 - Comb.11-3) IId.1 A+	-2.45	0.00	114.30	-31.29
3	Pmax Traz. - Elem.1121 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.28	0.00	141.12	-13.48
4	Pmax Comp. - Elem.952 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.45	0.00	114.09	-31.30
5	smax - Elem.1121 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.49	0.00	153.88	-15.98
6	smin - Elem.952 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.45	0.00	114.09	-31.30

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1121 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.47	0.00	147.00	-15.93
2	M3min - Elem.952 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.27	0.00	106.61	-28.94
3	Pmax Traz. - Elem.1121 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.19	0.00	129.34	-12.50
4	Pmax Comp. - Elem.952 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.27	0.00	106.61	-28.94
5	smax - Elem.1121 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.47	0.00	147.00	-15.93
6	smin - Elem.952 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.27	0.00	106.61	-28.94

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.1121 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=188.22$ a $x=750.00$ $y=188.22$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 151.73

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000444$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1971$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.952 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 352.00$ a $x = 750.00$ $y = 352.00$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 114.30

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000335$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1485$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.1121 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 173.73$ a $x = 750.00$ $y = 173.73$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 141.12

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000413$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1833$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.952 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 352.51$ a $x = 750.00$ $y = 352.51$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 114.09

Copriferro = 40.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000334$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1482$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1121 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=183.32$ a $x=750.00$ $y=183.32$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 153.88

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000450$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1999$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.952 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=352.51$ a $x=750.00$ $y=352.51$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 114.09

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000334$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1482$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1121 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=188.46$ a $x=750.00$ $y=188.46$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 147.00

Copriferro = 40.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000430$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1909$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.952 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-750.00$ $y=350.04$ a $x=750.00$ $y=350.04$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

$$A_{c_{ls,eff}} = 273000.00 \quad \rho_{eff} = 0.0133$$

Tensione baricentrica = 106.61

Copriferro = 40.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000312$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$ Ampiezza fessure $w_d = 0.1385$ (< 0.2000)**Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.1121 - Comb.1-4) Ic.1 A+**asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 175.00$ a $x = 750.00$ $y = 175.00$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

 $A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 129.34

Copriferro = 40.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000379$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$ Ampiezza fessure $w_d = 0.1680$ (< 0.2000)**Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.952 - Comb.1-4) Ic.1 A+**asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 350.04$ a $x = 750.00$ $y = 350.04$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

 $A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 106.61

Copriferro = 40.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000312$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$ Ampiezza fessure $w_d = 0.1385$ (< 0.2000)**Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1121 - Comb.1-4) Ic.1 A+**asse neutro: da $x = -750.00$ $y = 188.46$ a $x = 750.00$ $y = 188.46$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

 $A_{cls,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 147.00

Copriferro = 40.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000430$ Distanza fessure $\Delta_s_{max} = 443.7659$ Ampiezza fessure $w_d = 0.1909$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.952 - Comb.1-4) Ic.1 A+asse neutro: da $x=-750.00$ $y=350.04$ a $x=750.00$ $y=350.04$

Armature efficaci: Area totale = 3619.11

 $A_{cs,eff} = 273000.00$ $\rho_{eff} = 0.0133$

Tensione baricentrica = 106.61

Copri ferro = 40.00

 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$ Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000312$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 443.7659$ Ampiezza fessure $w_d = 0.1385$ (< 0.2000)**7.6.4.4 Verifiche in campo elastico (sisma)**

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	517	0.00	0.00	801	0
2	-631	0.00	0.00	1312	0
3	518	0.00	0.00	801	0
4	-631	0.00	0.00	1312	0
5	518	0.00	0.00	801	0
6	-631	0.00	0.00	1312	0

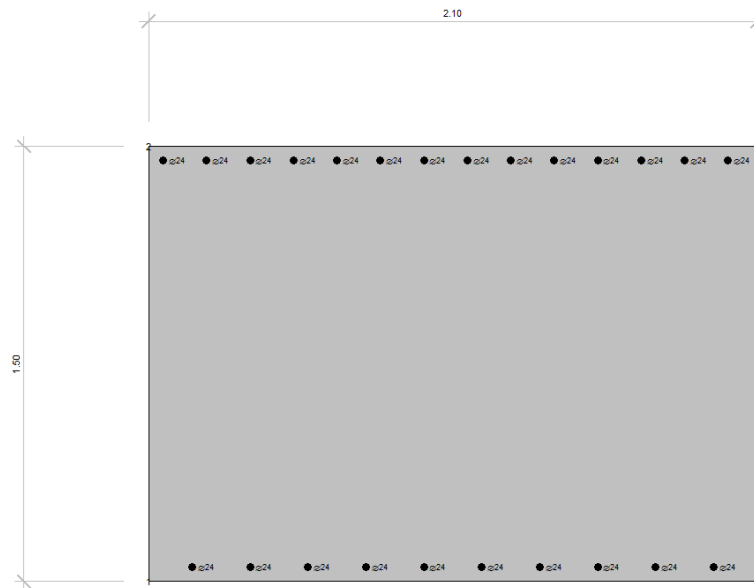
Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	σ_s_{max}	σ_s_{min}
1	M3max - Elem.1121 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.97	0.00	230.16	-20.18
2	M3min - Elem.952 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.14	0.00	187.47	-53.11
3	Pmax Traz. - Elem.1121 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.97	0.00	230.18	-20.16
4	Pmax Comp. - Elem.952 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.14	0.00	187.47	-53.11
5	smax - Elem.1121 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.97	0.00	230.18	-20.16
6	smin - Elem.952 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.14	0.00	187.47	-53.11

7.6.5 ELEMENTI TRASVERSALI- S1.4**7.6.5.1 Armatura adottata per gli elementi TRASVERSALI S1.4**

Caratteristiche geometriche della sezione – Direzione trasversale al ponte (elementi S1.4):

Larghezza b (cm)	210.0	
Altezza h (cm)	150.0	
Armatura estradosso (cm ²)	1 Φ 24/20	= 47.46
Copri ferro c (cm)	6.60	
Armatura intradosso (cm ²)	1 Φ 24/15	= 63.28
Copri ferro armatura intradosso c' (cm)	6.60	



7.6.5.2 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-45187	-0.0035 (sez)	3540	0.01 (arm)
Mx	-2443	0.01 (arm)	3417	0.01 (arm)
My	-3810	0.01 (arm)	3755	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M3max - Elem.1147 - Comb.28-1A) Ild.1 V+A+ 2	671	0.00	0.00	1438	0
2	M3min - Elem.960 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-111	0.00	0.00	282	0
3	Pmax Traz. - Elem.960 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	675	0.00	0.00	1306	0
4	Pmax Comp. - Elem.960 - Comb.40-1A) Iic.2 V+A+ 2	-111	0.00	0.00	279	0
5	smax - Elem.960 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	675	0.00	0.00	1361	0
6	smin - Elem.960 - Comb.40-1A) Iic.2 V+A+ 2	-111	0.00	0.00	279	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	1.8028	armatura
2	16.5151	armatura
3	1.9347	armatura
4	16.8016	armatura
5	1.8770	armatura
6	16.8016	armatura

7.6.5.3 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	497	0.00	0.00	1067	0
2	-83	0.00	0.00	209	0
3	500	0.00	0.00	966	0
4	-83	0.00	0.00	207	0
5	500	0.00	0.00	1007	0
6	-83	0.00	0.00	207	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	431	0.00	0.00	1004	0
2	0	0.00	0.00	174	0

3	432	0.00	0.00	933	0
4	-70	0.00	0.00	175	0
5	432	0.00	0.00	958	0
6	-70	0.00	0.00	175	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	386	0.00	0.00	964	0
2	0	0.00	0.00	171	0
3	387	0.00	0.00	904	0
4	-61	0.00	0.00	154	0
5	387	0.00	0.00	921	0
6	-61	0.00	0.00	154	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1147 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.99	0.00	162.34	-23.05
2	M3min - Elem.960 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-0.45	0.00	18.68	-5.81
3	Pmax Traz. - Elem.960 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-1.77	0.00	150.75	-20.29
4	Pmax Comp. - Elem.960 - Comb.20a-2) IIc.2 V+A+	-0.44	0.00	18.39	-5.75
5	smax - Elem.960 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-1.86	0.00	155.47	-21.39
6	smin - Elem.960 - Comb.20a-2) IIc.2 V+A+	-0.44	0.00	18.39	-5.75

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1147 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.89	0.00	149.89	-22.10
2	M3min - Elem.434 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-0.36	0.00	20.39	-4.49
3	Pmax Traz. - Elem.960 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.74	0.00	141.71	-20.19
4	Pmax Comp. - Elem.960 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.37	0.00	15.58	-4.87
5	smax - Elem.960 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.79	0.00	144.61	-20.86
6	smin - Elem.960 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.37	0.00	15.58	-4.87

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1147 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.83	0.00	141.78	-21.52
2	M3min - Elem.434 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.35	0.00	20.04	-4.41
3	Pmax Traz. - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.70	0.00	134.88	-19.91
4	Pmax Comp. - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.33	0.00	13.75	-4.29
5	smax - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.74	0.00	136.85	-20.36
6	smin - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.33	0.00	13.75	-4.29

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M3max - Elem.1147 - Comb.11-3) IId.1 A+

asse neutro: da x=-1050.00 y=207.98 a x=1050.00 y=234.85

Armature efficaci: Area totale = 6333.45

$$A_{c,s,eff} = 342018.21 \quad \rho_{eff} = 0.0185$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 148.38$$

$$\text{Copriferro} = 38.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 24.00$$

$$\text{Modulo elastico calcestruzzo} = 25472.93$$

$$\text{Resistenza a trazione } f_{ctm} = 1.23$$

$$\text{Modulo elastico acciaio} = 205000.00 \quad K_f = 0.6$$

$$\text{Deformazione media } \varepsilon_{sm} = 0.000500 \quad \text{Distanza fessure } \Delta_{s,max} = 349.5416$$

$$\text{Ampiezza fessure } w_d = 0.1749 \quad (< 0.2000)$$

Combinazione frequente: M3min - Elem.434 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da x=-1050.00 y=287.09 a x=1050.00 y=307.16

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cfs,eff} = 348457.04$ $\rho_{eff} = 0.0182$

Tensione baricentrica = 20.22

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000059$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 353.6833$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0209$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Traz. - Elem.960 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 202.04$ a $x = 1050.00$ $y = 229.55$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cfs,eff} = 341406.53$ $\rho_{eff} = 0.0186$

Tensione baricentrica = 140.25

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000461$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 349.1482$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1610$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.960 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 372.56$ a $x = 1050.00$ $y = 387.78$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cfs,eff} = 353054.91$ $\rho_{eff} = 0.0179$

Tensione baricentrica = 15.48

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000045$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 356.6419$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0162$ (<0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.960 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 204.17$ a $x = 1050.00$ $y = 231.45$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cfs,eff} = 341627.92$ $\rho_{eff} = 0.0185$

Tensione baricentrica = 143.14

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000475$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 349.2906$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1660$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.960 - Comb.10-3) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 372.56$ a $x = 1050.00$ $y = 387.78$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cs,eff} = 353054.91$ $\rho_{eff} = 0.0179$

Tensione baricentrica = 15.48

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000045$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 356.6419$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0162$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1147 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 213.08$ a $x = 1050.00$ $y = 239.41$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cs,eff} = 342526.02$ $\rho_{eff} = 0.0185$

Tensione baricentrica = 140.38

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000461$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 349.8681$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.1613$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.434 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 287.09$ a $x = 1050.00$ $y = 307.16$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cs,eff} = 348457.04$ $\rho_{eff} = 0.0182$

Tensione baricentrica = 19.88

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000058$ Distanza fessure $\Delta_{s\max} = 353.6833$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0206$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Traz. - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 208.19$ a $x = 1050.00$ $y = 235.04$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45
 $A_{cs,eff} = 342039.34$ $\rho_{eff} = 0.0185$

Tensione baricentrica = 133.52

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000428$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 349.5551$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1496$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 371.65$ a $x = 1050.00$ $y = 386.91$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45

$A_{cs,eff} = 353014.37$ $\rho_{eff} = 0.0179$

Tensione baricentrica = 13.66

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000040$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 356.6158$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0143$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 209.59$ a $x = 1050.00$ $y = 236.28$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45

$A_{cs,eff} = 342179.57$ $\rho_{eff} = 0.0185$

Tensione baricentrica = 135.48

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000437$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 349.6453$

Ampiezza fessure $w_d = 0.1530$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.960 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -1050.00$ $y = 371.65$ a $x = 1050.00$ $y = 386.91$

Armature efficaci: Area totale = 6333.45

$A_{cs,eff} = 353014.37$ $\rho_{eff} = 0.0179$

Tensione baricentrica = 13.66

Copriferro = 38.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 24.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 25472.93

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 1.23$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000040$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 356.6158$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0143$ (< 0.2000)

7.6.5.4 Verifiche in campo elastico (sisma)

Parametri di sollecitazione per la verifica a pressoflessione in campo elastico:

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	864	0.00	0.00	1442	0
2	-115	0.00	0.00	245	0
3	871	0.00	0.00	1342	0
4	-115	0.00	0.00	245	0
5	871	0.00	0.00	1342	0
6	-115	0.00	0.00	245	0

Tensioni massime nei materiali:

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M3max - Elem.1147 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-2.56	0.00	234.24	-28.83
2	M3min - Elem.960 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-0.52	0.00	20.67	-6.88
3	Pmax Traz. - Elem.960 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-2.34	0.00	223.24	-25.95
4	Pmax Comp. - Elem.960 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-0.52	0.00	20.67	-6.88
5	smax - Elem.960 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-2.34	0.00	223.24	-25.95
6	smin - Elem.960 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-0.52	0.00	20.67	-6.88

7.6.6 VERIFICA A PUNZONAMENTO DELLA PLATEA

VERIFICA A PUNZONAMENTO DI PIASTRE PIANE IN C.A. SECONDO EC2-2005

MATERIALI				
CLS		Acciaio teso		
$f_{ck} =$	25	N/mm ²	$f_{yk} =$ 450	N/mm ²
$\gamma_c =$	1.5		$\gamma_s =$ 1.15	
$f_{cd} =$	14.11	N/mm ²	$f_{yd} =$ 391	N/mm ²

$$f_{cd} = \frac{0.85 f_{ck}}{\gamma_c}$$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

PILASTRO CIRCOLARE DI BORDO:

Diametro D = 1000 mm

DATI SOLETTA:

Spessore h = 1500 mm

Copriferro netto = 40 mm

Altezza utile d = 1440 mm $\implies d = \frac{dz + dy}{2}$

Perimetro pilastro $u_0 =$ 2571 mm

Perimetro di base $u_1 =$ 11619 mm \implies Perimetro di verifica a distanza costante dal bordo del pilastro pari a 2d

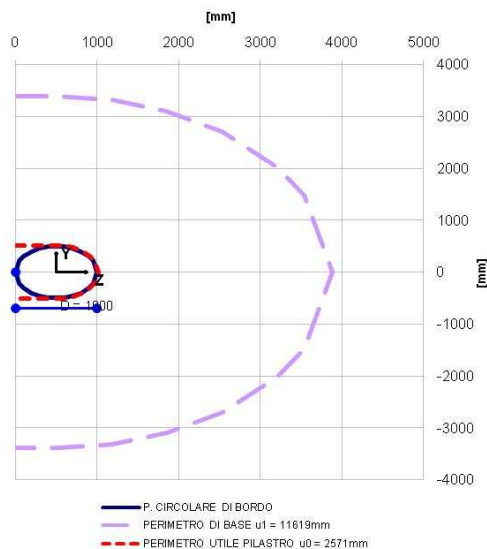
ARMATURA LONGITUDINALE SOLETTA:

La larghezza in cui l'armatura longitudinale serve ai fini del punzonamento è pari alla larghezza del pilastro + 3d per lato

ARMATURA LONGITUDINALE z					
$l_z =$	5320	[mm]			
ARM. BASE		AGGIUNTIVI SU l_z			
ϕ	Passo	ϕ	n°	$A_{sl,z}$	$\rho_{l,z}$
[mm]	[cm]	[mm]		[mm ²]	
20	20	20	0	8357	0.0011

ARMATURA LONGITUDINALE y					
$l_y =$	9640	[mm]			
ARM. BASE		AGGIUNTIVI SU l_y			
ϕ	Passo	ϕ	n°	$A_{sl,y}$	$\rho_{l,y}$
[mm]	[cm]	[mm]		[mm ²]	
20	20	20	0	15142	0.0011

RAPPRESENTAZIONE PERIMETRI DI VERIFICA



SOLLECITAZIONI ALLO SLU:

$V_{Ed} = 417$ [kN]
 $M_{Sd,y} = 0$ [kNm]
 $M_{Sd,z} = 0$ [kNm]

METODO DI VERIFICA: SEMPLIFICATO

Il metodo semplificato che utilizza valori di β approssimati, si può utilizzare per strutture la cui stabilità trasversale non dipende dal funzionamento a telaio del complesso piastra-pilastri, e se le luci adiacenti non differiscono in lunghezza più del 25%.

PER PILASTRO CIRCOLARE DI BORDO: $\beta = 1.40$

a) $V_{Rd,max}$ Valore massimo di progetto di Taglio-Punzonamento EC2 - Par. 6.4.4

Lungo il perimetro del pilastro, o il perimetro dell'area caricata la massima tensione di taglio-punzonamento non deve essere superata:

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

Coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio:

$v = 0.540 \implies v = 0.7 \left[1 - \frac{f_{ck}}{250} \right]$ **EC2 - Par. 6.2.2**

$V_{Rd,max} = 3.81$ [N/mm²]

Tensione di Taglio-Punzonamento lungo il perimetro del pilastro:

$v_{Ed} = 1.25$ [N/mm²] $\implies v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_0 d}$

VERIFICA: OK

$v_{Ed}/V_{Rd,max} = 0.328$

b) $V_{Rd,c}$ Resistenza a punzonamento di piastre prive di armatura a taglio EC2 - Par. 6.4.5

N.B. In questo foglio di calcolo non è prevista la precompressione della piastra

$f_{ck} = 24.90$ [N/mm²]
 $k = 1.37 \implies k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2.0$

$\rho_l = 0.00$ Perc. Geom. di armatura $\implies \rho_l = \sqrt{\rho_{l,z} \cdot \rho_{l,y}} \leq 0.02$

$C_{Rd,c} = 0.12 \implies C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c}$

$v_{min} = 0.28$ [N/mm²] $\implies v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
 $V_{Rd,c} = 0.23$ [N/mm²]

$V_{Rd,c} = 0.28$ [N/mm²] $\implies v_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} \geq v_{min}$

Tensione di Taglio-Punzonamento lungo il perimetro dei verifica:

$v_{Ed} = 0.28$ [N/mm²] $\implies v_{Ed} = \frac{\beta V_{Ed}}{u_1 d}$

VERIFICA: OK

$v_{Ed}/V_{Rd,c} = 0.985$

7.7 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE PALI DI FONDAZIONE

7.7.1 NUMERAZIONE ELEMENTI DEI PALI DI FONDAZIONE

Si riporta di seguito lo schema della numerazione dei pali individuata nel programma di calcolo.

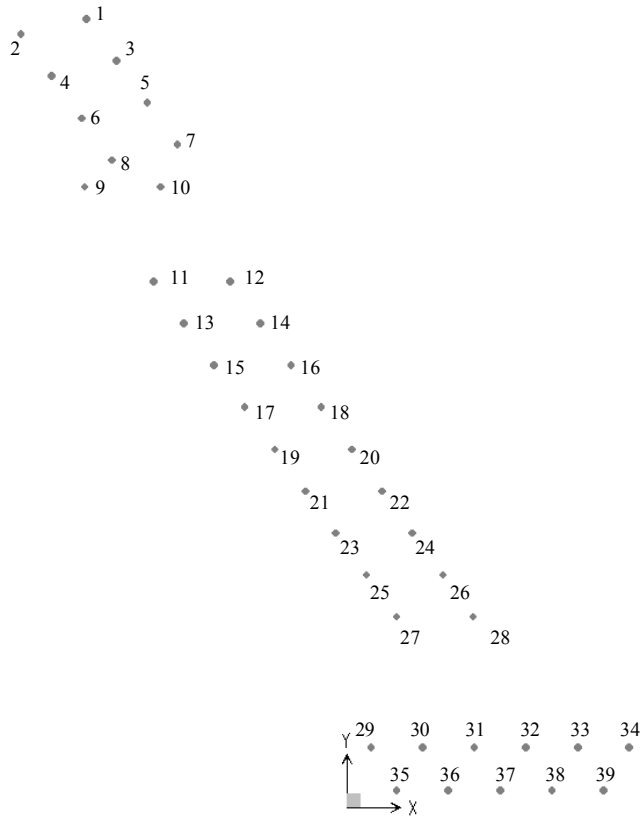


Figura 6. Riferimento numerazione pali

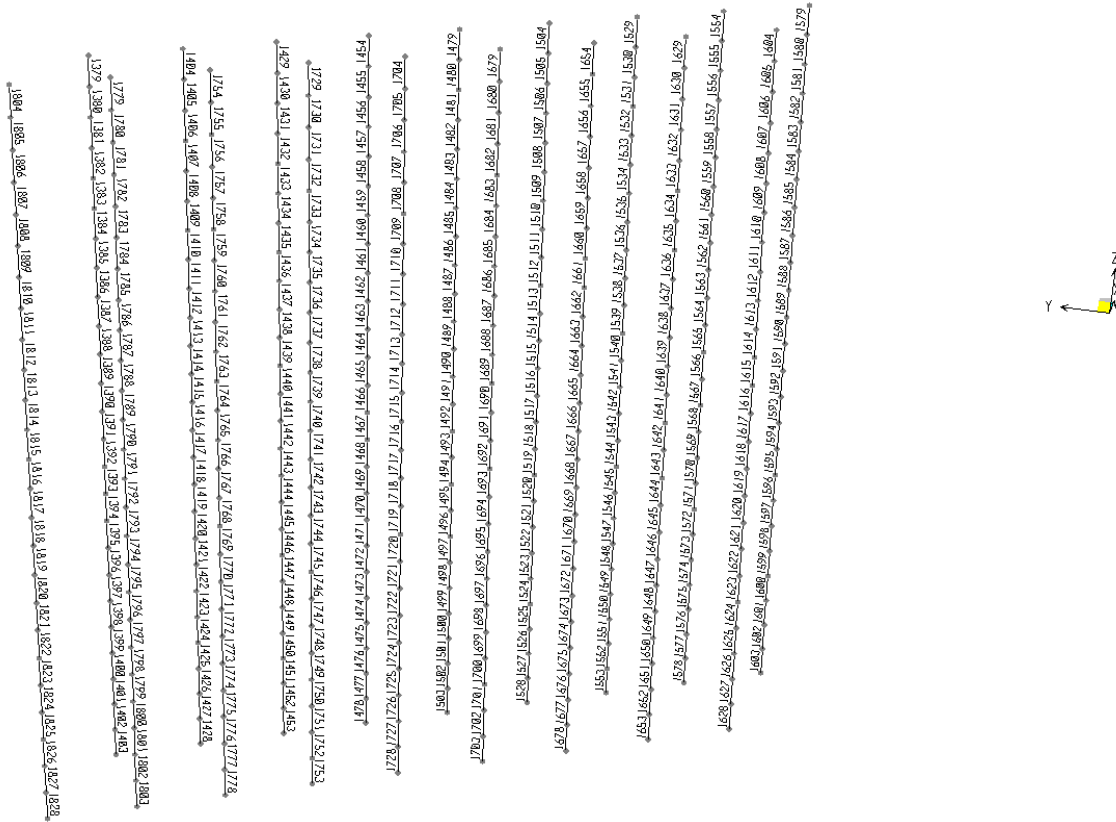


Figura 7. Numerazione frame Pali Fondazione paraghiaia – L=25.00m

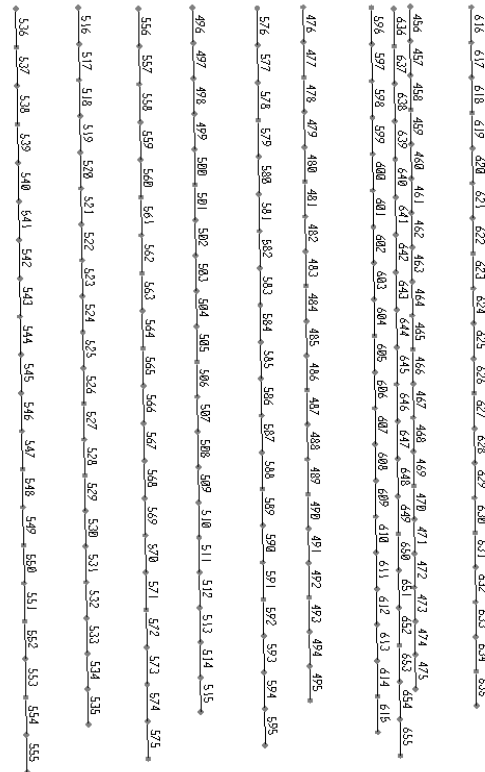


Figura 8. Numerazione frame Pali Risvolto sinistro – L=20.00m

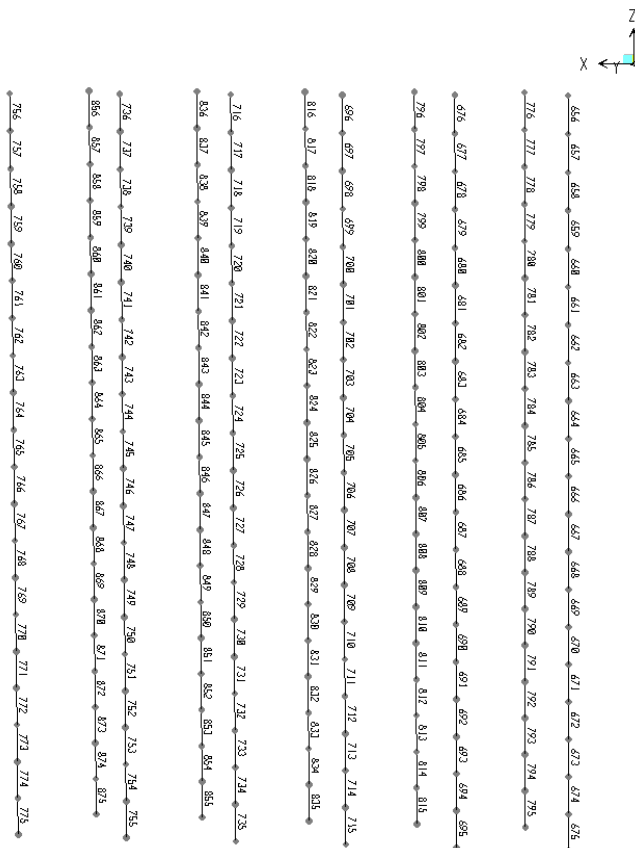


Figura 9. Numerazione frame Pali Risvolto destro – L=20.00m

7.7.2 PALI DI FONDAZIONE DEL PARAGHIAIA

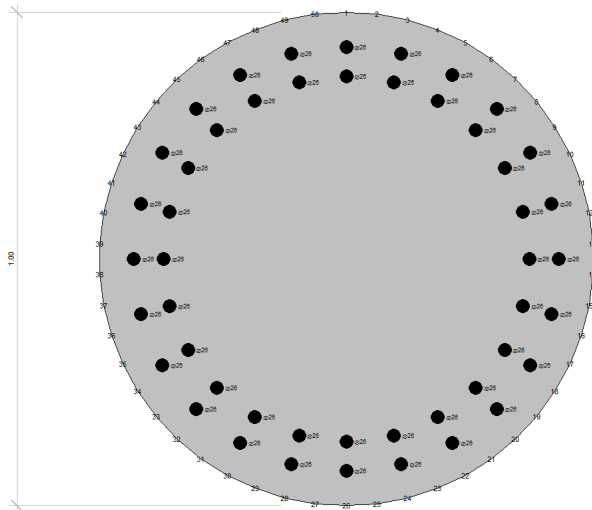
7.7.2.1 Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione

Diametro palo	$\phi=$	100,00	cm	
Area palo	$A_p=$	$\pi\phi^2/4=$	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	$A_{a1}=$	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	$C_1, C_2=$	70,130	mm	
Armatura palo 3-13m	$A_{a2}=$	12 ϕ 26	63.60	cm ²
Copriferro	$C_2=$	70	mm	
Armatura palo 13-25m	$A_{a3}=$	12 ϕ 20	37.68	cm ²
Copriferro	$C_3=$	70	mm	

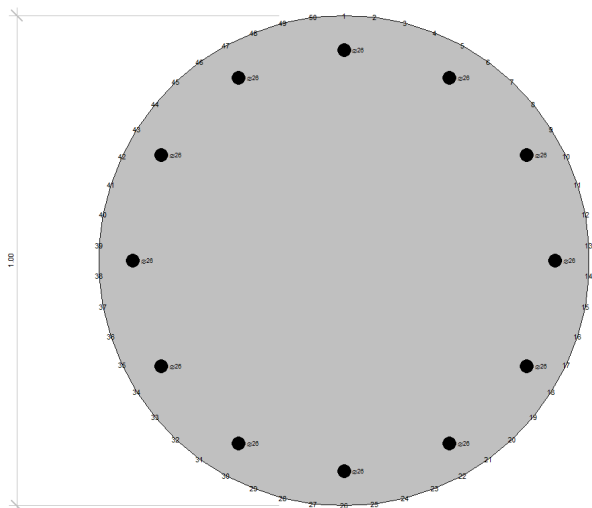
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “Caratteristiche dei Materiali”).

7.7.2.2 Geometria adottata per le verifiche

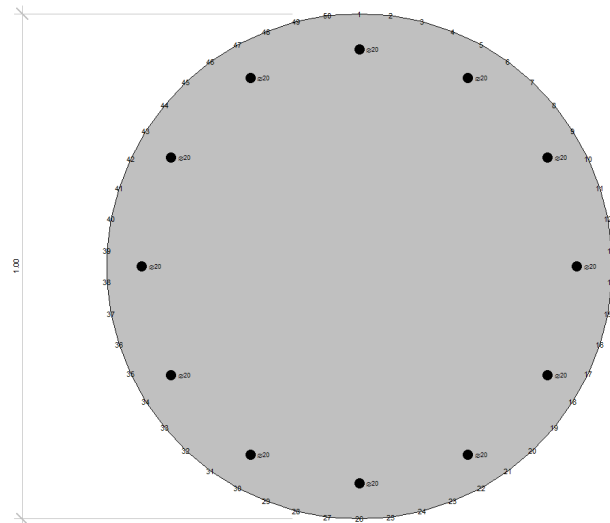
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -13m



Da -13m a piede palo



7.7.2.3 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione*Da testa palo a -3m da testa palo*

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1804 - Comb.28-1A) IId.1 V+A+ 2	-880	0.00	0.00	896	0
2	M2min - Elem.1479 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	-1109	0.00	0.00	442	0
3	M3max - Elem.1806 - Comb.24-1A) IId.1 V+A+ 2	-982	0.00	0.00	125	0
4	M3min - Elem.1379 - Comb.26-1A) IId.1 V-A+ 2	-1989	0.00	0.00	918	0
5	Pmin Comp. - Elem.1729 - Comb.27-1A) IId.1 V+A+ 1	-325	0.00	0.00	463	0
6	Pmax Comp. - Elem.1581 - Comb.34b-1A) IId.2 V-A+ 2	-2896	0.00	0.00	72	0
7	smax - Elem.1706 - Comb.41-1A) IId.2 V-A+ 1	-414	0.00	0.00	68	0
8	smin - Elem.1379 - Comb.26-1A) IId.1 V-A+ 2	-1989	0.00	0.00	918	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.6759	sezione
2	6.8278	sezione
3	14.7400	sezione
4	3.4064	sezione
5	7.0477	sezione
6	6.7480	sezione
7	31.5043	sezione
8	3.4064	sezione

Da -3 a -13m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-13546	-0.0035 (sez)	2493	0.01 (arm)
Mx	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)
My	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1583 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	-2258	0.00	0.00	90	0
2	M2min - Elem.1808 - Comb.24-1A) IId.1 V+A+ 2	-1035	0.00	0.00	256	0
3	M3max - Elem.1808 - Comb.26-1A) IId.1 V-A+ 2	-1053	0.00	0.00	256	0
4	M3min - Elem.1582 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	-1602	0.00	0.00	70	0
5	Pmin Comp. - Elem.1732 - Comb.27-1A) IId.1 V+A+ 1	-384	0.00	0.00	54	0
6	Pmax Comp. - Elem.1591 - Comb.34b-1A) IId.2 V-A+ 2	-3161	0.00	0.00	2	0
7	smax - Elem.1484 - Comb.29-1A) IId.1 V-A+ 1	-845	0.00	0.00	108	0
8	smin - Elem.1391 - Comb.16a-1A) IId.1 V+A+ 2	-2686	0.00	0.00	14	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.3507	sezione
2	6.2599	sezione
3	6.2472	sezione
4	7.4494	sezione
5	23.4384	sezione
6	4.2791	sezione
7	11.0663	sezione
8	4.9740	sezione

Da -13 a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-12528	-0.0035 (sez)	1475	0.01 (arm)
Mx	-569	0.01 (arm)	569	0.01 (arm)
My	-570	0.01 (arm)	570	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.1417 - Comb.36a-1A) Iib.2 V+A+ 2	-2208	0.00	0.00	12	0
2	M2min - Elem.1595 - Comb.4-1A) Ic.1 V-A+ 2	-2576	0.00	0.00	4	0
3	M3max - Elem.1392 - Comb.30-1A) IId.1 V-A+ 2	-1939	0.00	0.00	18	0
4	M3min - Elem.1820 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-1371	0.00	0.00	11	0
5	Pmin Comp. - Elem.1742 - Comb.27-1A) IId.1 V+A+ 1	-580	0.00	0.00	8	0
6	Pmax Comp. - Elem.1603 - Comb.34b-1A) IIa.2 V-A+ 2	-3479	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.1492 - Comb.7-1A) Id.1 V-A+ 1	-809	0.00	0.00	6	0
8	smin - Elem.1403 - Comb.16a-1A) IIa.1 V+A+ 2	-3005	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.5936	sezione
2	4.8444	sezione
3	6.3029	sezione
4	8.9449	sezione
5	20.7508	sezione
6	3.6010	sezione
7	15.1556	sezione
8	4.1697	sezione

7.7.2.4 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-652	0.00	0.00	662	0
2	-816	0.00	0.00	327	0
3	-726	0.00	0.00	92	0
4	-1468	0.00	0.00	682	0
5	-377	0.00	0.00	413	0
6	-2136	0.00	0.00	53	0
7	-461	0.00	0.00	53	0
8	-1468	0.00	0.00	682	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-763	0.00	0.00	551	0
2	-929	0.00	0.00	344	0
3	-978	0.00	0.00	75	0
4	-1076	0.00	0.00	569	0
5	-467	0.00	0.00	338	0
6	-1935	0.00	0.00	48	0
7	-547	0.00	0.00	38	0
8	-1549	0.00	0.00	505	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-834	0.00	0.00	476	0
2	-818	0.00	0.00	294	0
3	-914	0.00	0.00	60	0
4	-1005	0.00	0.00	500	0
5	-526	0.00	0.00	286	0
6	-1641	0.00	0.00	42	0
7	-602	0.00	0.00	28	0
8	-1283	0.00	0.00	492	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1804 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-5.86	0.00	90.82	-74.43
2	M2min - Elem.1479 - Comb.2-2) Ic.1 V-A+	-3.09	0.00	26.83	-40.80
3	M3max - Elem.1806 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-1.20	-0.04	-1.85	-16.84
4	M3min - Elem.1379 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-6.34	0.00	63.61	-83.17
5	Pmin Comp. - Elem.1729 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-3.65	0.00	57.92	-46.21
6	Pmax Comp. - Elem.1581 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-2.17	-1.50	-23.16	-31.81
7	smax - Elem.1706 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-0.73	-0.06	-1.64	-10.22
8	smin - Elem.1379 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-6.34	0.00	63.61	-83.17

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1804 - Comb.11-3) IId.1 A+	-4.97	0.00	66.90	-63.86
2	M2min - Elem.1454 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-3.27	0.00	25.94	-43.41
3	M3max - Elem.1806 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-1.31	-0.37	-6.53	-18.65
4	M3min - Elem.1379 - Comb.11-3) IId.1 A+	-5.24	0.00	58.35	-68.26
5	Pmin Comp. - Elem.1729 - Comb.11-3) IId.1 A+	-3.05	0.00	41.14	-39.20
6	Pmax Comp. - Elem.1581 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-1.96	-1.36	-21.02	-28.77
7	smax - Elem.1706 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.71	-0.23	-3.95	-10.12
8	smin - Elem.1379 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-4.88	0.00	32.54	-65.20

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1804 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.36	0.00	51.25	-56.59
2	M2min - Elem.1479 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.81	0.00	21.48	-37.33
3	M3max - Elem.1806 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.16	-0.41	-6.94	-16.59
4	M3min - Elem.1379 - Comb.2-4) Id.1 A+	-4.62	0.00	49.11	-60.43
5	Pmin Comp. - Elem.1729 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.63	0.00	29.87	-34.19
6	Pmax Comp. - Elem.1581 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.67	-1.15	-17.74	-24.50
7	smax - Elem.1706 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.70	-0.34	-5.45	-10.06
8	smin - Elem.1379 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-4.66	0.00	38.52	-61.76

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.1804 - Comb.11-3) IId.1 A+**

asse neutro: da $x=-499.01$ $y=-10.01$ a $x=499.01$ $y=-10.01$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{cls,eff} = 144281.13 \quad \rho_{eff} = 0.0515$$

Tensione baricentrica = 54.33

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000159$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 279.5960$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0445$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1454 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

asse neutro: da $x=-487.38$ $y=108.37$ a $x=487.38$ $y=108.37$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cls,eff} = 111653.97 \quad \rho_{eff} = 0.0571$$

Tensione baricentrica = 20.42

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000060$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 271.2602$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0162$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1806 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15
 $A_{cs,eff} = 111653.97$ $\rho_{eff} = 0.0571$

Tensione baricentrica = -7.49

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000022$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 271.2602$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0059$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1379 - Comb.11-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -498.73$ $y = 33.65$ a $x = 498.73$ $y = 33.65$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15
 $A_{cs,eff} = 131991.83$ $\rho_{eff} = 0.0483$

Tensione baricentrica = 48.28

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000141$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 285.3696$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0403$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1729 - Comb.11-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = -10.37$ a $x = 499.01$ $y = -10.37$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01
 $A_{cs,eff} = 144383.18$ $\rho_{eff} = 0.0515$

Tensione baricentrica = 33.41

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000098$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 279.6567$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0273$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1581 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c_{ls,eff}} = 144383.18 \quad \rho_{eff} = 0.0515$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -21.77$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000064$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 279.6567$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0178$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1706 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c_{ls,eff}} = 144383.18 \quad \rho_{eff} = 0.0515$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -4.54$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000013$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 279.6567$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0037$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1379 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

asse neutro: da $x = -478.30$ $y = 143.73$ a $x = 478.30$ $y = 143.73$

Armature efficaci: Area totale = 5309.29

$$A_{c_{ls,eff}} = 102332.20 \quad \rho_{eff} = 0.0519$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 26.07$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000076$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 278.9918$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0213$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1804 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = 21.30$ a $x = 499.01$ $y = 21.30$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c_{ls,eff}} = 135441.30 \quad \rho_{eff} = 0.0470$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 42.68$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000125$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 287.7627$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0359$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1479 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -485.43$ $y = 115.93$ a $x = 485.43$ $y = 115.93$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15
 $A_{cls,eff} = 109644.48$ $\rho_{eff} = 0.0581$

Tensione baricentrica = 16.80

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000049$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 269.8661$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0133$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1806 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15
 $A_{cls,eff} = 109644.48$ $\rho_{eff} = 0.0581$

Tensione baricentrica = -7.71

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000023$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 269.8661$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0061$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1379 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -497.37$ $y = 44.43$ a $x = 497.37$ $y = 44.43$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15
 $A_{cls,eff} = 129002.23$ $\rho_{eff} = 0.0494$

Tensione baricentrica = 40.40

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000118$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 283.2956$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0335$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1729 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-499.01$ $y=29.00$ a $x=499.01$ $y=29.00$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cls,eff} = 133286.49 \quad \rho_{eff} = 0.0478$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 24.77$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000073$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 286.2678$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0208$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1581 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cls,eff} = 133286.49 \quad \rho_{eff} = 0.0478$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -18.28$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000054$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 286.2678$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0153$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1706 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cls,eff} = 133286.49 \quad \rho_{eff} = 0.0478$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -5.81$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 286.2678$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0049$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1379 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-489.61$ $y=99.66$ a $x=489.61$ $y=99.66$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cls,eff} = 113976.65 \quad \rho_{eff} = 0.0559$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 30.55$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000089$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 272.8716$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0244$ (< 0.2000)

7.7.2.5 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3 a -13m

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1208	0.00	0.00	58	0
2	-765	0.00	0.00	190	0
3	-777	0.00	0.00	190	0
4	-1188	0.00	0.00	52	0
5	-436	0.00	0.00	45	0
6	-2332	0.00	0.00	1	0
7	-505	0.00	0.00	121	0
8	-2332	0.00	0.00	1	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1224	0.00	0.00	56	0
2	-862	0.00	0.00	129	0
3	-1473	0.00	0.00	141	0
4	-1204	0.00	0.00	51	0
5	-526	0.00	0.00	28	0
6	-2131	0.00	0.00	1	0
7	-594	0.00	0.00	93	0
8	-2131	0.00	0.00	1	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1228	0.00	0.00	56	0
2	-934	0.00	0.00	107	0
3	-1401	0.00	0.00	119	0
4	-1208	0.00	0.00	51	0
5	-585	0.00	0.00	18	0
6	-1838	0.00	0.00	2	0
7	-679	0.00	0.00	62	0
8	-1838	0.00	0.00	2	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1582 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-1.88	-0.87	-14.08	-27.16
2	M2min - Elem.1808 - Comb.12a-2) Iic.1 V+A+	-2.74	0.00	14.42	-36.91
3	M3max - Elem.1808 - Comb.13b-2) Iic.1 V-A+	-2.73	0.00	13.73	-36.90
4	M3min - Elem.1582 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-1.80	-0.90	-14.46	-26.10
5	Pmin Comp. - Elem.1732 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.88	-0.11	-2.45	-12.44
6	Pmax Comp. - Elem.1591 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+	-2.67	-2.64	-39.64	-39.96
7	smax - Elem.1734 - Comb.13b-2) Iic.1 V-A+	-1.74	0.00	8.22	-23.51
8	smin - Elem.1591 - Comb.17b-2) Ila.2 V-A+	-2.67	-2.64	-39.64	-39.96

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1582 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-1.88	-0.91	-14.61	-27.16
2	M2min - Elem.1807 - Comb.10-3) Iic.1 A+	-2.10	0.00	-0.18	-29.21
3	M3max - Elem.1384 - Comb.10-3) Iic.1 A+	-2.90	-0.45	-9.39	-40.90
4	M3min - Elem.1582 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-1.81	-0.93	-14.82	-26.28
5	Pmin Comp. - Elem.1732 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.85	-0.35	-5.79	-12.17
6	Pmax Comp. - Elem.1591 - Comb.8b-3) Ila.1 A+	-2.44	-2.41	-36.21	-36.53

7	smax - Elem.1734 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.48	0.00	0.35	-20.56
8	smin - Elem.1591 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.44	-2.41	-36.21	-36.53

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.1582 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.88	-0.92	-14.74	-27.16
2	M2min - Elem.1807 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.99	-0.13	-3.97	-27.90
3	M3max - Elem.1384 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.62	-0.56	-10.62	-37.21
4	M3min - Elem.1582 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.82	-0.93	-14.91	-26.32
5	Pmin Comp. - Elem.1732 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.82	-0.51	-7.95	-12.00
6	Pmax Comp. - Elem.1591 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.11	-2.07	-31.10	-31.63
7	smax - Elem.1484 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.31	-0.23	-4.63	-18.53
8	smin - Elem.1591 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.11	-2.07	-31.10	-31.63

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente**Combinazione frequente: M2max - Elem.1582 - Comb.4-3) Id.1 V-A+**

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c,s,eff} = 92431.30 \quad \rho_{eff} = 0.0172$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -15.17$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000044$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 450.2977$ Ampiezza fessure $w_d = -0.0200$ (<0.2000)**Combinazione frequente: M2min - Elem.1807 - Comb.10-3) IIc.1 A+**asse neutro: da $x = -245.51$ $y = 435.22$ a $x = 245.51$ $y = 435.22$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c,s,eff} = 27912.57 \quad \rho_{eff} = 0.0190$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -0.18$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$ Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$ Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 426.1729$ Ampiezza fessure $w_d = -0.0002$ (<0.2000)**Combinazione frequente: M3max - Elem.1384 - Comb.10-3) IIc.1 A+**

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c,s,eff} = 27912.57 \quad \rho_{eff} = 0.0190$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -9.39$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000027$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.1729$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0117$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1582 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 27912.57$ $\rho_{eff} = 0.0190$

Tensione baricentrica = -14.82

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000043$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.1729$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0185$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1732 - Comb.11-3) IId.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 27912.57$ $\rho_{eff} = 0.0190$

Tensione baricentrica = -5.79

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000017$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.1729$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0072$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1591 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 27912.57$ $\rho_{eff} = 0.0190$

Tensione baricentrica = -36.21

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000106$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 426.1729$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0452$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1734 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -276.22$ $y = 415.72$ a $x = 276.22$ $y = 415.72$

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 30158.32$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = 0.35

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0005$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1591 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cs,eff} = 30158.32$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = -36.21

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000106$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0471$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1582 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cs,eff} = 30158.32$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = -14.74

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000043$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0192$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1807 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cs,eff} = 30158.32$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = -3.97

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0052$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1384 - Comb.1-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 30158.32 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -10.62$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000031$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0138$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1582 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 30158.32 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -14.91$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000044$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0194$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1732 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 30158.32 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -7.95$$

$$\text{Copri ferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000023$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0104$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1591 - Comb.1-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cls,eff} = 30158.32 \quad \rho_{eff} = 0.0176$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -31.10$$

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000091$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0405$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1484 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 30158.32$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = -4.63

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000014$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0060$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1591 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cls,eff} = 30158.32$ $\rho_{eff} = 0.0176$

Tensione baricentrica = -31.10

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000091$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 444.8689$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0405$ (< 0.2000)

7.7.2.6 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -13 a piede palo

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1630	0.00	0.00	9 0
2	-907	0.00	0.00	12 0
3	-1436	0.00	0.00	13 0
4	-1013	0.00	0.00	8 0
5	-633	0.00	0.00	8 0
6	-2568	0.00	0.00	0 0
7	-657	0.00	0.00	7 0
8	-2568	0.00	0.00	0 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1521	0.00	0.00	9 0

2	-1459	0.00	0.00	2	0
3	-1331	0.00	0.00	11	0
4	-1709	0.00	0.00	6	0
5	-723	0.00	0.00	6	0
6	-2367	0.00	0.00	0	0
7	-723	0.00	0.00	6	0
8	-2367	0.00	0.00	0	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My	
1	-1198	0.00	0.00	7	0
2	-1463	0.00	0.00	2	0
3	-1260	0.00	0.00	10	0
4	-1637	0.00	0.00	5	0
5	-781	0.00	0.00	6	0
6	-2073	0.00	0.00	0	0
7	-781	0.00	0.00	6	0
8	-2073	0.00	0.00	0	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M2max - Elem.1417 - Comb.18a-2) IIb.2 V+A+	-2.02	-1.86	-28.07	-30.15
2 M2min - Elem.1817 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-1.19	-0.97	-14.75	-17.66
3 M3max - Elem.1392 - Comb.15b-2) IId.1 V-A+	-1.83	-1.59	-24.08	-27.22
4 M3min - Elem.1820 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-1.28	-1.13	-17.12	-19.05
5 Pmin Comp. - Elem.1742 - Comb.14a-2) IId.1 V+A+	-0.82	-0.68	-10.39	-12.20
6 Pmax Comp. - Elem.1603 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-3.06	-3.06	-45.86	-45.86
7 smax - Elem.1717 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-0.84	-0.72	-10.96	-12.51
8 smin - Elem.1603 - Comb.17b-2) IIa.2 V-A+	-3.06	-3.06	-45.86	-45.86

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M2max - Elem.1417 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-1.89	-1.73	-26.13	-28.20
2 M2min - Elem.1594 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-1.76	-1.72	-25.78	-26.35
3 M3max - Elem.1392 - Comb.11-3) IId.1 A+	-1.69	-1.48	-22.42	-25.12
4 M3min - Elem.1396 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.09	-1.98	-29.80	-31.24
5 Pmin Comp. - Elem.1742 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.92	-0.80	-12.14	-13.67
6 Pmax Comp. - Elem.1603 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.82	-2.82	-42.27	-42.27
7 smax - Elem.1742 - Comb.11-3) IId.1 A+	-0.92	-0.80	-12.14	-13.67
8 smin - Elem.1603 - Comb.8b-3) IIa.1 A+	-2.82	-2.82	-42.27	-42.27

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb. Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1 M2max - Elem.1442 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.50	-1.36	-20.51	-22.29
2 M2min - Elem.1594 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.76	-1.72	-25.85	-26.41
3 M3max - Elem.1392 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.59	-1.41	-21.30	-23.72
4 M3min - Elem.1396 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.00	-1.90	-28.63	-29.84
5 Pmin Comp. - Elem.1742 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.98	-0.88	-13.28	-14.61
6 Pmax Comp. - Elem.1603 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.47	-2.47	-37.03	-37.03
7 smax - Elem.1742 - Comb.2-4) Id.1 A+	-0.98	-0.88	-13.28	-14.61
8 smin - Elem.1603 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.47	-2.47	-37.03	-37.03

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.1417 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{c,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

Tensione baricentrica = -26.13

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000076$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0357$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.1594 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 24326.70$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = -25.78

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000075$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0353$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.1392 - Comb.11-3) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 24326.70$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = -22.42

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000066$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0307$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.1396 - Comb.10-3) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$A_{cls,eff} = 24326.70$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = -29.80

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000087$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0408$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.1742 - Comb.11-3) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -12.14$$

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000036$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0166$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.1603 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -42.27$$

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000124$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0578$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.1742 - Comb.11-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -12.14$$

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000036$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0166$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.1603 - Comb.8b-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -42.27$$

Copriferro = 60.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000124$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0578$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.1442 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16
 $A_{cls,eff} = 24326.70$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = -20.51

Copriferro = 60.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000060$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0280$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.1594 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16
 $A_{cls,eff} = 24326.70$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = -25.85

Copriferro = 60.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000076$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0354$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.1392 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16
 $A_{cls,eff} = 24326.70$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = -21.30

Copriferro = 60.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000062$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 467.2766$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0291$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.1396 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -28.63$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000084$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0392$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.1742 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -13.28$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000039$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0182$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.1603 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -37.03$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000108$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 467.2766$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0506$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.1742 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16

$$A_{cls,eff} = 24326.70 \quad \rho_{eff} = 0.0129$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -13.28$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000039$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 467.2766$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0182$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.1603 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 314.16
 $A_{cls,eff} = 24326.70$ $\rho_{eff} = 0.0129$

Tensione baricentrica = -37.03

Copriferro = 60.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000108$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 467.2766$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0506$ (<0.2000)

7.7.2.7 Verifiche in campo elastico (sisma)

Da testa palo a -3m da testa palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-524	0.00	0.00	768	0
2	-1238	0.00	0.00	829	0
3	-1919	0.00	0.00	476	0
4	-1616	0.00	0.00	895	0
5	-101	0.00	0.00	262	0
6	-2084	0.00	0.00	82	0
7	-1758	0.00	0.00	411	0
8	-1306	0.00	0.00	910	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.1804 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-6.70	0.00	114.92	-84.25
2	M2min - Elem.1579 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-7.51	0.00	97.19	-96.80
3	M3max - Elem.1604 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-4.82	0.00	19.06	-65.45
4	M3min - Elem.1379 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-8.22	0.00	94.67	-106.84
5	Pmin Comp. - Elem.1479 - Comb.14-5A) d.1 M1 X--+	-2.25	0.00	42.46	-27.99
6	Pmax Comp. - Elem.1581 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.30	-1.28	-20.20	-33.44
7	smax - Elem.1604 - Comb.9-5A) c.1 M1 X++	-4.22	0.00	14.29	-57.50
8	smin - Elem.1379 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-8.22	0.00	108.83	-105.88

Da -3 a -13m

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1336	0.00	0.00	243	0
2	-600	0.00	0.00	239	0
3	-612	0.00	0.00	243	0
4	-1088	0.00	0.00	195	0
5	-160	0.00	0.00	82	0
6	-2280	0.00	0.00	9	0
7	-587	0.00	0.00	148	0

8 -1896 0.00 0.00 104 0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.1583 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-3.69	0.00	5.92	-50.75
2	M2min - Elem.1808 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-3.59	0.00	45.81	-46.28
3	M3max - Elem.1808 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-3.66	0.00	46.73	-47.20
4	M3min - Elem.1583 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-2.97	0.00	4.23	-40.82
5	Pmin Comp. - Elem.1482 - Comb.14-5A) d.1 M1 X--+	-1.27	0.00	21.38	-16.07
6	Pmax Comp. - Elem.1591 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-2.67	-2.52	-37.90	-39.94
7	smax - Elem.1484 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	-2.13	0.00	11.59	-28.65
8	smin - Elem.1610 - Comb.9-5A) c.1 M1 X++	-3.06	-1.26	-20.75	-43.96

Da -13 a piede palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1493	0.00	0.00	15	0
2	-1572	0.00	0.00	10	0
3	-1871	0.00	0.00	17	0
4	-848	0.00	0.00	10	0
5	-356	0.00	0.00	4	0
6	-2516	0.00	0.00	0	0
7	-356	0.00	0.00	4	0
8	-2516	0.00	0.00	0	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.1592 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.91	-1.64	-24.94	-28.40
2	M2min - Elem.1595 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-1.97	-1.78	-26.84	-29.31
3	M3max - Elem.1392 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-2.39	-2.07	-31.38	-35.45
4	M3min - Elem.1820 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-1.11	-0.91	-13.90	-16.38
5	Pmin Comp. - Elem.1492 - Comb.14-5A) d.1 M1 X--+	-0.46	-0.39	-5.89	-6.84
6	Pmax Comp. - Elem.1603 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-3.00	-3.00	-44.94	-44.94
7	smax - Elem.1492 - Comb.14-5A) d.1 M1 X--+	-0.46	-0.39	-5.89	-6.84
8	smin - Elem.1603 - Comb.1-5A) c.1 M1 X+++	-3.00	-3.00	-44.94	-44.94

7.7.2.8 Verifiche a taglio

Da testa palo a -3 da testa palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali del fusto/paraghiaia, nel tratto da testa a 3m di profondità, è stata individuata in condizione statica ed è pari a $T=469\text{kN}$.

La verifica quindi porge:

$V_{rd} = 785.72$ kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
$V_{ed} = 469.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
$V_{rsd} = 785.72$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
$V_{rcd} = 1399.95$ kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
$N_{ed} = 0.00$ kN	Valore di calcolo dello sforzo normale
sezione verificata a taglio	

$\theta = 21.80$ °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
$b_w = 90.00$ cm	Larghezza utile della sezione
$d = 71.05$ cm	Altezza utile della sezione

$\phi_{staf} = 10$ mm	Diametro staffe
2 n°	n°braccia staffe
$A_{sw} = 157$ mm ²	Area armatura trasversale
s = 12.5 cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive

α	=	90	°	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk}	=	450	N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

Da -3 a piede palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali del fusto/paraghiaia, nel tratto da 3m di profondità fino a piede palo, è stata individuata in condizione statica ed è pari a T=112kN.

La verifica quindi porge:

V_{rd}	=	392.86	kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed}	=	112.00	kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd}	=	392.86	kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd}	=	1399.95	kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed}	=	0.00	kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

θ	=	21.80	°	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w	=	90.00	cm	Larghezza utile della sezione
d	=	71.05	cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf}	=	10	mm	Diametro staffe
		2	n°	n°braccia staffe
A_{sw}	=	157	mm ²	Area armatura trasversale
s	=	25	cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α	=	90	°	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk}	=	450	N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

7.7.3 PALI DI FONDAZIONE DEI RISVOLTI

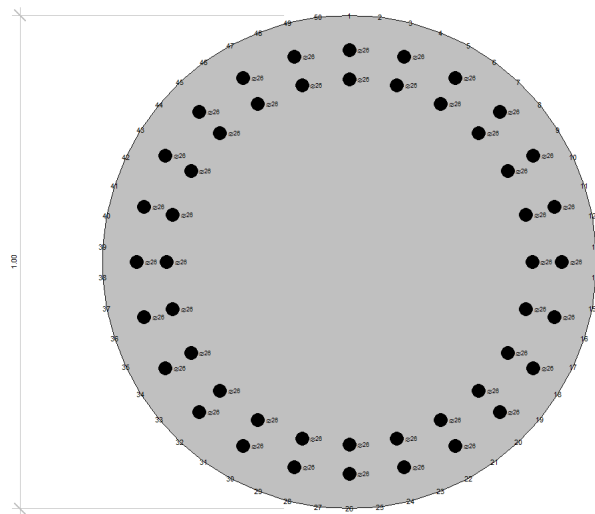
7.7.3.1 Caratteristiche geometriche dei pali di fondazione

Diametro palo	$\phi=$	100,00	cm	
Area palo	$A_p=$	$\pi\phi^2/4=$	7850	cm ²
Armatura palo 0-3m	$A_{a1}=$	24+24 ϕ 26	254.40	cm ²
Copriferro	$C_1, C_2=$	70,130	mm	
Armatura palo 3-12m	$A_{a2}=$	12 ϕ 26	63.60	cm ²
Copriferro	$C_2=$	70	mm	
Armatura palo 13-20m	$A_{a3}=$	12 ϕ 20	37.68	cm ²
Copriferro	$C_3=$	70	mm	

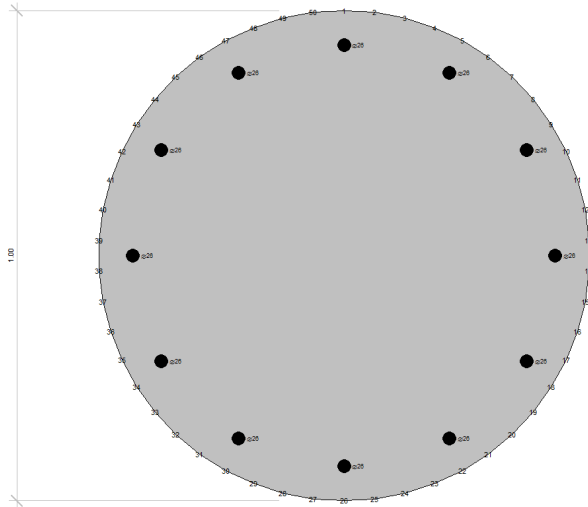
Di seguito si riportano le verifiche allo stato limite ultimo (SLU), le verifiche a stato limite di esercizio (SLE) raro, frequente e quasi permanente con controllo della fessurazione nonché le verifiche sismiche per le quali, secondo normativa, è necessario controllare che la struttura rimanga in campo elastico (per le tensioni di riferimento si faccia riferimento alle tabelle riportate nel Capitolo “caratteristiche dei materiali”).

7.7.3.2 Geometria adottata per le verifiche

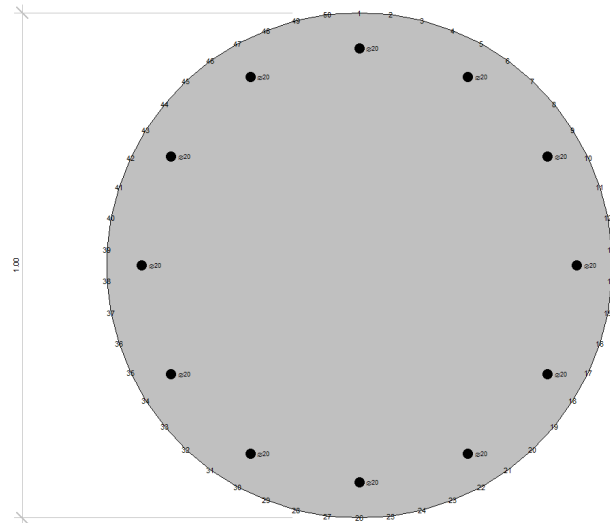
Da testa palo a -3m da testa palo



Da -3 a -12m



Da -12m a piede palo



7.7.3.3 Verifiche allo stato limite ultimo per flessione

Da testa palo a -3m da testa palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-21025	-0.0035 (sez)	9972	0.01 (arm)
Mx	-3007	-0.0035 (sez)	3007	-0.0035 (sez)
My	-3009	-0.0035 (sez)	3009	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.536 - Comb.58a-1A) IIIb.1 V+A+F- 2	-551	0.00	0.00	1052	0
2	M2min - Elem.656 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-1647	0.00	0.00	1264	0
3	M3max - Elem.558 - Comb.42-1A) IIc.2 V-A+ 2	-818	0.00	0.00	95	0
4	M3min - Elem.516 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	-1388	0.00	0.00	999	0
5	Pmin Comp. - Elem.536 - Comb.25-1A) IIc.1 V-A+ 1	-66	0.00	0.00	754	0
6	Pmax Comp. - Elem.458 - Comb.42-1A) IIc.2 V-A+ 2	-2932	0.00	0.00	84	0
7	smax - Elem.538 - Comb.25-1A) IIc.1 V-A+ 1	-125	0.00	0.00	72	0
8	smin - Elem.776 - Comb.24-1A) IIc.1 V+A+ 2	-2400	0.00	0.00	1252	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	3.0608	sezione

2	2.6273	sezione
3	18.2386	sezione
4	3.3038	sezione
5	4.0345	sezione
6	6.5907	sezione
7	44.6507	sezione
8	2.5412	sezione

Da -3 a -12m

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-13546	-0.0035 (sez)	2493	0.01 (arm)
Mx	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)
My	-928	-0.0035 (sez)	928	-0.0035 (sez)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.660 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-1792	0.00	0.00	327	0
2	M2min - Elem.541 - Comb.58a-1A) IIIb.1 V+A+F- 2	-710	0.00	0.00	250	0
3	M3max - Elem.520 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-1613	0.00	0.00	257	0
4	M3min - Elem.759 - Comb.52b-1A) IIIa.1 V-A+F- 2	-1529	0.00	0.00	42	0
5	Pmin Comp. - Elem.539 - Comb.25-1A) Iic.1 V-A+ 1	-125	0.00	0.00	72	0
6	Pmax Comp. - Elem.467 - Comb.42-1A) Iic.2 V-A+ 2	-3171	0.00	0.00	38	0
7	smax - Elem.540 - Comb.25-1A) Iic.1 V-A+ 1	-165	0.00	0.00	195	0
8	smin - Elem.467 - Comb.42-1A) Iic.2 V-A+ 2	-3171	0.00	0.00	38	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	4.4173	sezione
2	6.7622	sezione
3	5.2719	sezione
4	8.1905	sezione
5	21.5505	sezione
6	4.1367	sezione
7	6.3051	sezione
8	4.1367	sezione

Da -12 a piede palo

Sollecitazioni Resistenti (M,N):

Piano	Soll. Minima	Def. Limite	Soll. Massima	Def. Limite
N	-12528	-0.0035 (sez)	1475	0.01 (arm)
Mx	-569	0.01 (arm)	569	0.01 (arm)
My	-570	0.01 (arm)	570	0.01 (arm)

Sollecitazioni di progetto:

Comb	Desc.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	M2max - Elem.668 - Comb.24-1A) Iic.1 V+A+ 2	-1965	0.00	0.00	49	0
2	M2min - Elem.548 - Comb.58a-1A) IIIb.1 V+A+F- 2	-869	0.00	0.00	41	0
3	M3max - Elem.528 - Comb.8-1A) Id.1 V-A+ 2	-1706	0.00	0.00	39	0
4	M3min - Elem.532 - Comb.26-1A) Iic.1 V-A+ 2	-1931	0.00	0.00	8	0
5	Pmin Comp. - Elem.548 - Comb.25-1A) Iic.1 V-A+ 1	-302	0.00	0.00	29	0
6	Pmax Comp. - Elem.475 - Comb.42-1A) Iic.2 V-A+ 2	-3383	0.00	0.00	0	0
7	smax - Elem.548 - Comb.25-1A) Iic.1 V-A+ 1	-302	0.00	0.00	29	0
8	smin - Elem.475 - Comb.42-1A) Iic.2 V-A+ 2	-3383	0.00	0.00	0	0

Verifiche:

Comb	Coeff. di sicurezza	Mat. limitazione
1	5.9374	sezione
2	12.5570	sezione
3	6.8817	sezione
4	6.4149	sezione
5	31.1995	sezione

6	3.7034	sezione
7	31.1995	sezione
8	3.7034	sezione

7.7.3.4 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da testa palo a -3m da testa palo

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-411	0.00	0.00	780 0
2	-1217	0.00	0.00	935 0
3	-605	0.00	0.00	71 0
4	-1029	0.00	0.00	740 0
5	-164	0.00	0.00	761 0
6	-2172	0.00	0.00	62 0
7	-223	0.00	0.00	66 0
8	-1779	0.00	0.00	927 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-394	0.00	0.00	777 0
2	-1341	0.00	0.00	732 0
3	-766	0.00	0.00	53 0
4	-1040	0.00	0.00	738 0
5	-394	0.00	0.00	777 0
6	-1871	0.00	0.00	41 0
7	-453	0.00	0.00	50 0
8	-1723	0.00	0.00	734 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-394	0.00	0.00	777 0
2	-1341	0.00	0.00	732 0
3	-766	0.00	0.00	53 0
4	-1040	0.00	0.00	738 0
5	-394	0.00	0.00	777 0
6	-1871	0.00	0.00	41 0
7	-453	0.00	0.00	50 0
8	-1723	0.00	0.00	734 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.536 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-6.75	0.00	121.82	-84.42
2	M2min - Elem.656 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-8.40	0.00	116.70	-107.80
3	M3max - Elem.558 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-0.96	-0.07	-2.05	-13.51
4	M3min - Elem.516 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-6.67	0.00	89.68	-85.78
5	Pmin Comp. - Elem.536 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-6.47	0.00	128.96	-80.02
6	Pmax Comp. - Elem.458 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-2.25	-1.47	-22.92	-32.98
7	smax - Elem.538 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.64	0.00	3.66	-8.67
8	smin - Elem.776 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-8.55	0.00	94.19	-111.45

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.72	0.00	122.03	-83.98
2	M2min - Elem.656 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.72	0.00	76.69	-87.51
3	M3max - Elem.558 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.99	-0.32	-5.53	-14.19
4	M3min - Elem.516 - Comb.2-4) Id.1 A+	-6.66	0.00	88.99	-85.71
5	Pmin Comp. - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.72	0.00	122.03	-83.98
6	Pmax Comp. - Elem.458 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.86	-1.35	-20.77	-27.37
7	smax - Elem.538 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.70	-0.08	-1.79	-9.87
8	smin - Elem.776 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.88	0.00	63.71	-90.70

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
-------	-------------	--------------	--------------	----------------	----------------

1	M2max - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.72	0.00	122.03	-83.98
2	M2min - Elem.656 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.72	0.00	76.69	-87.51
3	M3max - Elem.558 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.99	-0.32	-5.53	-14.19
4	M3min - Elem.516 - Comb.2-4) Id.1 A+	-6.66	0.00	88.99	-85.71
5	Pmin Comp. - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.72	0.00	122.03	-83.98
6	Pmax Comp. - Elem.458 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.86	-1.35	-20.77	-27.37
7	smax - Elem.538 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.70	-0.08	-1.79	-9.87
8	smin - Elem.776 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-6.88	0.00	63.71	-90.70

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-492.95$ $y=-79.42$ a $x=492.95$ $y=-79.42$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

Tensione baricentrica = 102.22

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000300$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0847$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.656 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-499.01$ $y=28.32$ a $x=499.01$ $y=28.32$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c,s,eff} = 133477.82 \quad \rho_{eff} = 0.0477$$

Tensione baricentrica = 63.63

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000186$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 286.4005$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0533$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.558 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c,s,eff} = 133477.82 \quad \rho_{eff} = 0.0477$$

Tensione baricentrica = -6.22

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000018$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 286.4005$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0052$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.516 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x=-499.01$ $y=-8.08$ a $x=499.01$ $y=-8.08$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 143733.65 \quad \rho_{eff} = 0.0517$$

Tensione baricentrica = 72.20

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000211$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 279.2705$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0590$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x=-492.95$ $y=-79.42$ a $x=492.95$ $y=-79.42$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

Tensione baricentrica = 102.22

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000300$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0847$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.458 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

Tensione baricentrica = -21.41

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000063$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0177$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.538 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c,s,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

Tensione baricentrica = -2.57

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000008$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0021$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.776 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -493.48$ $y = 75.16$ a $x = 493.48$ $y = 75.16$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cs,eff} = 120582.21 \quad \rho_{eff} = 0.0528$$

Tensione baricentrica = 51.43

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000151$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 277.4542$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0418$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -492.95$ $y = -79.42$ a $x = 492.95$ $y = -79.42$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{cs,eff} = 148557.90 \quad \rho_{eff} = 0.0500$$

Tensione baricentrica = 102.22

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000300$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0847$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.656 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = 28.32$ a $x = 499.01$ $y = 28.32$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{cs,eff} = 133477.82 \quad \rho_{eff} = 0.0477$$

Tensione baricentrica = 63.63

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000186$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 286.4005$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0533$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.558 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 6371.15

$$A_{c\text{ls,eff}} = 133477.82 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0477$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -6.22$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000018$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 286.4005$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0052$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.516 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = -8.08$ a $x = 499.01$ $y = -8.08$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 143733.65 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0517$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 72.20$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000211$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 279.2705$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0590$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.536 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -492.95$ $y = -79.42$ a $x = 492.95$ $y = -79.42$

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = 102.22$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000300$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 282.1392$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0847$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.458 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01

$$A_{c\text{ls,eff}} = 148557.90 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0500$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -21.41$$

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000063$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0177$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.538 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 7433.01
 $A_{cls,eff} = 148557.90$ $\rho_{eff} = 0.0500$

Tensione baricentrica = -2.57

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000008$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 282.1392$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0021$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.776 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -493.48$ $y = 75.16$ a $x = 493.48$ $y = 75.16$

Armature efficaci: Area totale = 6371.15
 $A_{cls,eff} = 120582.21$ $\rho_{eff} = 0.0528$

Tensione baricentrica = 51.43

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000151$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 277.4542$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0418$ (< 0.2000)

7.7.3.5 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -3 a -12m

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1324	0.00	0.00	242	0
2	-529	0.00	0.00	185	0
3	-1196	0.00	0.00	190	0
4	-1129	0.00	0.00	31	0
5	-223	0.00	0.00	66	0
6	-2348	0.00	0.00	28	0
7	-1316	0.00	0.00	241	0
8	-2348	0.00	0.00	28	0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1414	0.00	0.00	209	0
2	-472	0.00	0.00	185	0
3	-1187	0.00	0.00	183	0
4	-902	0.00	0.00	30	0

5	-368	0.00	0.00	56	0
6	-2196	0.00	0.00	24	0
7	-1395	0.00	0.00	208	0
8	-2188	0.00	0.00	22	0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My	
1	-1458	0.00	0.00	187	0
2	-512	0.00	0.00	185	0
3	-1158	0.00	0.00	179	0
4	-906	0.00	0.00	29	0
5	-453	0.00	0.00	50	0
6	-2047	0.00	0.00	23	0
7	-1439	0.00	0.00	186	0
8	-2047	0.00	0.00	23	0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.660 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-3.67	0.00	6.03	-50.44
2	M2min - Elem.541 - Comb.29a-2) IIIb.1 V+A+F-	-2.73	0.00	29.00	-35.64
3	M3max - Elem.520 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-3.02	0.00	1.17	-41.84
4	M3min - Elem.759 - Comb.26b-2) IIIa.1 V-A+F-	-1.55	-1.02	-15.80	-22.74
5	Pmin Comp. - Elem.539 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.95	0.00	7.46	-12.63
6	Pmax Comp. - Elem.467 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-2.91	-2.43	-36.96	-43.20
7	smax - Elem.660 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-3.64	0.00	5.99	-50.10
8	smin - Elem.467 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-2.91	-2.43	-36.96	-43.20

Verifiche alle tensioni – frequente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.661 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-3.42	0.00	-0.70	-47.52
2	M2min - Elem.541 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-2.77	0.00	34.81	-35.84
3	M3max - Elem.521 - Comb.11-3) IID.1 A+	-2.95	0.00	0.46	-40.88
4	M3min - Elem.759 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-1.28	-0.77	-12.09	-18.69
5	Pmin Comp. - Elem.539 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.91	0.00	0.04	-12.59
6	Pmax Comp. - Elem.467 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-2.70	-2.29	-34.81	-40.14
7	smax - Elem.660 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-3.40	0.00	-0.37	-47.17
8	smin - Elem.627 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-2.68	-2.30	-34.84	-39.86

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.661 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-3.28	-0.04	-3.99	-45.79
2	M2min - Elem.541 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.74	0.00	30.75	-35.76
3	M3max - Elem.521 - Comb.2-4) Id.1 A+	-2.88	0.00	0.51	-39.92
4	M3min - Elem.759 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.28	-0.78	-12.21	-18.73
5	Pmin Comp. - Elem.539 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-0.95	-0.08	-2.16	-13.31
6	Pmax Comp. - Elem.467 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.53	-2.13	-32.37	-37.51
7	smax - Elem.660 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-3.25	-0.02	-3.73	-45.38
8	smin - Elem.467 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.53	-2.13	-32.37	-37.51

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.661 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x=-230.71$ $y=442.94$ a $x=230.71$ $y=442.94$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cs,eff} = 27023.21 \quad \rho_{eff} = 0.0196$$

Tensione baricentrica = -0.70

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000002$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 418.7690$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0009$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.541 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

asse neutro: da $x = -499.01$ $y = 6.28$ a $x = 499.01$ $y = 6.28$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79
 $A_{cls,eff} = 137867.41$ $\rho_{eff} = 0.0116$

Tensione baricentrica = 31.66

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000093$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 576.3833$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0534$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.521 - Comb.11-3) II d.1 A+

asse neutro: da $x = -268.66$ $y = 420.52$ a $x = 268.66$ $y = 420.52$

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 29605.48$ $\rho_{eff} = 0.0179$

Tensione baricentrica = 0.46

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 440.2664$
 Ampiezza fessure $w_d = 0.0006$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.759 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 29605.48$ $\rho_{eff} = 0.0179$

Tensione baricentrica = -12.09

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000035$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 440.2664$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0156$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.539 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -257.83$ $y = 427.40$ a $x = 257.83$ $y = 427.40$

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 28813.37$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = 0.04

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = 0.000000$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 433.6721$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0000$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.467 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cs,eff} = 28813.37$ $\rho_{eff} = 0.0184$

Tensione baricentrica = -34.81

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000102$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 433.6721$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0442$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.660 - Comb.10-3) IIc.1 A+

asse neutro: da $x = -242.97$ $y = 436.83$ a $x = 242.97$ $y = 436.83$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cs,eff} = 27726.98$ $\rho_{eff} = 0.0191$

Tensione baricentrica = -0.37

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 424.6279$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0005$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.627 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$A_{cs,eff} = 27726.98$ $\rho_{eff} = 0.0191$

Tensione baricentrica = -34.84

Copriferro = 57.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000102$ Distanza fessure $\Delta_{s \max} = 424.6279$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0433$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.661 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c\text{ls,eff}} = 27726.98 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0191$$

Tensione baricentrica = -3.99

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000012$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{max}} = 424.6279$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0050$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.541 - Comb.1-4) Ic.1 A+

asse neutro: da $x = -498.89$ $y = 32.37$ a $x = 498.89$ $y = 32.37$

Armature efficaci: Area totale = 1592.79

$$A_{c\text{ls,eff}} = 131123.29 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0121$$

Tensione baricentrica = 27.78

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000081$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{max}} = 557.6684$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0453$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.521 - Comb.2-4) Id.1 A+

asse neutro: da $x = -270.79$ $y = 419.17$ a $x = 270.79$ $y = 419.17$

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c\text{ls,eff}} = 29761.10 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0178$$

Tensione baricentrica = 0.51

Copriferro = 57.00

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = 0.000001$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{max}} = 441.5620$

Ampiezza fessure $w_d = 0.0007$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.759 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{c\text{ls,eff}} = 29761.10 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0178$$

Tensione baricentrica = -12.21

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000036$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 441.5620$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0158$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.539 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 29761.10$ $\rho_{eff} = 0.0178$

Tensione baricentrica = -2.16

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000006$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 441.5620$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0028$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.467 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 29761.10$ $\rho_{eff} = 0.0178$

Tensione baricentrica = -32.37

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000095$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 441.5620$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0418$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.660 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93
 $A_{cls,eff} = 29761.10$ $\rho_{eff} = 0.0178$

Tensione baricentrica = -3.73

Copriferro = 57.00
 $K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 26.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000011$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 441.5620$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0048$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.467 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 530.93

$$A_{cs,eff} = 29761.10 \quad \rho_{eff} = 0.0178$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -32.37$$

$$\text{Copriferro} = 57.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 26.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000095$ Distanza fessure $\Delta_{s,max} = 441.5620$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0418$ (< 0.2000)

7.7.3.6 Verifiche SLE a pressoflessione e fessurazione – da -12 a piede palo

Sollecitazioni di progetto – rara

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1453	0.00	0.00	36 0
2	-646	0.00	0.00	31 0
3	-1265	0.00	0.00	29 0
4	-1431	0.00	0.00	6 0
5	-400	0.00	0.00	30 0
6	-2506	0.00	0.00	0 0
7	-400	0.00	0.00	30 0
8	-2506	0.00	0.00	0 0

Sollecitazioni di progetto – frequente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1532	0.00	0.00	32 0
2	-589	0.00	0.00	30 0
3	-1273	0.00	0.00	29 0
4	-1402	0.00	0.00	6 0
5	-545	0.00	0.00	30 0
6	-2353	0.00	0.00	0 0
7	-545	0.00	0.00	30 0
8	-2353	0.00	0.00	0 0

Sollecitazioni di progetto – q.permanente

Comb. N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1576	0.00	0.00	29 0
2	-630	0.00	0.00	30 0
3	-1275	0.00	0.00	29 0
4	-1373	0.00	0.00	5 0
5	-630	0.00	0.00	30 0
6	-2204	0.00	0.00	0 0
7	-630	0.00	0.00	30 0
8	-2204	0.00	0.00	0 0

Verifiche alle tensioni – rara

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s,max}$	$\sigma_{s,min}$
1	M2max - Elem.668 - Comb.12a-2) IIc.1 V+A+	-2.07	-1.39	-21.60	-30.30
2	M2min - Elem.548 - Comb.29a-2) IIb.1 V+A+F-	-1.05	-0.49	-7.90	-15.19
3	M3max - Elem.528 - Comb.4-2) Id.1 V-A+	-1.77	-1.24	-19.14	-26.04
4	M3min - Elem.532 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-1.76	-1.65	-24.85	-26.28
5	Pmin Comp. - Elem.548 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.75	-0.20	-3.59	-10.68
6	Pmax Comp. - Elem.475 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+	-2.98	-2.98	-44.75	-44.75
7	smax - Elem.548 - Comb.13b-2) IIc.1 V-A+	-0.75	-0.20	-3.59	-10.68

8 smin - Elem.475 - Comb.21b-2) IIc.2 V-A+ -2.98 -2.98 -44.75 -44.75

Verifiche alle tensioni – frequenti

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.668 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-2.12	-1.53	-23.59	-31.13
2	M2min - Elem.548 - Comb.9a-3) IIb.1 A+	-0.98	-0.42	-6.91	-14.14
3	M3max - Elem.528 - Comb.4-3) Id.1 V-A+	-1.78	-1.25	-19.30	-26.19
4	M3min - Elem.532 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-1.72	-1.62	-24.37	-25.73
5	Pmin Comp. - Elem.548 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.93	-0.37	-6.14	-13.33
6	Pmax Comp. - Elem.475 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-2.80	-2.80	-42.02	-42.02
7	smax - Elem.548 - Comb.10-3) IIc.1 A+	-0.93	-0.37	-6.14	-13.33
8	smin - Elem.475 - Comb.8a-3) IIa.1 A+	-2.80	-2.80	-42.02	-42.02

Verifiche alle tensioni – q.permanente

Comb.	Descrizione	σ_{max}	σ_{min}	$\sigma_{s max}$	$\sigma_{s min}$
1	M2max - Elem.668 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.14	-1.61	-24.74	-31.56
2	M2min - Elem.548 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.03	-0.47	-7.62	-14.88
3	M3max - Elem.528 - Comb.2-4) Id.1 A+	-1.79	-1.25	-19.34	-26.22
4	M3min - Elem.532 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.69	-1.58	-23.87	-25.18
5	Pmin Comp. - Elem.548 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.03	-0.47	-7.62	-14.88
6	Pmax Comp. - Elem.475 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.62	-2.62	-39.37	-39.37
7	smax - Elem.548 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-1.03	-0.47	-7.62	-14.88
8	smin - Elem.475 - Comb.1-4) Ic.1 A+	-2.62	-2.62	-39.37	-39.37

Verifiche di fessurazione frequente e q.permanente

Combinazione frequente: M2max - Elem.668 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 132494.66 \quad \rho_{eff} = 0.0071$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -23.93$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000070$ Distanza fessure $\Delta_{s max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0478$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M2min - Elem.548 - Comb.9a-3) IIb.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{cls,eff} = 132494.66 \quad \rho_{eff} = 0.0071$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -7.24$$

$$\text{Copri ferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{equivalente} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000021$ Distanza fessure $\Delta_{s max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0144$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M3max - Elem.528 - Comb.4-3) Id.1 V-A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cls,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -19.60

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000057$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0391$ (<0.2000)

Combinazione frequente: M3min - Elem.532 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cls,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -24.43

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000072$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0488$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmin Comp. - Elem.548 - Comb.10-3) Ilc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cls,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -6.46

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000019$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0129$ (<0.2000)

Combinazione frequente: Pmax Comp. - Elem.475 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cls,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -42.02

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000123$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0839$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smax - Elem.548 - Comb.10-3) IIc.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cs,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -6.46

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000019$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0129$ (< 0.2000)

Combinazione frequente: smin - Elem.475 - Comb.8a-3) IIa.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cs,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -42.02

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000123$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0839$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2max - Elem.668 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cs,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -25.05

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00
 Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$
 Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$
 Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000073$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$
 Ampiezza fessure $w_d = -0.0500$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M2min - Elem.548 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48
 $A_{cs,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -7.94

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000023$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0159$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3max - Elem.528 - Comb.2-4) Id.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cs,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -19.64

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000057$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0392$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: M3min - Elem.532 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cs,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -23.93

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000070$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0478$ (< 0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmin Comp. - Elem.548 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$A_{cs,eff} = 132494.66$ $\rho_{eff} = 0.0071$

Tensione baricentrica = -7.94

Copriferro = 60.00

$K_1 = 0.8000$ $K_2 = 0.5000$ $\varnothing_{equivalente} = 20.00$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_f = 0.6$

Deformazione media $\epsilon_{sm} = -0.000023$ Distanza fessure $\Delta_{s\ max} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0159$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: Pmax Comp. - Elem.475 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c\text{ls,eff}} = 132494.66 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0071$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -39.37$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000115$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{ max}} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0786$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smax - Elem.548 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c\text{ls,eff}} = 132494.66 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0071$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -7.94$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000023$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{ max}} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0159$ (<0.2000)

Combinazione quasi permanente: smin - Elem.475 - Comb.1-4) Ic.1 A+

Sezione tutta compressa

Armature efficaci: Area totale = 942.48

$$A_{c\text{ls,eff}} = 132494.66 \quad \rho_{\text{eff}} = 0.0071$$

$$\text{Tensione baricentrica} = -39.37$$

$$\text{Copriferro} = 60.00$$

$$K_1 = 0.8000 \quad K_2 = 0.5000 \quad \varnothing_{\text{equivalente}} = 20.00$$

Modulo elastico calcestruzzo = 31447.00

Resistenza a trazione $f_{ctm} = 2.56$

Modulo elastico acciaio = 205000.00 $K_t = 0.6$

Deformazione media $\varepsilon_{sm} = -0.000115$ Distanza fessure $\Delta_{s\text{ max}} = 681.9761$

Ampiezza fessure $w_d = -0.0786$ (<0.2000)

7.7.3.7 Verifiche in campo elastico (sisma)

Da testa palo a -3m da testa palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-112	0.00	0.00	994	0

2	-1450	0.00	0.00	1445	0
3	-1120	0.00	0.00	865	0
4	165	0.00	0.00	964	0
5	357	0.00	0.00	471	0
6	-3346	0.00	0.00	209	0
7	139	0.00	0.00	634	0
8	-2789	0.00	0.00	1222	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.536 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-8.40	0.00	172.93	-103.49
2	M2min - Elem.656 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-12.81	0.00	197.29	-162.78
3	M3max - Elem.696 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-7.77	0.00	108.13	-99.64
4	M3min - Elem.536 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-7.99	0.00	179.46	-97.29
5	Pmax Traz. - Elem.756 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-3.73	0.00	99.97	-44.26
6	Pmax Comp. - Elem.778 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.19	-1.56	-26.10	-60.02
7	smax - Elem.756 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-5.24	0.00	119.48	-63.71
8	smin - Elem.776 - Comb.29-5A) d.1 M1 Y++	-11.43	0.00	108.66	-150.33

Da -3 a -12m

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1529	0.00	0.00	454	0
2	-229	0.00	0.00	255	0
3	-1294	0.00	0.00	251	0
4	-907	0.00	0.00	208	0
5	298	0.00	0.00	133	0
6	-3523	0.00	0.00	50	0
7	-1231	0.00	0.00	400	0
8	-3503	0.00	0.00	91	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.660 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-6.57	0.00	52.06	-87.16
2	M2min - Elem.541 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-4.19	0.00	107.51	-50.05
3	M3max - Elem.520 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-3.74	0.00	8.30	-51.22
4	M3min - Elem.721 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-3.01	0.00	12.65	-40.87
5	Pmax Traz. - Elem.759 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-1.97	0.00	132.72	-17.36
6	Pmax Comp. - Elem.787 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.45	-3.57	-54.48	-65.76
7	smax - Elem.660 - Comb.25-5A) c.1 M1 Y++	-5.85	0.00	55.09	-76.96
8	smin - Elem.786 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.77	-3.20	-49.60	-69.97

Da -12 a piede palo

Parametri di sollecitazione :

Comb.	N	Ecc. X	Ecc. Y	Mx	My
1	-1686	0.00	0.00	56	0
2	-347	0.00	0.00	39	0
3	-70	0.00	0.00	38	0
4	-1356	0.00	0.00	34	0
5	121	0.00	0.00	18	0
6	-3680	0.00	0.00	0	0
7	-70	0.00	0.00	38	0
8	-3640	0.00	0.00	11	0

Tensioni massime nei materiali :

Comb.	Descrizione	σ max	σ min	σ s max	σ s min
1	M2max - Elem.668 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	-2.52	-1.49	-23.44	-36.78
2	M2min - Elem.548 - Comb.5-5A) d.1 M1 X+++	-0.77	-0.05	-1.57	-10.83
3	M3max - Elem.548 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-0.71	0.00	15.07	-8.72
4	M3min - Elem.708 - Comb.10-5A) c.1 M1 X--+	-1.93	-1.30	-20.20	-28.23
5	Pmax Traz. - Elem.768 - Comb.30-5A) d.1 M1 Y--+	0.39	0.00	54.66	9.48
6	Pmax Comp. - Elem.795 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--+	-4.38	-4.38	-65.72	-65.72

7	smax - Elem.548 - Comb.2-5A) c.1 M1 X++	-0.71	0.00	15.07	-8.72
8	smin - Elem.793 - Comb.26-5A) c.1 M1 Y--	-4.43	-4.24	-63.76	-66.27

7.7.3.8 Verifiche a taglio

Da testa palo a -3 da testa palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali dei risvolti, nel tratto da testa a 3m di profondità, è stata individuata in condizioni sismiche ed è pari a $T=805\text{kN}$.

Poiché da normativa si richiede che la sollecitazione di taglio in condizioni sismiche comporti una tensione nelle strutture che rimanga in campo elastico, si è provveduto alla riduzione della Resistenza di calcolo a "taglio trazione" (V_{rsd}) e della Resistenza di calcolo a "taglio compressione" (V_{rcd}) del coefficiente 1.25.

La verifica quindi porge:

V_{rd} = 1119.96 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 805.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 1131.44 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1119.96 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed} = 0.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

θ = 21.80 °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w = 90.00 cm	Larghezza utile della sezione
d = 71.05 cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf} = 12 mm	Diametro staffe
2 n°	n° braccia staffe
A_{sw} = 226.08 mm ²	Area armatura trasversale
s = 10 cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α = 90 °	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk} = 450 N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

Da -3 a piede palo

La massima sollecitazione a taglio per i pali dei risvolti, nel tratto da 3m di profondità fino a piede palo, è stata individuata in condizione sismiche ed è pari a $T=168\text{kN}$.

Poiché da normativa si richiede che la sollecitazione di taglio in condizioni sismiche comporti una tensione nelle strutture che rimanga in campo elastico, si è provveduto alla riduzione della Resistenza di calcolo a "taglio trazione" (V_{rsd}) e della Resistenza di calcolo a "taglio compressione" (V_{rcd}) del coefficiente 1.25.

La verifica quindi porge:

V_{rd} = 565.72 kN	Resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio
V_{ed} = 168.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente
V_{rsd} = 565.72 kN	Resistenza di calcolo a "taglio trazione"
V_{rcd} = 1119.96 kN	Resistenza di calcolo a "taglio compressione"
N_{ed} = 0.00 kN	Valore di calcolo dello sforzo normale

sezione verificata a taglio

θ = 21.80 °	Inclinazione puntoni di cls rispetto all'asse della trave
b_w = 90.00 cm	Larghezza utile della sezione
d = 71.05 cm	Altezza utile della sezione

ϕ_{staf}	= 12	mm	Diametro staffe
	2	n°	n° braccia staffe
A_{sw}	= 226.08	mm ²	Area armatura trasversale
s	= 20	cm	Interasse tra due armature trasversali consecutive
α	= 90	°	angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave
f_{yk}	= 450	N/mm ²	Resistenza a trazione caratteristica dell'acciaio delle staffe

7.7.4 VERIFICA DI PORTANZA VERTICALE DEI PALI

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); risultano i seguenti tipi di verifiche:

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 1 – A1M1).

Verifiche agli Stati Limite Ultimi (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1).

Verifiche delle azioni Sismiche (Approccio 1, combinazione 2 – A2M1).

Si prevede una lunghezza dei pali di fondazione pari a:

risolto sinistra $L_{sx} = 20.00\text{m}$

risolto destra $L_{dx} = 20.00\text{m}$

fusto $L_s = 25.00\text{m}$

Di seguito le tabelle di verifica riportate fanno riferimento ai parametri geotecnici del terreno individuati nella "Relazione Geotecnica" Cod.Elabor. BRVpe-0903R9.

7.7.4.1 Pali dei risvolti

Lunghezza dei pali: L=20.00m.

CARICO DI PROGETTO Ed

	Ed,Compressione kN	Ed,Trazione kN
APP.1-COMB1 SLU	2879	
APP.1-COMB2 SLU	2183	
APP.1-COMB2 SLV	3307	357

CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 1 (A1-M1-R1) - SLU

Il carico limite di progetto viene determinato come:

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

in cui:

- $R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$: Resistenza alla punta di progetto
- $R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$: Resistenza laterale di progetto
- $R_{bk} = R_{bm} / \zeta$: Resistenza alla punta caratteristica
- $R_{sk} = R_{sm} / \zeta$: Resistenza laterale caratteristica
- $R_{bm} = Q_b$: Resistenza media alla punta
- $R_{sm} = Q_s$: Resistenza media laterale
- W_p : peso proprio del palo alleggerito



PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽⁷⁾:

$$q_b = N_q^* \times \sigma'v \quad \text{con:} \quad N_q^*: \text{coefficiente di capacit\`a portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)}$$

N_q^* \u00e8 dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di $q_{b,lim}$.

Terreni coesivi (c <> 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'v \quad \text{con:} \quad K \text{ assunto pari a } 1 - \text{sen } f' \\ \tan \delta = \tan \phi$$

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

Terreni coesivi (c <> 0)

$$q_s = \alpha c_u \quad \text{con:} \quad \alpha \text{ variabile in funzione di } c_u \text{ secondo la seguente tabella (AGI - 1984)}$$

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unit\`a	
Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

	unit\`a	
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00

SOVRACCARICO A Q.T.P.

	kN/m ²	
Tensione totale in testa palo	95,0	
Tensione efficace in testa palo	95,0	

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,00
coefficiente γ_s		1,00
coefficiente γ_{st}		1,00
coefficiente ζ		1,48

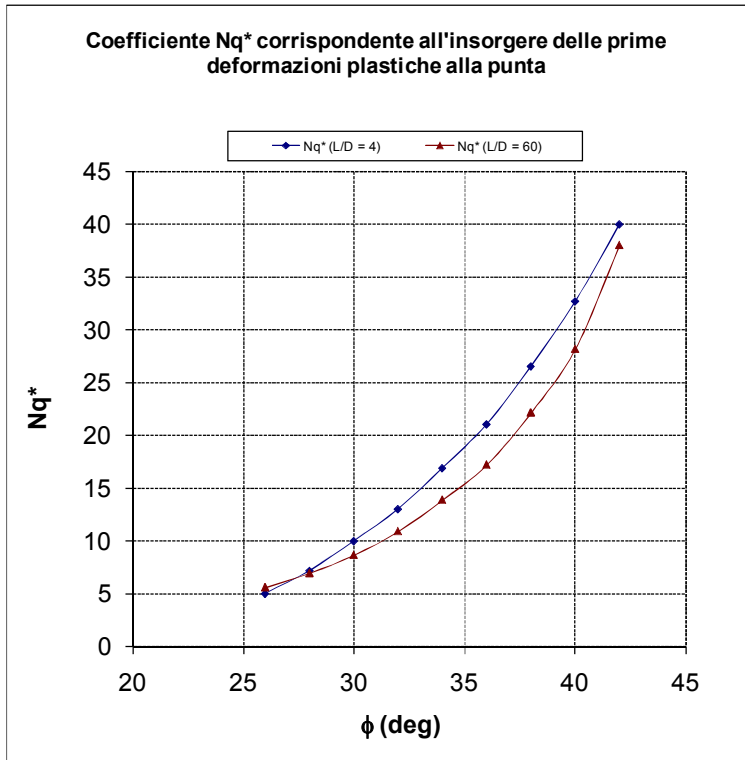
CARICO DI PROGETTO Ed

Ed, Con Ed, Trazione
kN kN

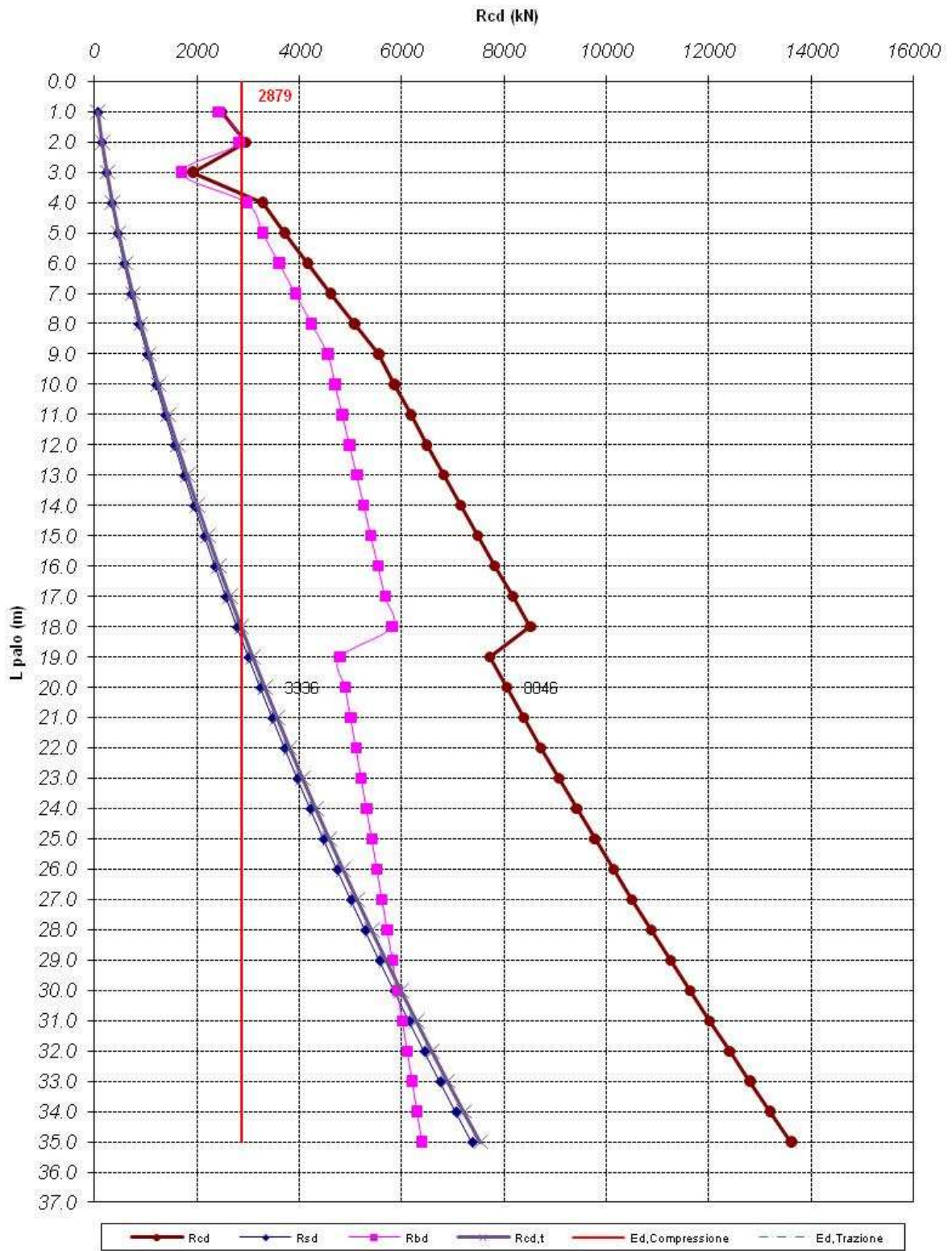
APP.1-COMB1 SLU	2879	
APP.1-COMB2 SLU	2183	
APP.1-COMB2 SLV	3307	357

PROFONDITA' INDAGATA

quota minima	0,00
quota massima	35,00



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.1 - SLU (A1-M1-R1)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R2) - SLU-SLE

Il carico limite di progetto viene determinato come:

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

in cui:

- $R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$: Resistenza alla punta di progetto
- $R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$: Resistenza laterale di progetto
- $R_{bk} = R_{bm} / \zeta$: Resistenza alla punta caratteristica
- $R_{sk} = R_{sm} / \zeta$: Resistenza laterale caratteristica
- $R_{bm} = Q_b$: Resistenza media alla punta
- $R_{sm} = Q_s$: Resistenza media laterale
- W_p : peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽⁷⁾:

$$q_b = N_q^* \times \alpha^v \quad \text{con:} \quad N_q^*: \text{coefficiente di capacit\`a portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)}$$



N_q^* \u00e8 dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di $q_{b,lim}$.

Terreni coesivi ($c > 0$)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma_v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'_v \quad \text{con:} \quad K \text{ assunto pari a } 1 - \text{sen } f$$

$$\tan \delta = \tan \phi$$

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

Terreni coesivi ($c > 0$)

$q_s = \alpha c_u$ con: α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
≤ 25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
> 75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

	unit\`a	
Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

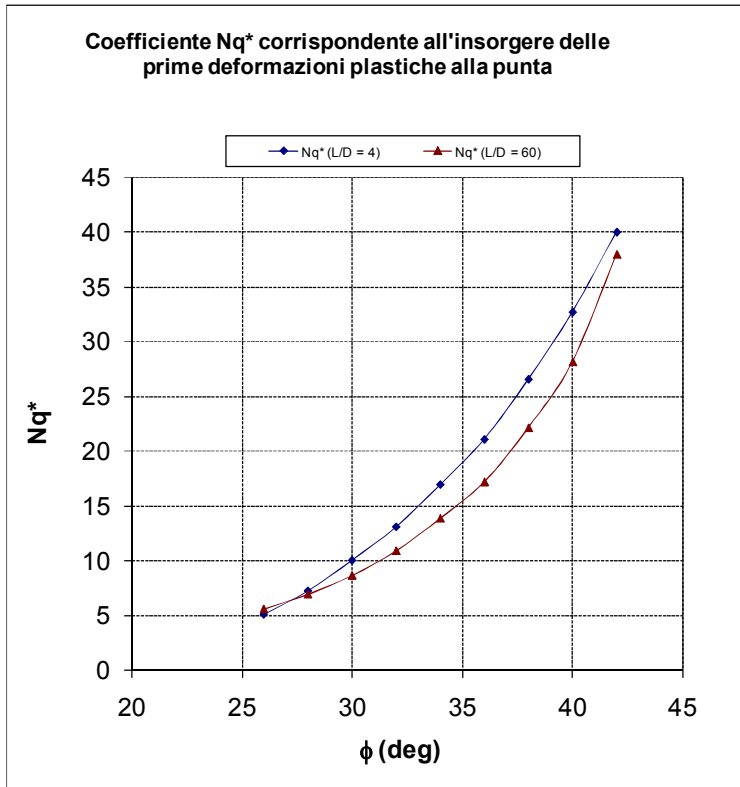
	unit\`a	
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00

SOVRACCARICO A Q.T.P.

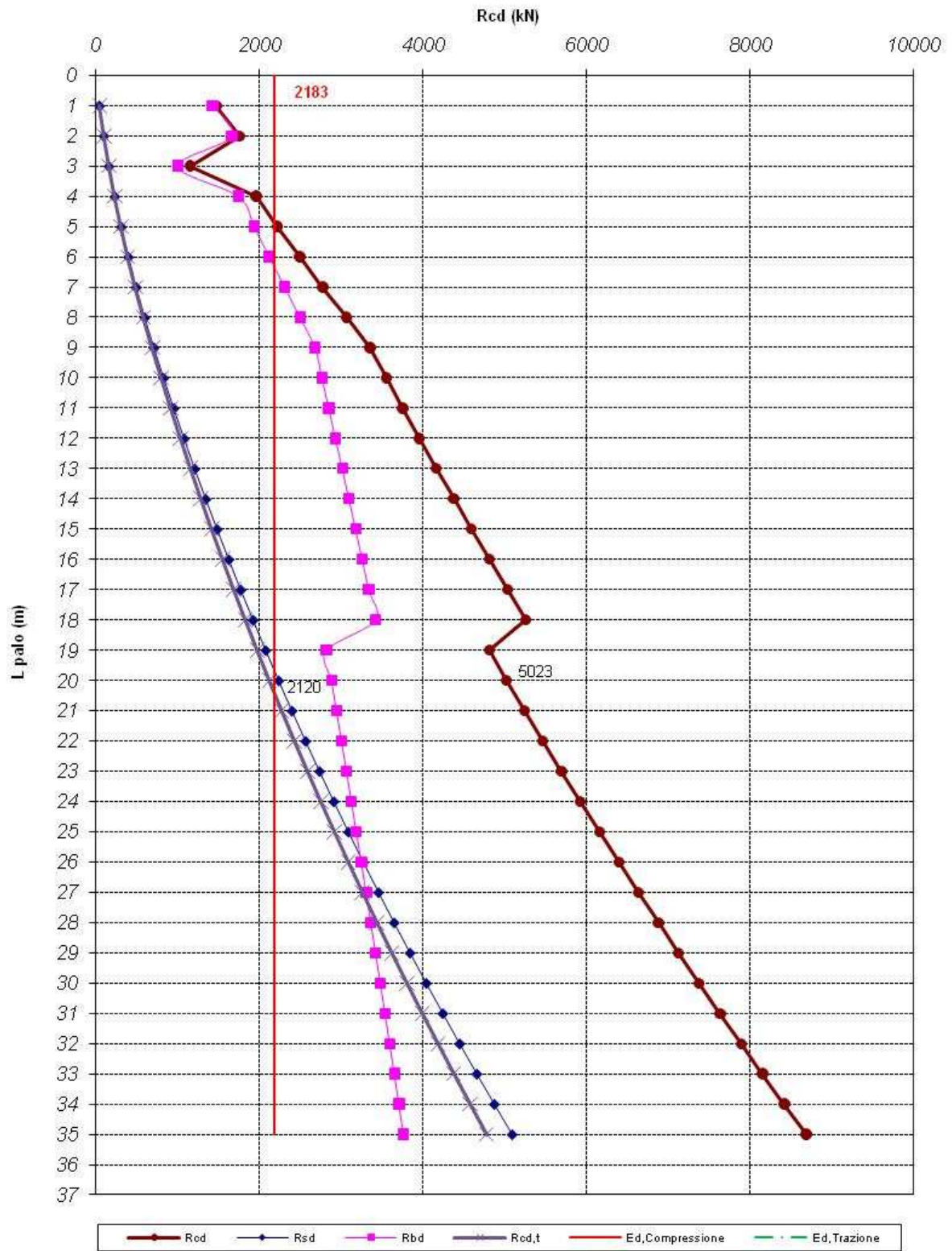
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	95,0
Tensione efficace in testa palo		95,0

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,70
coefficiente γ_s		1,45
coefficiente γ_{st}		1,60
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SLU-SLE (A2-M1-R2)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R3) - SIS

Il carico limite di progetto viene determinato come:

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

in cui:

$R_{bd} = R_{bk} / \gamma_b$:	Resistenza alla punta di progetto
$R_{sd} = R_{sk} / \gamma_s$:	Resistenza laterale di progetto
$R_{bk} = R_{bm} / \zeta$:	Resistenza alla punta caratteristica
$R_{sk} = R_{sm} / \zeta$:	Resistenza laterale caratteristica
$R_{bm} = Q_b$:	Resistenza media alla punta
$R_{sm} = Q_s$:	Resistenza media laterale
W_p :	peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev^(*):

$$q_b = N_q^* \times \sigma_v$$

con:

N_q^* : coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)



N_q^* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di $q_{b,lim}$.

Terreni coesivi ($c > 0$)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma_v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari ($c = 0, \phi < 0$)

$$q_s = K \tan \delta \sigma_v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen f'
 $\tan \delta = \tan \phi$

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

Terreni coesivi ($c > 0$)

$$q_s = \alpha c_u$$

con:

α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di $q_{l,lim}$.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	mq	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	mq	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

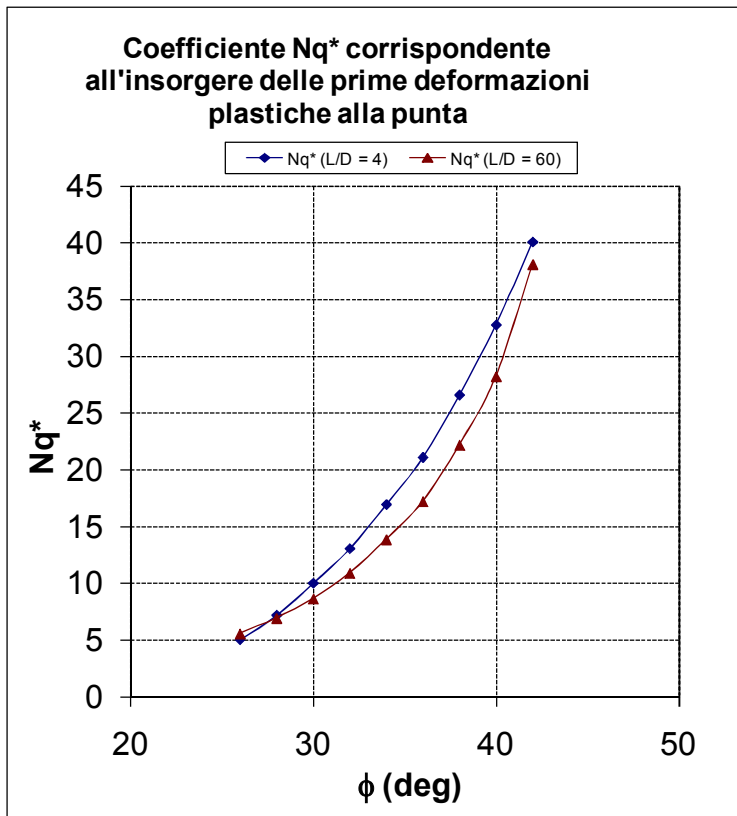
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

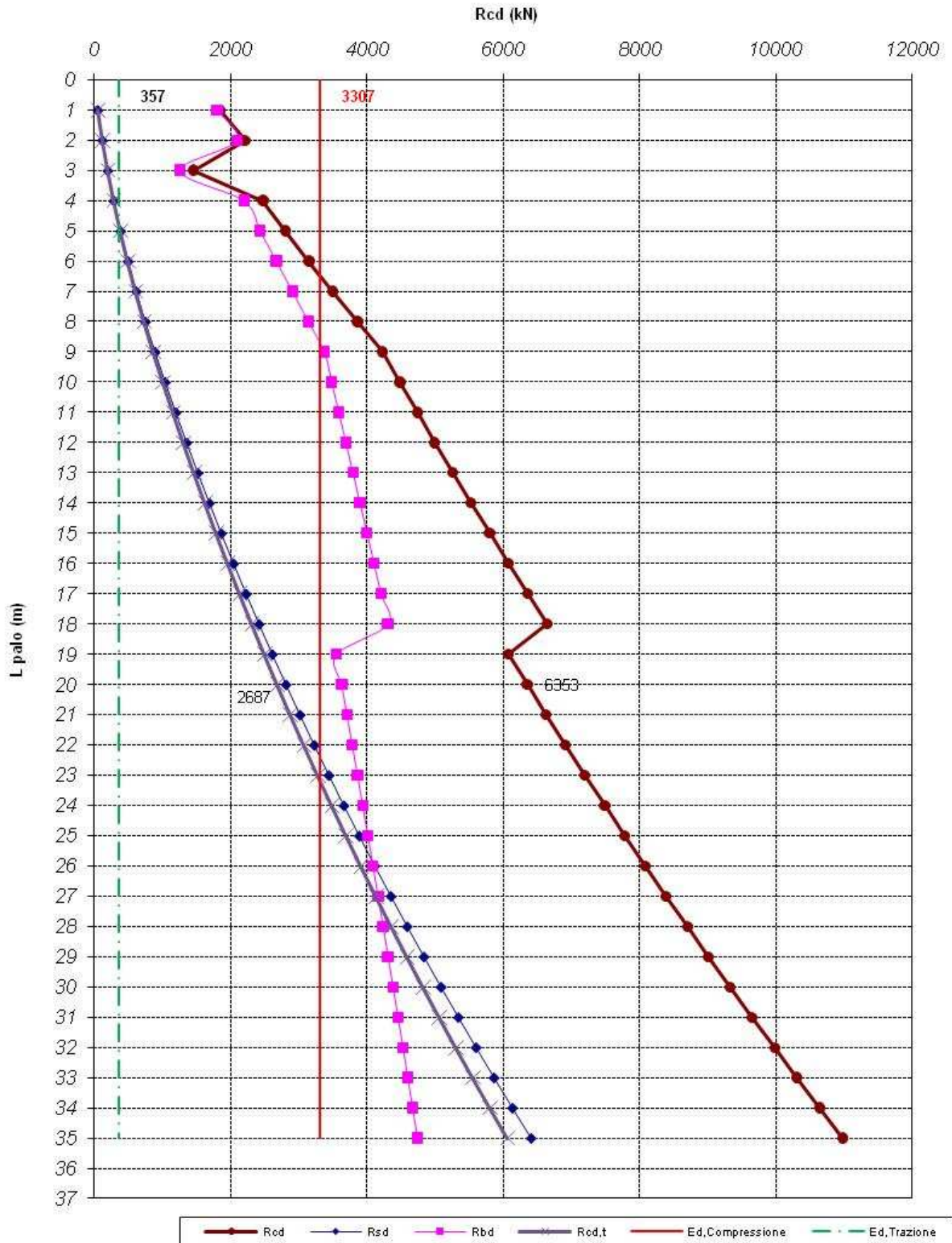
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	95,0
Tensione efficace in testa palo		95,0

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,35
coefficiente γ_s		1,15
coefficiente γ_{st}		1,25
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SIS (A2-M1-R3)**



7.7.4.2 Pali del fusto

Lunghezza dei pali: L=25.00m.

CARICHI DI PROGETTO Ed

	Ed,Compressione kN	Ed,Trazione kN
APP.1-COMB1 SLU	2843	
APP.1-COMB2 SLU	2202	
APP.1-COMB2 SLV	2045	

CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 1 (A1-M1-R1) - SLU

Il carico limite di progetto viene determinato come:

$Rcd = Rbd + Rsd - Wp$

in cui:

- Rbd = Rbk / γ_b : Resistenza alla punta di progetto
- Rsd = Rsk / γ_s : Resistenza laterale di progetto
- Rbk = Rbm / ζ : Resistenza alla punta caratteristica
- Rsk = Rsm / ζ : Resistenza laterale caratteristica
- Rbm = Qb: Resistenza media alla punta
- Rsm = Qs: Resistenza media laterale
- Wp: peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:

$q_b = Nq^* \times \sigma'v$

con:

Nq*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)

Nq* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per qb il valore limite di qb,lim.

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$q_b = \sigma v + 9 c_u$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, $\phi < 0$)

$q_s = K \tan \delta \sigma'v$

con:

K assunto pari a 1 - sen f
tan $\delta = \tan \phi$

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

Terreni coesivi (c > 0)

$q_s = \alpha c_u$

con:

α variabile in funzione di cu secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di ql,lim.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

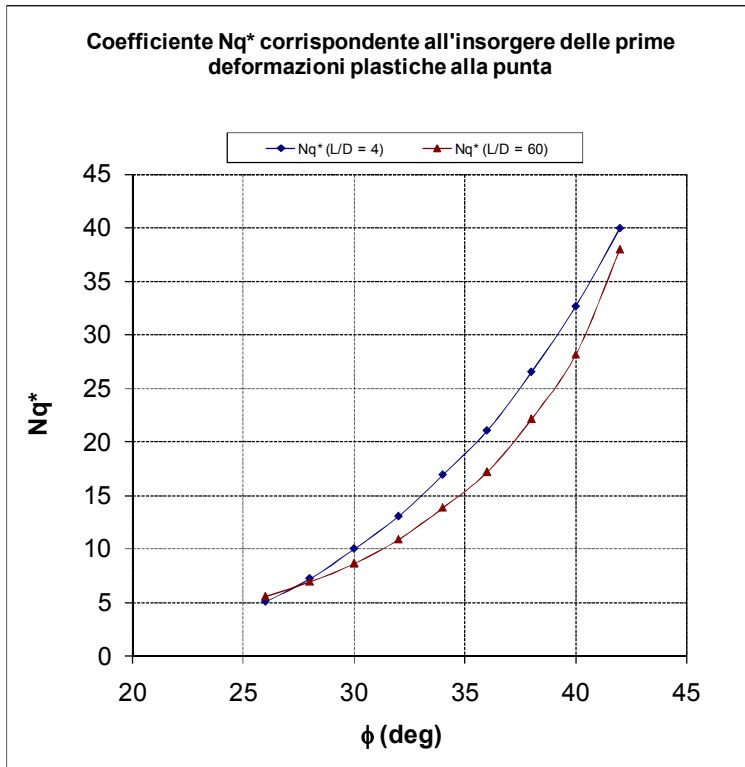
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

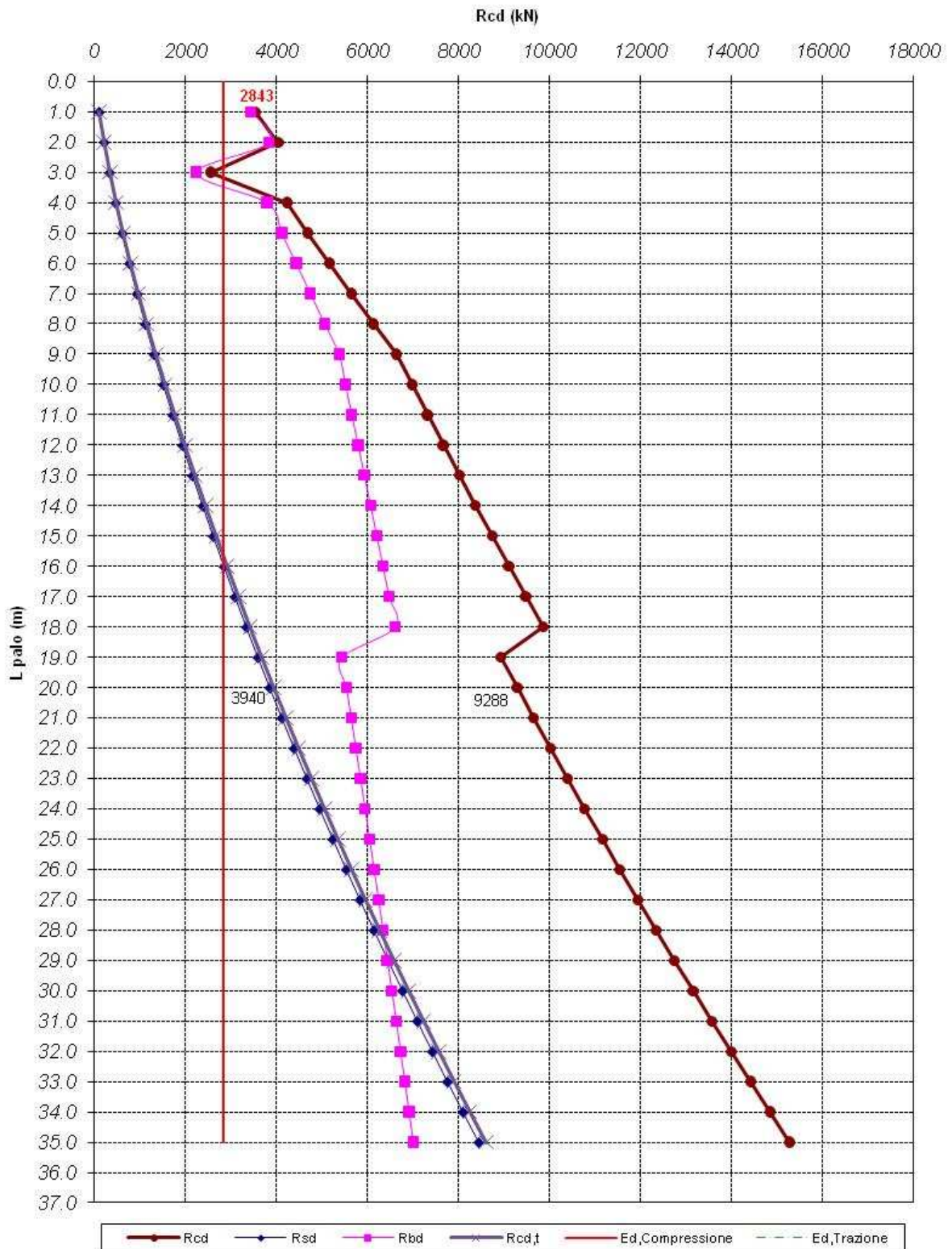
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	142,5
Tensione efficace in testa palo		142,5

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ_b		1,00
coefficiente γ_s		1,00
coefficiente γ_{st}		1,00
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.1 - SLU (A1-M1-R1)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R2) - SLU-SLE

Il carico limite di progetto viene determinato come:

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

in cui:

- R_{bd} = R_{bk} / γ_b: Resistenza alla punta di progetto
- R_{sd} = R_{sk} / γ_s: Resistenza laterale di progetto
- R_{bk} = R_{bm} / ζ: Resistenza alla punta caratteristica
- R_{sk} = R_{sm} / ζ: Resistenza laterale caratteristica
- R_{bm} = Q_b: Resistenza media alla punta
- R_{sm} = Q_s: Resistenza media laterale
- W_p: peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

In accordo alla teoria di Berenzantsev⁽¹⁾:

$$q_b = N_q^* \times \sigma'_v$$

con:

N_q*: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)



N_q* è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di q_{b,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma'_v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'_v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen f
tan δ = tan φ

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

$$q_s = \alpha c_u$$

con:

α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

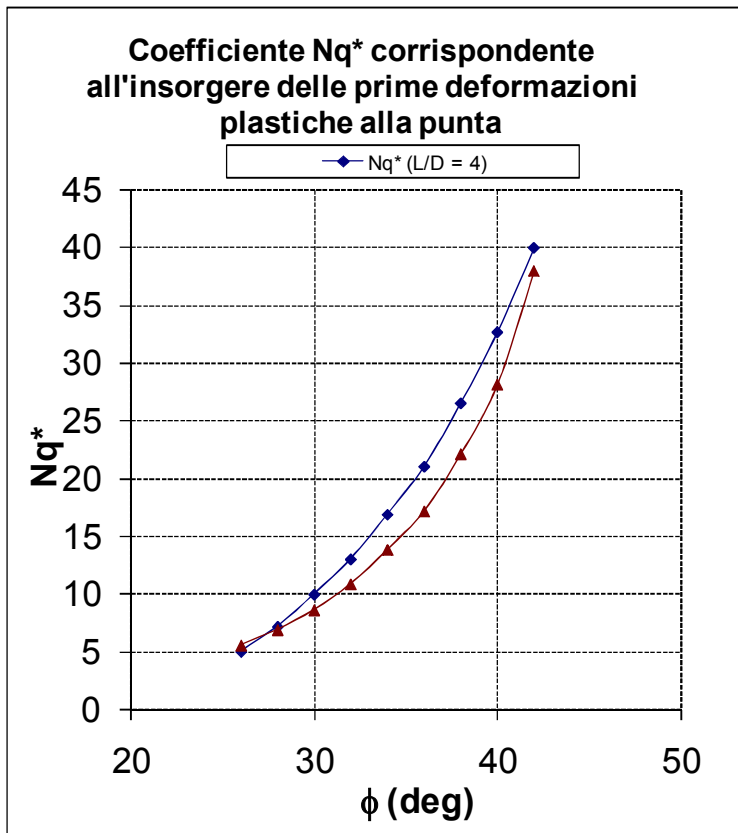
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

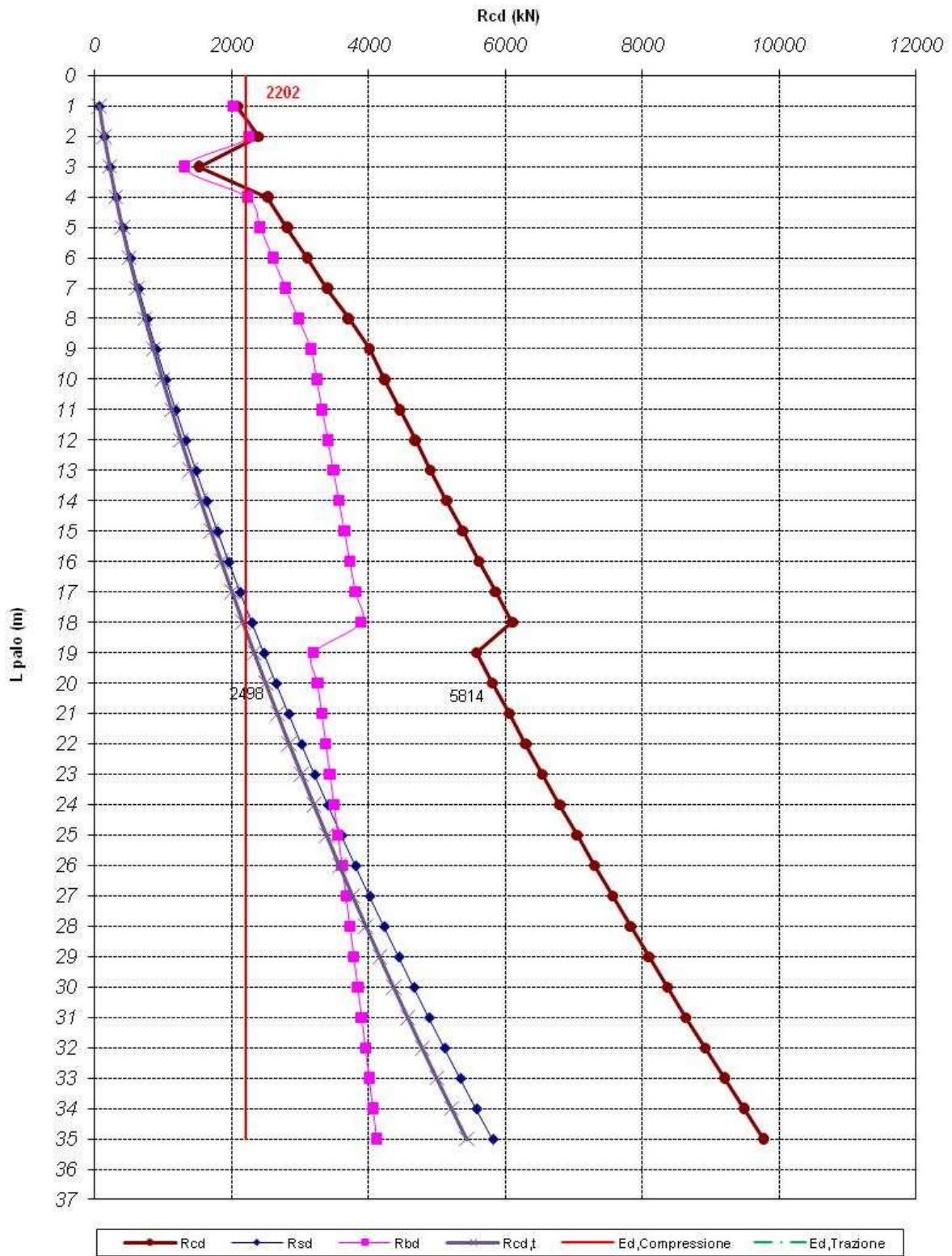
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	142,5
Tensione efficace in testa palo		142,5

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ _b		1,70
coefficiente γ _s		1,45
coefficiente γ _{st}		1,60
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SLU-SLE (A2-M1-R2)**



CAPACITA' PORTANTE DI UN PALO COMPRESSO (D.M. 14.01.2008) - APPROCCIO 1 - COMBINAZIONE 2 (A2-M1-R3) - SIS

Il carico limite di progetto viene determinato come:

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

in cui:

- R_{bd} = R_{bk} / γ_b: Resistenza alla punta di progetto
- R_{sd} = R_{sk} / γ_s: Resistenza laterale di progetto
- R_{bk} = R_{bm} / ζ: Resistenza alla punta caratteristica
- R_{sk} = R_{sm} / ζ: Resistenza laterale caratteristica
- R_{bm} = Q_b: Resistenza media alla punta
- R_{sm} = Q_s: Resistenza media laterale
- W_p: peso proprio del palo alleggerito

PORTANZA UNITARIA ALLA PUNTA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

In accordo alla teoria di Berenzantsev^(*):

$$q_b = N_q^* \times \sigma'_v$$

con:

N_q^{*}: coefficiente di capacità portante corrispondente all'insorgere delle prime deformazioni plastiche (ced. = 0,06 - 0,10 D)



N_q^{*} è dato dal grafico a destra riportato:

In ogni caso viene assunto per q_b il valore limite di q_{b,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

Il calcolo viene svolto in termini di tensioni totali

La resistenza alla punta viene espressa come:

$$q_b = \sigma'_v + 9 c_u$$

RESISTENZA LATERALE UNITARIA

Terreni granulari (c = 0, φ <> 0)

$$q_s = K \tan \delta \sigma'_v$$

con:

K assunto pari a 1 - sen φ
tan δ = tan φ

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

Terreni coesivi (c > 0)

$$q_s = \alpha c_u$$

con:

α variabile in funzione di c_u secondo la seguente tabella (AGI - 1984)

cu (kPa)	α
<=25	0,9
da 25 a 50	0,8
da 50 a 75	0,6
>75	0,4

In ogni caso non viene superato il valore limite di q_{l,lim}.

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

unità

Diametro palo	m	1,00
Superficie resistente alla punta	m ²	0,79
Superficie laterale per lunghezza unitaria	m ²	3,14
peso specifico del palo	kN/m ³	25,00

STRATIGRAFIA DI PROGETTO (DA Q.T.P.)

n.	DESCRIZIONE	DA	A
1	Limo sabbioso	0,0	-2,0
2	Sabbia	-2,0	-3,0
3	Ghiaia sabbiosa	-3,0	-15,0
4	Ghiaia sabbiosa	-15,0	-16,5
5	Ghiaia sabbiosa deb. limosa	-16,5	-18,0
6	Ghiaia-Sabbia deb. limosa	-18,0	-35,0

FALDA

unità

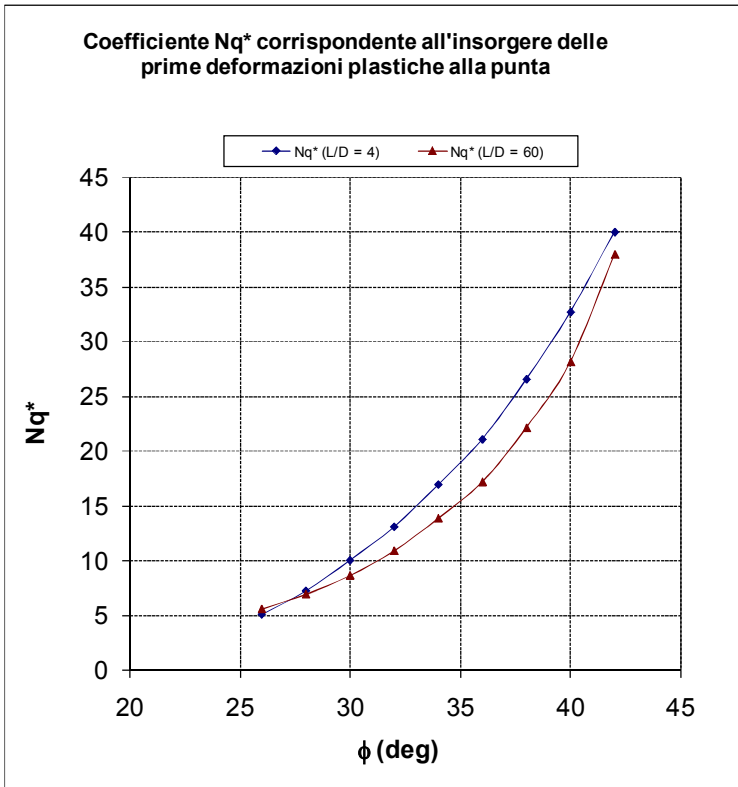
Quota livello falda da q.t.p.	m	9,00
-------------------------------	---	------

SOVRACCARICO A Q.T.P.

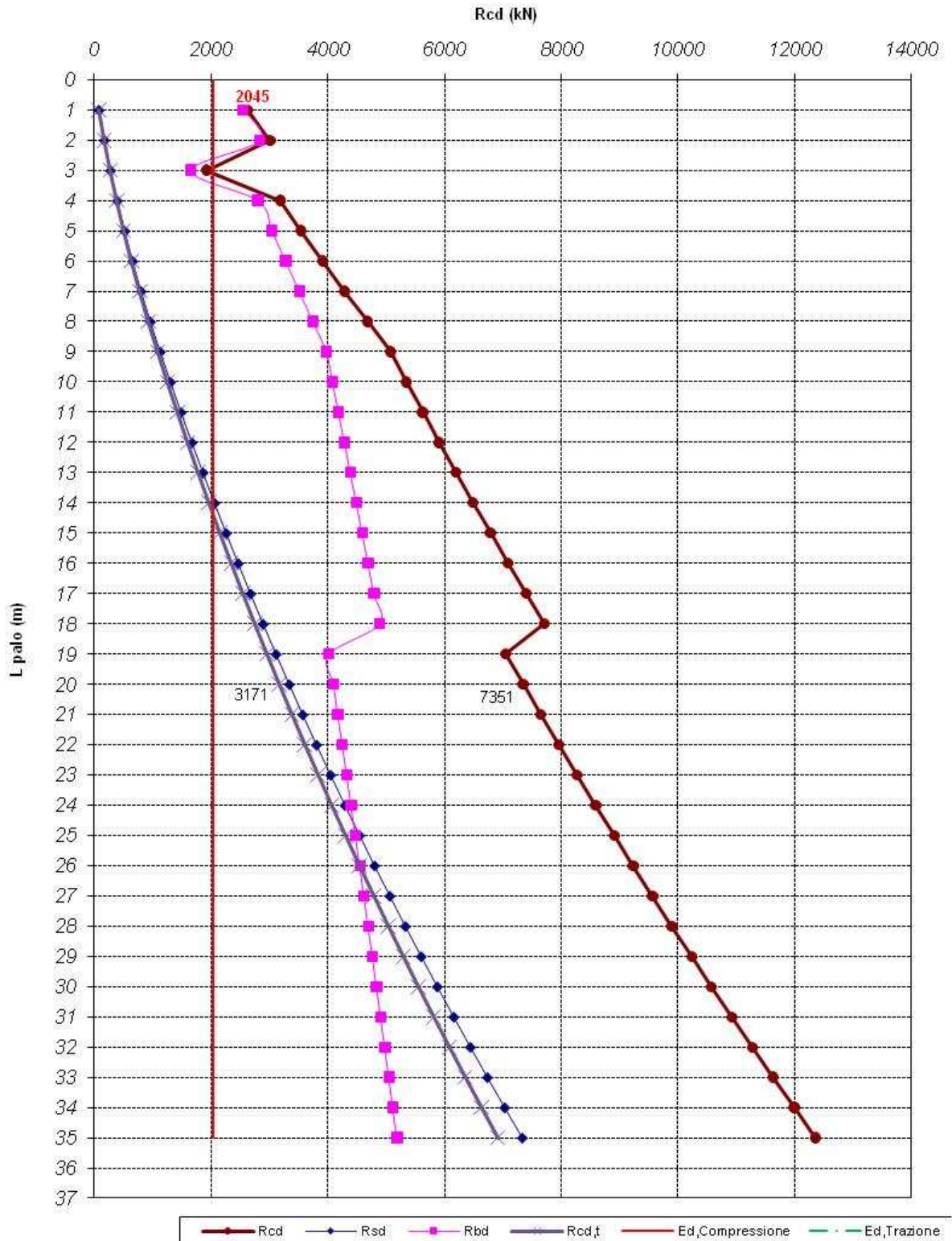
Tensione totale in testa palo	kN/m ²	142,5
Tensione efficace in testa palo		142,5

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Tipo di Palo	t	Trivellato
coefficiente γ _b		1,35
coefficiente γ _s		1,15
coefficiente γ _{st}		1,25
coefficiente ζ		1,48



**Diagramma del carico limite del palo in funzione della lunghezza
APP.1 COMB.2 - SIS (A2-M1-R3)**



7.7.5 VERIFICA CARICO LIMITE ORIZZONTALE DEI PALI

Dalla caratterizzazione del suolo risulta che lo strato prevalente risulterebbe del tipo 3 o 4: a favore di sicurezza si assumono i parametri dello strato 2.

n.	DESCRIZIONE	DA	A	cu	ϕ'	γ
2	Sabbia da grossa a fine ghiaiosa	-1.5	-3.6	0.0	38.0	19.0
		-12.0	-13.6			
3	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa f5-6cm	-3.6	-12.0	0.0	42.0	19.0
4	Ghiaia sabbiosa debolmente limosa f3-4cm	-13.6	-19.0	0.0	40.0	20.0
5	Ghiaia sabbiosa I	-19.0	25.0	0.0	41.0	19.0

La verifica del carico limite laterale dei pali viene svolta con il metodo di Broms con le ipotesi di palo flessibile incastrato in sommità e terreno incoerente.

Nel caso di palo flessibile il carico ultimo si ottiene per la formazione di cerniere plastiche nel palo. La formula di equilibrio delle azioni da cui ricavare il carico ultimo orizzontale per pali incastrati in sommità è la seguente:

$$H_{ult} \left(h + \sqrt{\frac{2H_{ult}}{\gamma DK_{p\delta}}} \right) - \frac{1}{3} H_{ult} \sqrt{\frac{2H_{ult}}{\gamma DK_{p\delta}}} = 2M_{ult}$$

In cui:

H_{ult} = carico ultimo orizzontale;

M_{ult} = Momento ultimo palo o momento plastico;

gli altri parametri sono descritti nella tabella riassuntivo di verifica

Per il calcolo della resistenza dei pali soggetti a carichi trasversali si considera il coefficiente parziale $R_2=1.6$ come indicato nel par. 6.4.3.1.2 del D.M. 14 Gennaio 2008.

Pali dei risvolti (L=20.00m):

Il taglio massimo in sommità dei pali è dovuto all'azione sismica ed è pari a:

			CORRISPONDENTE V3	QUADRATURA	
V2	max	346.254	-299.824	458	kN
	min	-449.243	185.892	486	kN
			CORRISPONDENTE V2		
V3	max	286.291	-421.276	509	kN
	min	-766.118	248.522	805	kN
			VALORE MASSIMO	805	kN

Pali del fusto (L=25.00m):

Il taglio massimo in sommità dei pali è dovuto all'azione statica ed è pari a:

			CORRISPONDENTE V3	QUADRATURA	
V2	max	-13.419	-44.49	46	kN
	min	-468.822	23.422	469	kN

		CORRISPONDENTE V2			
V3	max	159.957	-437.96	466	kN
	min	-124.89	-140.292	188	kN
		VALORE MASSIMO		469	kN

Siccome le fondazioni in condizioni sismiche devono rimanere in campo elastico, si è scelto di mantenere tali anche i pali.

(*) Il momento ultimo considerato nell'equazione di equilibrio è il momento ultimo elastico del palo, cioè quello che determina nei materiali le tensioni della condizione di carico rara pari a:

NOME MATERIALE	SIGMA AMM. TRAZIONE (N/MM ²)	SIGMA AMM. COMPRESIONE (N/MM ²)
B450C	360	-
C25/30	0	15

Calcolo del Momento Ultimo:

The screenshot shows a software window titled "Calcolo del Momento Ultimo" with the following sections:

- Sezione circolare cava:** Raggio esterno (50 cm), Raggio interno (0 cm), N° barre uguali (48), Diametro barre (2.6 cm), Copriferro (baric.) (7 cm).
- Tipologia Sezione:** Radio buttons for Rettan.re, Trapezi, a T, Circolare (selected), Rettangoli, and Coord.
- Diagramma:** A circular cross-section of a pile with 48 bars and a central point 'N'.
- Metodo di calcolo:** Radio buttons for S.L.U.+, S.L.U.-, and Metodo n (selected).
- Materiali:** Properties for B450C (E_{su} 67.5%, f_{yd} 391.3 N/mm², E_s 200.000 N/mm², E_s/E_c 15, E_{syd} 1.957%, σ_{s,adm} 255 N/mm²) and C25/30 (ε_{c2} 2%, ε_{cu} 3.5%, f_{cd} 14.17, f_{cc}/f_{cd} 0.8, σ_{c,adm} 9.75, τ_{co} 0.6, τ_{c1} 1.829).
- Sollecitazioni:** Input fields for N_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd} and their corresponding values (0, 1965, 0 kN/kNm).
- P.to applicazione N:** Radio buttons for Centro (selected), Baricentro cls, and Coord.[cm].
- Verifica:** A button to perform the check.
- Precompresso:** A checkbox that is currently unchecked.

Verifica Pali dei risvolti:

Terreno Incoerente e palo flessibile	
Angolo di attrito terreno	φ = 40 °
Coefficiente GEO	γ _{M2} = 1
Angolo di attrito fattorizzato	φ' = 40.00
Coefficiente di spinta passiva	k _p = 4.60
Coefficiente di spinta passiva fattorizzata	k _{pδ} = 13.80

Peso specifico terreno	$\gamma_{\text{ter}} =$	20.00	kN/mc
Diametro del palo	$D =$	1.00	m
Lunghezza del palo	$L =$	20.00	m
Altezza fuori terra	$h =$	0.00	m
Coefficiente portanza laterale (6.4.3.1.2 DM)	$R_2 (\gamma_T) =$	1.6	
Momento ultimo sezione palo (*)	$M_{\text{ult}} =$	1965	kNm
Sezione incastrata in sommità			
Momento ultimo teoria di Broms	$M_{\text{ult}} =$	3930.00	kNm
Taglio ultimo	$H_{\text{ult}} =$	1686.22	kN
Taglio ultimo fattorizzato	$H_{\text{ult,d}} =$	1053.89	kN
Taglio di calcolo in testa al palo	$V_{\text{Ed}} =$	805.00	kN
VERIFICA SODDISFATTA			

Verifica Pali del fusto:

Terreno Incoerente e palo flessibile			
Angolo di attrito terreno	$\phi =$	40	°
Coefficiente GEO	$\gamma_{M2} =$	1	
Angolo di attrito fattorizzato	$\phi' =$	40.00	
Coefficiente di spinta passiva	$k_p =$	4.60	
Coefficiente di spinta passiva fattorizzata	$k_{p\delta} =$	13.80	
Peso specifico terreno	$\gamma_{\text{ter}} =$	20.00	kN/mc
Diametro del palo	$D =$	1.00	m
Lunghezza del palo	$L =$	25.00	m
Altezza fuori terra	$h =$	0.00	m
Coefficiente portanza laterale (6.4.3.1.2 DM)	$R_2 (\gamma_T) =$	1.6	
Momento ultimo sezione palo (*)	$M_{\text{ult}} =$	1965	kNm
Sezione incastrata in sommità			
Momento ultimo teoria di Broms	$M_{\text{ult}} =$	3930.00	kNm
Taglio ultimo	$H_{\text{ult}} =$	1686.22	kN
Taglio ultimo fattorizzato	$H_{\text{ult,d}} =$	1053.89	kN
Taglio di calcolo in testa al palo	$V_{\text{Ed}} =$	469.00	kN
VERIFICA SODDISFATTA			

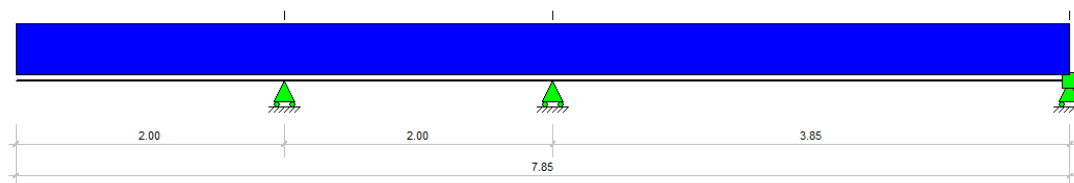
7.8 VERIFICHE TIRANTI A SUPPORTO DEI RISVOLTI ESISTENTI

Nel progetto si è previsto di attribuire ai nuovi risvolti della spalla tutte le azioni statiche e sismiche che competono loro senza considerare la presenza dei muri di risvolto esistenti. La sola azione che si è valutato agire direttamente su di essi è quella del terreno imbarcato presente sulla ciabatta dei muri esistenti. Poiché non è possibile effettuare alcuna verifica di tali strutture, non conoscendone le relative armature, si è stabilito di utilizzare opportuni tiranti di ancoraggio che siano in grado di assorbire da soli tale sollecitazione sismica.

Di seguito si riporta la verifica di tali tiranti.

7.8.1 CALCOLO DEL TIRO MASSIMO

L'azione esterna p sul muro esistente corrisponde all'azione del terreno imbarcato è stata calcolata rispettivamente al muro di risvolto esistente lato dx essendo quello ad altezza maggiore, da cui si ricava il maggior tiro sui tiranti. E' stato considerato il seguente schema statico:



Come si nota si sono considerati due ordini di tiranti (corrispondenti ai due appoggi) interassati a 2m.

$$p = 20 \text{ kN/m}^3 \cdot 5.55 \text{ m} \cdot 3.34 \text{ m} \cdot 0.291 a_g / g = 108 \text{ kN/m}$$

(5.55m è la larghezza di competenza del muro per ciascun tirante in senso orizzontale e 3.34m è la larghezza della ciabatta sulla quale giace il terreno che si imbarca).

Il calcolo porge: $R_{max} = 443 \text{ kN}$.

7.8.2 DATI INIZIALI DI PROGETTAZIONE

Caratteristiche tiranti		
Tipologia (scegliere se attivi o passivi):		passivi
(scegliere il tipo di iniezione: IGU o IRS):		IRS
		Iniezione ripetitiva e selettiva
(scegliere se definitivi o provvisori):		definitivi
Diametro perforazione:		140 mm
Inclinazione tirante rispetto alla verticale:		10.0 °
Acciaio (scegliere il tipo di cavo):	Cavo	3T15
(in automatico il numero di trefoli):		3
(in automatico il diametro nominale del singolo trefolo):		15.2 mm
(in automatico l'area nominale del singolo trefolo):		140 mm²
(scegliere il tipo normativa):	Norm e	Pr EN 10138
(scegliere il tipo - ALGA):	Tipo	Y1860S7
(scegliere il tiro caratteristico a rottura):	F_{pk} =	260 kN
(in automatico la tensione caratteristica a rottura):	f_{pk} =	1860 N/mm

COMMITTENTE AUTOSTRADA DEL BRENNERO		CODIFICA DOCUMENTO A1_04_20_02_04_RELAZIONE_CALCULO_SPALLA_TRENTO_A.DOCX	FOGLIO 285 DI 295
(in automatico il tiro caratteristico allo 0.1% di deformazione):	$F_{p(0.1)k}$	=	224 kN
(in automatico la tensione caratteristica allo 0.1% di deformazione):	$f_{p(0.1)k}$	=	1600 $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
(in automatico il tiro caratteristico all' 1% di deformazione):	$F_{p(1)k}$	=	234 kN
(in automatico la tensione caratteristica all' 1% di deformazione):	$f_{p(1)k}$	=	1670 $\frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Caratteristiche paratia			
Altezza della paratia:	$h_{paratia}$	=	7.85 m
Quota del tirante rispetto alla sommità della paratia:	$h_{tirante}$	=	3.85 m
Caratteristiche terreno			
Angolo di attrito interno medio:	ϕ_{attr}	=	35 °
Resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica:	τ_{ak}	=	240 kN/m^2
Coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione (1÷1.5):	α	=	1.2
Caratteristiche sismiche del sito			
Accelerazione massima al suolo:	$a_{max/g}$	=	0.291
Sollecitazione			
Tiro massimo (come da calcolo se tiranti passivi):	T	=	443 kN
Tiro resistente (se tiranti attivi):	T	=	610 kN

7.8.3 CALCOLO LUNGHEZZA LIBERA

La lunghezza libera dei tiranti viene calcolata in fase statica imponendo che l'ancoraggio possa sviluppare interamente la spinta passiva, vale a dire che l'ancoraggio deve essere posizionato al di là della linea ideale di spinta dal fondo della paratia inclinata di $45^\circ + \varphi/2$ sull'orizzontale.

L'affondamento del tirante è stato prudenzialmente aumentato del 20% rispetto a quello calcolato geometricamente, come suggeriscono numerose raccomandazioni disponibili in bibliografia.

La lunghezza libera i tiranti è pari a:

$$L_{lib-stat} = (h_{PARATIA} - h_{TIRANTE}) \cdot \frac{\text{sen}\left(45 - \frac{\varphi}{2}\right)}{\text{sen}\left(45 + \frac{\varphi}{2} + \alpha\right)} \cdot 1.2$$

dove:

α = inclinazione del tirante sull'orizzontale;

$h_{PARATIA}$ = altezza della paratia;

$h_{TIRANTE}$ = quota del tirante rispetto alla testa della paratia;

φ = angolo d'attrito dei livelli in sito.

La normativa prevede un allungamento della lunghezza libera dei tiranti rispetto alla lunghezza calcolata in fase statica in funzione della sismicità ed in particolare dell'accelerazione sismica di progetto a_{max} . La seguente relazione è stata adottata per il calcolo della minima lunghezza libera dei tiranti, tenendo conto anche della fase sismica.

$$L_{lib-sism} = L_{lib-stat} \cdot \left(1 + 1.5 \cdot \frac{a_{max}}{g}\right)$$

Il calcolo quindi porge:

α	=	10 °	Angolo di inclinazione tiranti rispetto alla orizzontale
$h_{paratia}$	=	7.85 m	Altezza della paratia
$h_{tirante}$	=	3.85 m	Quota del tirante rispetto alla sommità della paratia
ϕ_{attr}	=	35 °	Angolo di attrito medio del terreno coinvolto
a_{max}/g	=	0.291 g	Accelerazione sismica di progetto

$L_{lib-stat} = 2.32 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante in condizione statica

$L_{lib-sism} = 3.34 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante in condizione sismica

$L_{lib-min} = 3.34 \text{ m}$ Lunghezza libera minima del tirante

$L_{lib-adopt} = 5.00 \text{ m}$ Lunghezza libera adottata del tirante

7.8.4 CALCOLO LUNGHEZZA DI FONDAZIONE

La lunghezza di ancoraggio della fondazione dei tiranti viene calcolata mediante due condizioni e assumendo quindi la lunghezza maggiore delle due.

Prima condizione:

La lunghezza di ancoraggio dei tiranti attivi è stata calcolata secondo la seguente formula:

$$T \cdot \gamma_{Ra,p} = \pi \cdot \varnothing_{perf} \cdot L_{fond} \cdot \tau_{ak} \cdot \alpha$$

in cui:

- T = tiro massimo del tirante;
- \varnothing_{perf} = diametro medio del bulbo;
- L_{fond} = lunghezza di ancoraggio;
- τ_{ak} = resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica;
- α = coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione in funzione del terreno e delle modalità esecutive del tirante.

	Simbolo (γ_R)	coefficiente parziale
temporanei	$\gamma_{Ra,t}$	1.1
definitivi	$\gamma_{Ra,p}$	1.2

Svolgendo il calcolo si ottiene:

T = 443.00 kN	Tiro massimo del tirante - Tiro resistente
$\gamma_{Ra,p}$ = 1.20	Coefficiente di resistenza del materiale
f_{perf} = 140 mm	Diametro di perforazione
τ_{ak} = 240.00 kN/m ²	Resistenza di attrito terreno-bulbo caratteristica (si veda di seguito)
α = 1.2	Coefficiente empirico di maggiorazione del diametro di perforazione (1÷1.5)

$L_{fond} = 4.20 \text{ m}$ Lunghezza minima fondazione tiranti

Seconda condizione:

Per quanto riguarda la seconda condizione, la lunghezza necessaria atta a garantire l'aderenza malta-armatura è data dalla relazione:

$$L_f = \frac{N}{(d \cdot \pi \cdot f_{bd})}$$

Dove d è la somma dei diametri dei trefoli disposti nel tirante, f_{bd} è la tensione di aderenza ultima della malta.

Per la valutazione della tensione di aderenza ultima della malta si fa riferimento al punto 8.4.2 dell'eurocodice 2.

Svolgendo il calcolo si ottiene:

N	=	443.00 kN
$n^{\circ} \text{trefoli}$	=	3
f_{trefoli}	=	15.2 mm
d	=	45.60 mm
f_{bd}	=	1.67 N/mm ²

L_{fond}	=	1.85 m
------------	---	---------------

La lunghezza massima tra le due condizioni di cui precedentemente è la minima lunghezza di fondazione da adottare per i tiranti:

$L_{fond-min}$	=	4.20 m
----------------	---	---------------

In conclusione si è adottata la lunghezza di fondazione pari a:

$L_{fond-adot}$	=	6.00 m
-----------------	---	---------------

Che comporta una portata massima del tirante (per fondazione) pari a:

T_{port}	=	633.02 kN
------------	---	------------------

7.8.5 RESISTENZA DELL'ACCIAIO

$f_{b(1)k}$	=	1671 N/mm ²
γ_M	=	1.15
f_{yd}	=	1453.42 N/mm²
N_{max}	=	443.00 kN
$n^{\circ} \text{trefoli}$	=	3
A_{trefolo}	=	140 mmq
A_{tirante}	=	420.00 mmq
f_{ys}	=	1054.76 N/mm²

TIRANTE VERIFICATO

N_{max}	=	610.43 kN
-----------	---	------------------

7.8.6 GERARCHIA DELLE RESISTENZE

Dalla N.T.C.2008 - Il Par.6.6.2. porge:

Nei tiranti il cui tratto libero è realizzato con trefoli di acciaio armonico, nel rispetto della gerarchia delle resistenze, si deve verificare che la resistenza caratteristica al limite di snervamento del tratto libero sia sempre maggiore della resistenza a sfilamento della fondazione dell'ancoraggio.

Calcolo resistenza caratteristica allo sfilamento di ciascun tirante:

$L_{fond\ adottata}$	=	6.00 m
f_{perf}	=	140.00 mm
τ_{ak}	=	240.00 kN/m²
R_{sfilam}	=	633.35 kN

Calcolo resistenza caratteristica a snervamento di ciascun tirante:

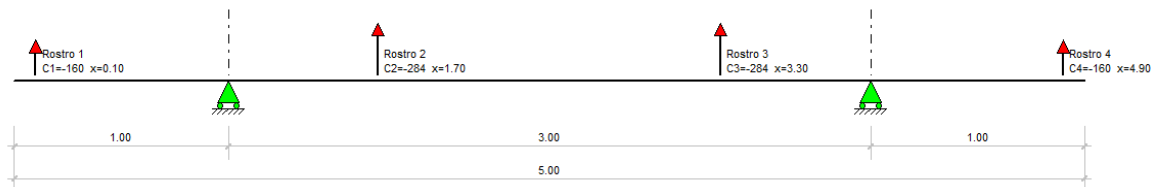
Tipo di tirante	=	Pr EN 10138 Y1860S7
F_{pk}	=	260 kN
$n^{\circ}trefoli$	=	3
$R_{snervam}$	=	672.00 kN

GERARCHIA DELLE RESISTENZE RISPETTATA

7.8.7 VERIFICA TRAVE DI CORREA

Il calcolo della massima azione sul tirante porgeva: $R_{max}=443kN$.

Il nuovo schema statico da considerare per il calcolo delle sollecitazioni sulle travi di correa è quello di trave su due appoggi (corrispondenti ai due tiranti) e due sbalzi laterali. La trave di correa è lunga 5m e i tiranti distano 3m l'uno dall'altro quindi i due sbalzi laterali sono di 1m ciascuno. I carichi agenti sono i quattro carichi concentrati provenienti dai rostri di collegamento tra correa e muro esistente necessari per non creare interferenza tra le corree e le armature del nuovo muro di risvolto. Il valore di tali carichi è calcolato in base al carico trasmesso dai tiranti (2 per ogni correa) e all'area di influenza.



I risultati ottenuti sono riportati nella tabella sottostante.

Tirante	Azione q sulla trave di correa (kN/m)
3T15	$443 \times 2 / 5m = 177.2kN/m$
Rostrì laterali	$177.2 \times 0.9m = 160kN$
Rostrì centrali	$177.2 \times 1.6m = 284kN$

Risolviendo la trave relativa allo schema sopra si ottiene:

$$M_{\max} = 144 \text{ kNm}$$

$$T_{\max} = 444 \text{ kN}$$

Poiché la trave di correa è costituita da 2 profilati accoppiati avremo per ogni HEB 220:

$$M = 72 \text{ kNm}$$

$$T = 222 \text{ kN}$$

Si riporta di seguito la verifica del profilato:

DATI GENERALI

Tipo di Acciaio:

S 355

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} =$	355 [N/mm ²]
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} =$	510 [N/mm ²]
Modulo elastico:	$E =$	210000 [N/mm ²]
Modulo di elasticità trasversale:	$G =$	80769 [N/mm ²]
Coefficiente di Poisson:	$\nu =$	0.3

Tipo di Verifica:

Elastica per sezioni di classe 1, 2 e 3.

Coefficienti di sicurezza:

Resistenza delle sezioni di Classe 1-2-3-4:	$\gamma_{M0} =$	1.05
Resistenza all'instabilità delle membrature:	$\gamma_{M1} =$	1.05
Resistenza giunzioni:	$\gamma_{M2} =$	1.25

Caratteristiche profilo

Tipo di profilo:

HEB

Profilo:

HE 220 B

Peso:	$g =$	71.5 [kg/m]
Altezza:	$h =$	220 [mm]
Larghezza	$b =$	220 [mm]
Spessore Anima:	$t_w =$	9.5 [mm]
Spessore Ali:	$t_f =$	16 [mm]
Raggio di raccordo Ali/Anima:	$r =$	18 [mm]
Area:	$A =$	91.0 [cm ²]
Momento d'inerzia asse y-y:	$J_y =$	8091.0 [cm ⁴]
Modulo di resistenza Elastico y-y:	$W_{el,y} =$	735.5 [cm ³]
Modulo di resistenza Plastico y-y:	$W_{pl,y} =$	827.0 [cm ³]
Raggio d'inerzia y-y:	$\rho_y =$	9.4 [cm]
Momento d'inerzia asse z-z:	$J_z =$	2843.0 [cm ⁴]
Modulo di resistenza Elastico z-z:	$W_{el,z} =$	258.5 [cm ³]

Modulo di resistenza Plastico z-z:	$W_{pl,z} =$	393.9 [cm ³]
Raggio d'inerzia z-z:	$\rho_z =$	5.6 [cm]
Momento d'inerzia torsionale:	$I_T =$	76.6 [cm ⁴]
Fattore d'ingobbamento:	$I_w =$	295400 [cm ⁶]

Classe Sezione: 1

$$\varepsilon = \sqrt{235 / f_{yk}} = 0.81$$

Ala:	$c = 87.25$	$t = 16$
Flessione Mz	$c/t \leq 9\varepsilon$	Classe: 1
Compressione	$c/t \leq 9\varepsilon$	Classe: 1
Anima:	$c = 152$	$t = 9.5$
Flessione My	$c/t \leq 72\varepsilon$	Classe: 1
Compressione	$c/t \leq 33\varepsilon$	Classe: 1

RESISTENZA DELLE MEMBRATURE

4.2.4.1.2 NTC

Sforzo normale di compressione:	$N_{Ed} =$	0.00 [kN]
Momento sollecitante y-y:	$M_{y,Ed} =$	72.00 [kNm]
Momento sollecitante z-z:	$M_{z,Ed} =$	0.00 [kNm]
Taglio sollecitante anima z-z:	$V_{z,Ed} =$	222.00 [kN]
Taglio sollecitante ali y-y:	$V_{y,Ed} =$	0.00 [kN]
Lunghezza libera di inflessione:	$l_0 =$	1 [m]

Taglio resistente in assenza di torsione:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}}$$

dove A_v è l'area resistente a taglio:

Profilati ad I o ad H nel piano dell'anima:

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2r) \cdot t_f = 2792.0 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Profilati ad I, ad H, a C o ad Unel piano delle ali:

$$A_v = 2 \cdot b \cdot t_f = 7040 \text{ [mm}^2\text{]}$$

Taglio sollecitante anima z-z:	$V_{z,Ed} =$	222.00 [kN]
Taglio sollecitante ali y-y:	$V_{y,Ed} =$	0.00 [kN]
Taglio Resistente z-z:	$V_{c,z,Rd} =$	545.00 [kN]
Taglio Resistente y-y:	$V_{c,y,Rd} =$	1374.20 [kN]

VERIFICA:

$$V_{z,Ed} \leq V_{z,Rd} \quad \text{OK}$$

$$V_{y,Ed} \leq V_{y,Rd} \quad \text{OK}$$

Coeff. Riduttivo in caso di flessione e taglio se $V_{Ed} \geq 0.5 V_{c,Rd}$:

anima $\rho = \left[\frac{2V_{Ed}}{V_{c,Rd}} - 1 \right]^2 = 1.00$

ali $\rho = 1.00$

Momento resistente con eventuale riduzione per taglio:

-			
Momento sollecitante y-y:	$M_{y,Ed} =$	72.00	[kNm]
Momento sollecitante z-z:	$M_{z,Ed} =$	0.00	[kNm]
Momento resistente Elastico y-y:	$M_{y,V,Rd} =$	248.67	[kNm]
Momento resistente Elastico z-z:	$M_{z,V,Rd} =$	87.40	[kNm]

VERIFICA:

$$M_{y,Ed} \leq M_{y,V,Rd} \quad \text{OK}$$

$$M_{z,Ed} \leq M_{z,V,Rd} \quad \text{OK}$$

Presso o tensoflessione biassiale con eventuale riduzione per taglio:

Sforzo normale sollecitante:	$N_{Ed} =$	0.00	[kN]
Sforzo normale resistente:	$N_{pl,Rd} =$	3078.02	[kN]

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} = 0.00$$

$$a = (A - 2 b t_f) / A = 0.23 \leq 0.5$$

$$M_{N,y,Rd} = M_{pl,y,Rd} (1-n) / (1-0.5 a) \leq M_{pl,y,Rd}$$

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \text{ per } n \leq a,$$

$$\text{o } M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \left[1 - \left(\frac{n-a}{1-a} \right)^2 \right] \text{ per } n > a,$$

Momento resistente ridotto y-y:	$M_{N,y,Rd} =$	248.67	[kNm]
Momento resistente ridotto z-z:	$M_{N,z,Rd} =$	87.40	[kNm]
Momento sollecitante y-y:	$M_{y,Ed} =$	72.00	[kNm]
Momento sollecitante z-z:	$M_{z,Ed} =$	0.00	[kNm]

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1.$$

$$0.290 + 0.000 = 0.29 \leq 1$$

OK

STABILITA' DELLE MEMBRATURE

4.2.4.1.3 NTC

Aste compresse:

$$N_{b,Rd} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_{yk}}{\gamma_{M1}}$$

Lunghezza libera di inflessione:

$$l_0 = 1000 \text{ [mm]}$$

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93.9 \cdot \varepsilon =$$

76.40

Asse debole:

Carico critico euleriano asse z-z:

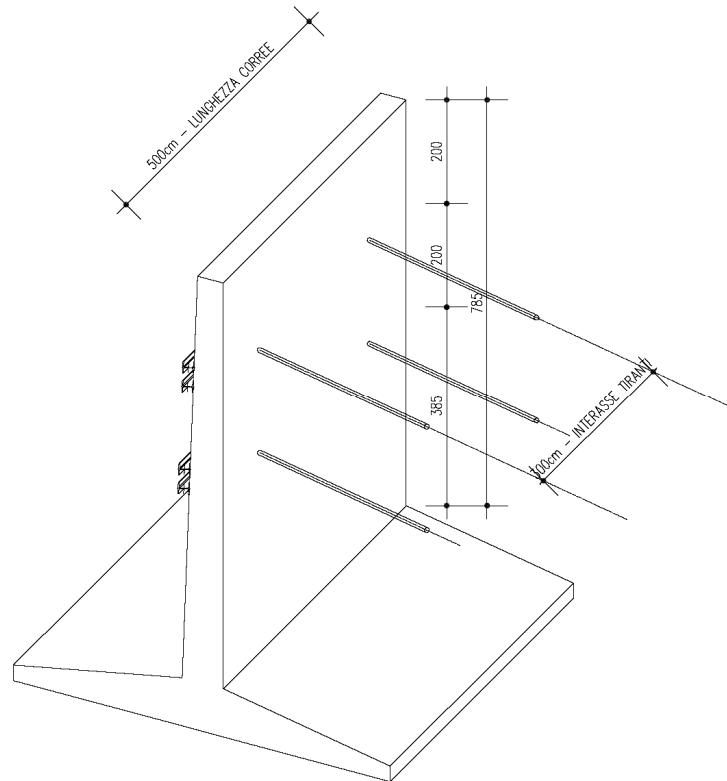
$$N_{cr,z} = 58946.08 \text{ [kN]}$$

$$N_{Ed}/N_{cr,z} = 0.00$$

NON SERVE VERIFICA AD INSTABILITA' ASTA COMPRESSA

7.8.8 RIASSUNTO PROGETTO TIRANTI

I tiranti a sostegno dei risvolti esistenti sono in numero di 4 a risvolto e disposti su due ordini nel modo schematizzato in figura:



Per il progetto si utilizzano tiranti aventi le seguenti caratteristiche:

Tipo ALGA:	Pr EN 10138	Y1860S7
F_{pk}		260 kN
f_{pk}		1860 N/mm ²
$F_{p(0.1)k}$		672 kN
$f_{p(0.1)k}$		1600 N/mm ²
$F_{p(1)k}$		234 kN
$f_{p(1)k}$		1671 N/mm ²
da:		3 trefoli
$\phi_{trefoli}$		15.20 mm
$A_{trefoli}$		140.00 mm ²
$L_{fondazione}$		6.00 m
L_{libera}		5.00 m
L_{TOTALE}		11.00 m
$\phi_{perforazione}$		140.00 mm
Trave di correa:		2HEB220

8 SOLLECITAZIONI E VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI – FASE TRANSITORIA

La fase transitoria considerata più critica è relativa alla fase 3, quando è stata realizzata e messa in esercizio la porzione di spalla della corsia a Sud (comprensivo di risvolto) ed è in fase di costruzione la porzione di spalla della via Nord.

Dalla progettazione si è evidenziato che l'incremento di sollecitazioni è significativo solo per la portanza dei pali (di risvolto e di spalla): essendo comunque le sollecitazioni relative le strutture della Spalla SA inferiori a quelle della Spalla SB, si rimanda al capitolo 8 della relazione BVRpe.090306 (sollecitazioni e verifiche degli elementi strutturali – fase transitoria).