

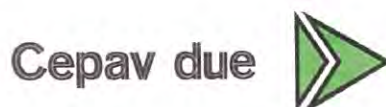
COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

LINEA A.V. /A.C. TORINO – VENEZIA Tratta MILANO – VERONA
Lotto funzionale Brescia-Verona

PROGETTO ESECUTIVO

IV34 – CAVALCAFERROVIA VIA GREZZE - PK 121+563,218
Relazione di calcolo pile

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE LAVORI
Consorzio Cepav due Consorzio Cepav due Il Direttore del Consorzio (Ing. T. Taranta) Data: <u>06 FEB 2019</u>	Valido per costruzione Data: _____

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA/DISCIPLINA	PROGR	REV
I N O R	1 1	E	E 2	C L	I V 3 4 A 4	0 0 1	A

PROGETTAZIONE						IL PROGETTISTA	
Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Data	
A	Emissione	Montecroci <i>Brescia Italia</i>	31/10/18	Piacentini <i>Luca Piacentini</i>	31/10/18	1/10/18	
B							
C							



CIG. 751447334A

File: INOR11EE2CLIV34A4001A_03.docx

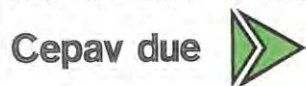


Progetto cofinanziato dalla Unione Europea

Stampato dal Service di plottaggio ITALFERR S.p.A. ALBA S.r.l.

CUP: F81H91000000008

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 2 di 129
---------	------------------	-------------	--	-----------	--------------------

INDICE

1	PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'OPERA	6
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
2.1	OPERE IN C.A. E STRUTTURE METALLICHE	9
2.2	NORMATIVA SPECIFICA PER I PONTI STRADALI	9
2.3	GEOTECNICA, FONDAZIONI E GEOLOGIA.....	10
2.4	ULTERIORI PRESCRIZIONI E SPECIFICHE TECNICHE DI RFI E ITALFERR.....	10
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	11
3.1	CALCESTRUZZO.....	11
3.2	ACCIAIO.....	12
3.2.1	Armatore per c.a. – Acciaio B 450 C.....	12
3.2.2	Carpenteria metallica – Classe S355.....	12
4	ELABORATI DI RIFERIMENTO	13
5	CRITERI DI CALCOLO.....	14
5.1	SPETTRO DI RIPOSTA E FATTORE DI STRUTTURA	14
5.2	CRITERI DI CALCOLO DELL'ELEVAZIONE.....	14
5.2.1	Azioni in condizioni di esercizio.....	14
5.2.2	Azioni sismiche.....	14
5.3	COMBINAZIONI DI CARICO.....	16
5.4	CRITERI DI CALCOLO DEL PLINTO	18
5.5	CRITERI DI CALCOLO DELLA PALIFICATA E DEI DIAFRAMMI.....	18
6	AZIONE SISMICA.....	19
6.1	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA	19
6.2	COMBINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	24
7	ANALISI DELLA PILA 1	25
7.1	DATI DI INPUT	25
7.1.1	Geometria della pila.....	25
7.1.2	Azioni trasmesse dall'impalcato.....	27



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 3 di 129
7.1.3	<i>Azioni accidentali da traffico veicolare</i>				28
7.1.4	<i>Azioni relative alla pila</i>				29
7.2	RISULTATI DELL'ANALISI				30
7.2.1	<i>Azioni elementari a base fusto</i>				30
7.2.2	<i>Combinazioni di carico a base fusto</i>				31
7.2.3	<i>Azioni elementari ad intradosso fondazione</i>				32
7.2.4	<i>Combinazioni di carico ad intradosso fondazione</i>				33
7.2.5	<i>Sollecitazioni sui pali</i>				35
7.2.5.1	<i>Sintesi sollecitazioni</i>				41
8	ANALISI DELLA PILA 2				42
8.1	DATI DI INPUT				42
8.1.1	<i>Geometria della pila</i>				42
8.1.2	<i>Azioni trasmesse dall'impalcato</i>				44
8.1.3	<i>Azioni accidentali da traffico veicolare</i>				45
8.1.4	<i>Azioni relative alla pila</i>				46
8.2	RISULTATI DELL'ANALISI				47
8.2.1	<i>Azioni elementari a base fusto</i>				47
8.2.2	<i>Combinazioni di carico a base fusto</i>				48
8.2.3	<i>Azioni elementari ad intradosso fondazione</i>				49
8.2.4	<i>Combinazioni di carico ad intradosso fondazione</i>				50
8.2.5	<i>Sollecitazioni sui pali</i>				52
8.2.5.1	<i>Sintesi sollecitazioni</i>				58
9	ANALISI DELLA PILA 3				59
9.1	DATI DI INPUT				59
9.1.1	<i>Geometria della pila</i>				59
9.1.2	<i>Azioni trasmesse dall'impalcato</i>				60
9.1.3	<i>Azioni accidentali da traffico veicolare</i>				61
9.1.4	<i>Azioni relative alla pila</i>				62
9.2	RISULTATI DELL'ANALISI				63

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR

GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 4 di 129
9.2.1	<i>Azioni elementari a base fusto</i>				63
9.2.2	<i>Combinazioni di carico a base fusto</i>				64
9.2.3	<i>Sollecitazioni sui diaframmi</i>				65
9.2.3.1	<i>Direzione trasversale</i>				65
9.2.3.2	<i>Direzione longitudinale</i>				71
9.2.3.3	<i>Sintesi sollecitazioni</i>				75
10	VERIFICHE STRUTTURALI				76
10.1	VERIFICHE DEL FUSTO PILE 1, 2 E 3				76
10.1.1	<i>Caratteristiche della sezione</i>				76
10.1.2	<i>Verifiche di resistenza allo S.L.U.</i>				77
10.1.2.1	<i>Pressoflessione</i>				77
10.1.2.2	<i>Taglio</i>				79
10.1.3	<i>Verifiche tensionali allo S.L.E.</i>				83
10.1.4	<i>Verifiche a fessurazione</i>				84
10.2	VERIFICHE DEL PLINTO IN RETTO				85
10.2.1	<i>Caratteristiche della sezione</i>				85
10.2.2	<i>Azioni sollecitanti</i>				86
10.2.3	<i>Verifiche di resistenza allo S.L.U.</i>				87
10.2.3.1	<i>Pressoflessione</i>				87
10.2.3.2	<i>Taglio</i>				89
10.2.4	<i>Verifiche tensionali allo S.L.E.</i>				90
10.2.5	<i>Verifiche a fessurazione</i>				91
10.3	VERIFICHE DEL PLINTO RUOTATO				94
10.3.1	<i>Caratteristiche della sezione</i>				94
10.3.2	<i>Azioni sollecitanti</i>				95
10.3.3	<i>Verifiche di resistenza allo S.L.U.</i>				96
10.3.3.1	<i>Pressoflessione</i>				96
10.3.3.2	<i>Taglio</i>				98
10.3.4	<i>Verifiche tensionali allo S.L.E.</i>				99
10.3.5	<i>Verifiche a fessurazione</i>				100
10.4	VERIFICHE RITEGNI				102



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 5 di 129
10.4.1					102
10.4.2					103
10.4.2.1					103
10.4.2.2					106
10.4.3					106
10.5					108
10.5.1					108
10.6					109
10.6.1					109
10.6.2					109
10.6.2.1					109
10.6.2.2					111
10.6.3					112
10.6.4					113
10.7					114
10.7.1					114
10.7.2					114
10.7.2.1					114
10.7.2.2					116
10.7.3					118
10.7.4					119
10.8					120
10.9					126
11					128



1 PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'OPERA

La presente relazione riguarda il cavalcavia denominato "Cavalcaferrovia via Grezze – IV34" che sovrappassa la futura linea AV/AC Milano-Verona in prossimità della progressiva 121+563,213.

In particolare, il presente documento riporta i calcoli di dimensionamento e verifica degli elementi strutturali costituenti le pile dell'opera in oggetto.

L'andamento planimetrico dell'opera è in rettilineo, la viabilità in progetto al di sopra del cavalcavia è una strada di tipo F2. La sezione trasversale dell'opera è costituita da una sede carrabile di 8.50m, e da due cordoli esterni di larghezza complessiva pari a 3.70m (1.85m ognuno).

Il cavalcavia, di lunghezza complessiva di 175.00m, è costituito da 4 campate con luci variabili da 35.00m a 55.00m.

L'impalcato è della tipologia mista "acciaio-calcestruzzo" costituito da 2 travi a "doppio T" in acciaio di altezza variabile e soletta in calcestruzzo armato gettato in opera di spessore variabile da 0.22m a 0.30m. Le due travi sono collegate in campata, sulle pile e sulle spalle da diaframmi a parete piena posti ad interasse di 5.00m.

Il sistema di vincolamento previsto per il cavalcavia è costituito da dispositivi di appoggio ed isolamento sismico in elastomero armato. Tali dispositivi, essendo caratterizzati da un ridotto valore della rigidità orizzontale, garantiscono un disaccoppiamento del moto orizzontale della struttura rispetto a quello del terreno ed una conseguente riduzione della risposta sismica della struttura; inoltre tali dispositivi sono dotati di una certa capacità dissipativa in funzione della miscela elastomerica utilizzata, indispensabile per minimizzare gli spostamenti della struttura isolata.

Le spalle dell'opera, realizzate in conglomerato cementizio armato, presentano un plinto di forma rettangolare attestato su una palificata di fondazione costituita da pali Ø1500 mm. Lo sviluppo dell'elevazione è costituito da un fusto, dal superiore paraghiaia e da idonei muri di risvolto e orecchie atti a gestire il retrostante corpo del rilevato.

Le pile sono a setto continuo in c.a, di spessore 1.20m e larghezza 8.20m. Le dimensioni in altezza sono determinate dall'andamento altimetrico del tracciato stradale e dallo spessore dell'impalcato.

Di seguito si riportano gli schemi delle geometrie dei fusti e dei plinti di fondazione.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
7 di 129

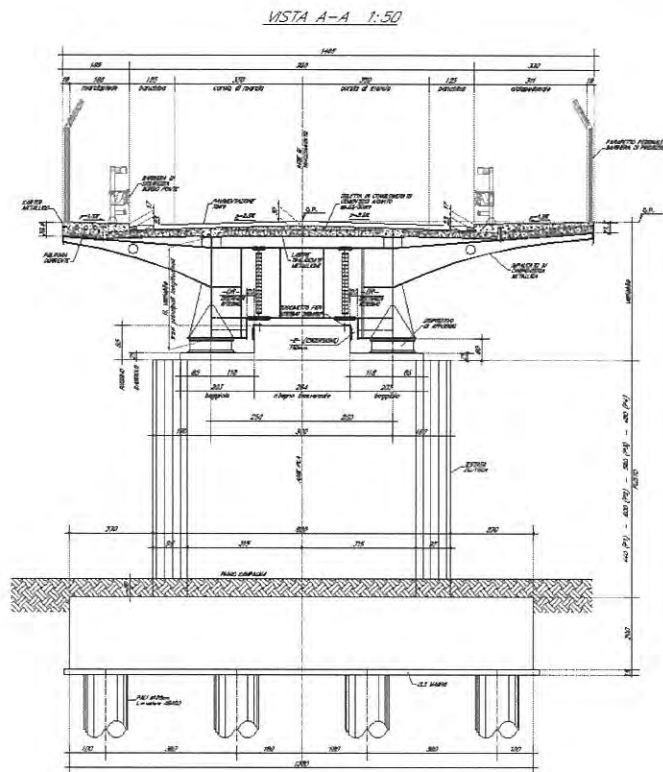


Figura 1-vista frontale pila

PIANTA FONDAZIONE E SPICCATO ELEVAZIONE 1:50
(n. P. PALLI Ø120cm)

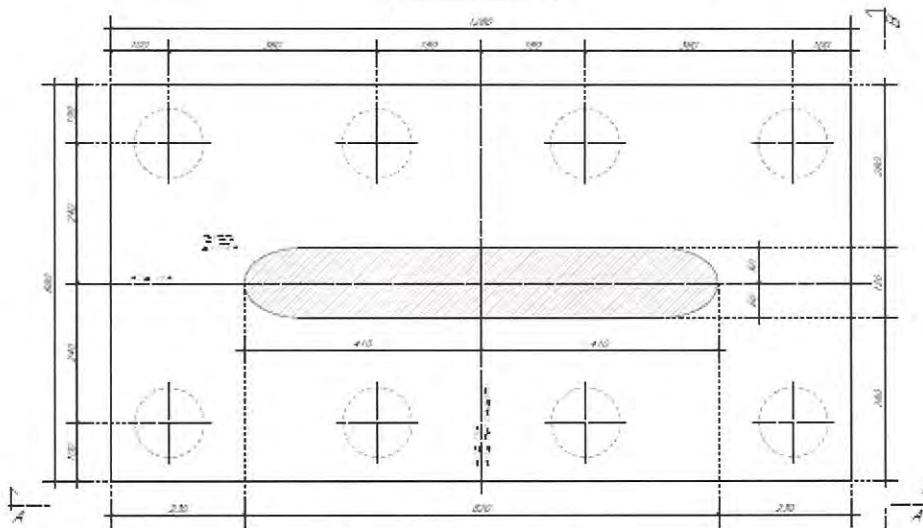


Figura 2-Pianta plinto

*PIANTA DIAFRAMMI DI FONDAZIONE
E SPICCATO ELEVAZIONE 1:50*

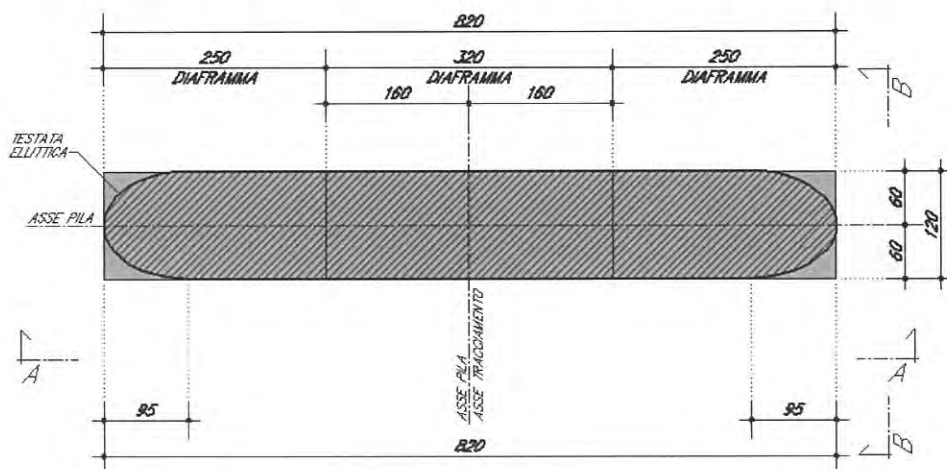


Figura 2-Pianta diaframmi

Nella tabella seguente si riporta il riepilogo delle caratteristiche geometriche del cavalcavia.

	L campata [m]	H fusto [m]	Tipo di fondazione
SpA	40.00	3.80	6 pali 1500
P1	45.00	5.40	8 pali 1200
P2	55.00	6.80	8 pali 1200
P3	35.00	4.90	diaframmi
SpB		3.00	6 pali 1500



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il progetto delle strutture e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore ed in particolare:

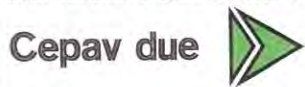
2.1 Opere in c.a. e strutture metalliche

- D. M. Min. II. TT. del 14 gennaio 2008 – Norme tecniche per le costruzioni;
- CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n.617 “Istruzione per l’applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008;
- UNI EN 1990 (Eurocodice 0) – Aprile 2006: “Criteri generali di progettazione strutturale”;
- UNI EN 1991-1-1 (Eurocodice 1) – Agosto 2004: “Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni in generale - Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici”;
- UNI EN 1991-1-4 (Eurocodice 1) – Luglio 2005: “Azioni sulle strutture – Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento”;
- UNI EN 1992-1-1 (Eurocodice 2) – Novembre 2005: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 1-1: “Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1993-1-1 (Eurocodice 3) – Agosto 2005: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”;
- UNI EN 1998-1 (Eurocodice 8) – Marzo 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali – Azioni sismiche e regole per gli edifici”;
- Linee guida sul calcestruzzo strutturale - Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - Servizio Tecnico Centrale;
- UNI EN 197-1:2011 – “Cemento: composizione, specificazioni e criteri di conformità per cementi comuni;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”, Istruzioni complementari per l’applicazione delle EN 206-1;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 1337 Novembre 2001 – “Appoggi Strutturali”.

2.2 Normativa specifica per i ponti stradali

- UNI EN 1991-2-1 (Eurocodice 1) – Marzo 2005: “Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti”;
- UNI EN 1992-2 (Eurocodice 2) – Gennaio 2006: “Progettazione delle strutture di calcestruzzo – Parte 2: Ponti in calcestruzzo - progettazione e dettagli costruttivi”;
- UNI EN 1993-2 (Eurocodice 3) – Gennaio 2007: “Progettazione delle strutture in acciaio – Parte 2: Ponti di acciaio”;
- UNI EN 1998-2 (Eurocodice 8) – Febbraio 2006: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Ponti”.

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
10 di 129

2.3 Geotecnica, fondazioni e geologia

- UNI EN 1997-1 (Eurocodice 7) – Febbraio 2005: “Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali”;
- UNI EN 1998-5 (Eurocodice 8) – Gennaio 2005: “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 2: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici”;
- UNI EN 1536:2010: “Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati”.

2.4 Ulteriori prescrizioni e specifiche tecniche di rfi e italferr

- RFI DTC SI PS MA IFS 001 A: “Manuale di progettazione delle opere civili – Parte II – Sezione 2: Ponti e strutture”.



3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

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

3.1 Calcestruzzo

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

Al fine di ottenere la prestazione richiesta in funzione delle condizioni ambientali, nonché per la definizione della relativa classe, si fa riferimento alle indicazioni contenute nelle Linee Guida sul calcestruzzo strutturale edite dal Servizio Tecnico Centrale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici ovvero alle norme UNI EN 206-1:2016 ed UNI 11104:2016.

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

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

La tolleranza di posizionamento delle armature "h", per le strutture gettate in opera, viene assunta pari ad 5 mm in quanto si prescrive che l'esecuzione sia sottoposta ad un sistema di assicurazione della qualità, nella quale siano incluse le misure dei copriferri.

Si utilizzano i seguenti tipi di calcestruzzo e copriferri minimi.

PARTE O ELEMENTO	Classe esposizione	Classe resistenza minima [MPa]	Ambiente	Copriferro minimo [mm]	Classe di resistenza adottata [MPa]
Cordoli laterali e marciapiedi	XC4 XD3 XF4	C 35/45	Molto Agg.	60	C 35/45
Soletta di impalcato	XC3	C 30/37	Ordinario	40	C 35/45
Baggioli e ritegni	XC4	C 32/40	Aggressivo	50	C 35/45
Elevazioni pile	XC4 XF1	C 32/40	Aggressivo	50	C 35/45
Elevazioni spalle	XC4 XF1	C 32/40	Aggressivo	50	C 32/40
Fondazioni pile e spalle	XC2	C 25/30	Ordinario	40	C 25/30
Pali e diaframmi di fondazione	XC2	C 25/30	Ordinario	60	C 25/30

Tabella 3.1 – Classi di cls e copriferri minimi

In conformità a quanto sopra, le caratteristiche meccaniche del calcestruzzo utilizzate nell'analisi/verifiche sono le seguenti:

Grandezza		u.m.	C25/30	C30/37	C32/40	C35/45
Resistenza caratteristica a compressione	f_{ck}	N/mm ²	25,00	30,00	32,00	35,00
Resistenza di progetto a compressione	f_{cd}	N/mm ²	14,17	17,00	18,13	19,83
Resistenza caratteristica a trazione	f_{ctk}	N/mm ²	1,80	2,00	2,12	2,25
Tensione di aderenza cls-armatura	f_{bd}	N/mm ²	2,70	3,00	3,18	3,37
Tensione massima di compressione (comb. rara)	σ_c	N/mm ²	15,00	18,00	19,20	21,00
Tensione massima di compressione (comb. q.p.)	σ_c	N/mm ²	11,25	13,50	14,40	15,75
Modulo elastico medio istantaneo	E_m	N/mm ²	31476	32836	33346	34077

Tabella 3.2 - Grandezze meccaniche relative al cls

3.2 Acciaio

3.2.1 Armature per c.a. – Acciaio B 450 C

Si utilizzano per le armature degli elementi in c.a. la seguente tipologia di acciaio:

Acciaio tipo: B450 C Saldabile controllato in stabilimento

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

Proprietà		Requisito
Limite di snervamento	f_y	≥ 450 MPa
Limite di rottura	f_t	≥ 540 MPa
Allungamento totale al carico massimo	A_{gt}	$\geq 7.5\%$
Rapporto	f_t/f_y	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto	$f_{y \text{ misurato}}/f_{y \text{ nom}}$	$\leq 1,25$

3.2.2 Carpenteria metallica – Classe S355

Si utilizzano per le strutture metalliche del viadotto i seguenti tipi di acciaio:

Elementi saldati di spessore fino a 40mm S355J2G3
 Elementi saldati di spessore superiore a 40mm S355K2G3
 Elementi non saldati S355JO

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

Resistenza di calcolo ($t < 40$ mm) $f_d = 355$ N/mm²
 Resistenza di calcolo ($t > 40$ mm) $f_d = 335$ N/mm²
 Modulo elastico $E_s = 210000$ N/mm²



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
13 di 129

4 ELABORATI DI RIFERIMENTO

IV00 – CAVALCAFERROVIA TIPOLOGICO

PRESCRIZIONI MATERIALI E NOTE GENERALI

STRADE CATEGORIA F2 CON PISTA CICLABILE – CARPENTERIA IMPALCATO – DETTAGLI

RITEGNI SISMICI – DETTAGLI E POSIZIONAMENTO CUSCINETTI

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – CONTROPIASTRE SUPERIORI PER DISPOSITIVI DI APPOGGIO

SCHEMA FISSAGGIO PER MONTAGGIO DISPOSITIVI DI APPOGGIO

SOLLEVAMENTO DEGLI IMPALCATI

ARMATURA BAGGIOLI E RITEGNI ANTISISMICI SU PILE. TIPO A

ARMATURA BAGGIOLI E RITEGNI ANTISISMICI SU PILE. TIPO B

INOR11EE24TV0000001

INOR11EE2BZIV00A5001

INOR11EE2BIV00A4001

INOR11EE2BZIV00A5004

INOR11EE2DZIV00A5001

INOR11EE2BCIV00A1001

INOR11EE2BCIV00A4001

INOR11EE2BCIV00A4002

IV34 – CAVALCAFERROVIA VIA GREZZE – PK 121+563,218

RELAZIONE TECNICA GENERALE CAVALCAFERROVIA

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA A

RELAZIONE DI CALCOLO SPALLA B

RELAZIONE DI CALCOLO PILE

RELAZIONE SUL COMPORTAMENTO SISMICO DELL'OPERA, APPOGGI, RITEGNI SISMICI E GIUNTI DI DILATAZIONE

RELAZIONE DI CALCOLO IMPALCATO

PIANTA FONDAZIONI E PIANTE IMPALCATO – tav. 1/2

PIANTA FONDAZIONI E PIANTE IMPALCATO – tav. 2/2

SEZIONE LONGITUDINALE, PROSPETTO LONGITUDINALE E SEZIONE TRASVERSALE – tav. 1/2

SEZIONE LONGITUDINALE, PROSPETTO LONGITUDINALE E SEZIONE TRASVERSALE – tav. 2/2

PIANTA TRACCIAMENTO SOTTOSTRUTTURE E PLINTI DI FONDAZIONE

PIANTA SCAM

CARPENTERIA SPALLA A

CARPENTERIA SPALLA B

CARPENTERIA PILA P1-P2

CARPENTERIA PILE P3

ARMATURA PALI DI FONDAZIONE SPALLE

ARMATURA PALI DI FONDAZIONE PILE

ARMATURA SPALLA A – TAV. 1/2

ARMATURA SPALLA A – TAV. 2/2

ARMATURA SPALLA B – TAV. 1/2

ARMATURA SPALLA B – TAV. 2/2

ARMATURA PLINTI DI FONDAZIONE PILE P1-P2

ARMATURA DIAFRAMMI DI FONDAZIONE PILA P3

ARMATURA FUSTO PILA P1

ARMATURA FUSTO PILA P2

ARMATURA FUSTO PILA P3

ARMATURA BAGGIOLI E RITEGNI ANTISISMICI SU SPALLE

DISPOSITIVI DI APPOGGIO E GIUNTI

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – DISEGNO D'ASSIEME – tav. 1/2

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – DISEGNO D'ASSIEME – tav. 2/2

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – tav. 1/3

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – tav. 2/3

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – TRAVERSI – tav. 3/3

CARPENTERIA METALLICA IMPALCATO – DETTAGLI

LASTRE TRALICCIATE IMPALCATO – tav. 1/2

LASTRE TRALICCIATE IMPALCATO – tav. 2/2

ARMATURA SOLETTA IMPALCATO – tav. 1/2

ARMATURA SOLETTA IMPALCATO – tav. 2/2

FASI COSTRUTTIVE

RELAZIONE GEOTECNICA

PROFILO STRATIGRAFICO

INOR11EE2R0IV34A0001

INOR11EE2CLIV34A6001

INOR11EE2CLIV34A6002

INOR11EE2CLIV34A4001

INOR11EE2CLIV34A0001

INOR11EE2CLIV34A5001

INOR11EE2P9IV34A0001

INOR11EE2P9IV34A0002

INOR11EE2P2IV34A0001

INOR11EE2P2IV34A0002

INOR11EE2P2IV34A3001

INOR11EE2P2IV34A1001

INOR11EE2BZIV34A6001

INOR11EE2BZIV34A6002

INOR11EE2BZIV34A4001

INOR11EE2BZIV34A4002

INOR11EE2BZIV34A3001

INOR11EE2BZIV34A3002

INOR11EE2BBIV34A6001

INOR11EE2BZIV34A6003

INOR11EE2BBIV34A6002

INOR11EE2BZIV34A6004

INOR11EE2BZIV34A3003

INOR11EE2BZIV34A3004

INOR11EE2BZIV34A4004

INOR11EE2BZIV34A4005

INOR11EE2BZIV34A4006

INOR11EE2BCIV34A6001

INOR11EE2BZIV34A5001

INOR11EE2BZIV34A5002

INOR11EE2BZIV34A5003

INOR11EE2BZIV34A5004

INOR11EE2BCIV34A5001

INOR11EE2BZIV34A5005

INOR11EE2BIV34A5001

INOR11EE2BZIV34A5006

INOR11EE2BZIV34A5007

INOR11EE2BCIV34A5002

INOR11EE2BZIV34A5008

INOR11EE2B8IV34A1001

INOR11EE2B8IV34A0001

INOR11EE2FZIV34A0001



5 CRITERI DI CALCOLO

Si riportano di seguito i principali criteri di calcolo assunti alla base delle analisi della pila.

Le sollecitazioni presentate nei capitoli che seguono sono calcolate rispetto un sistema di riferimento centrato nel baricentro dell'elemento strutturale trattato e con orientamento parallelo all'asse dell'opera. Si definisce quindi direzione longitudinale la direzione lungo l'asse dell'impalcato e direzione trasversale la direzione perpendicolare all'asse dell'impalcato. Nel caso di pile oblique, le azioni elementari sono calcolate rispetto un sistema di riferimento con orientamento parallelo all'asse longitudinale dell'opera e ruotate sulle direzioni principali dell'elemento strutturale in esame al momento della redazione delle combinazioni. Nel caso di opere con asse curvilineo, il sistema di riferimento baricentrico avrà orientamento parallelo alla tangente all'asse longitudinale dell'opera in corrispondenza della pila considerata.

Le possibili eccentricità impalcato-fusto e fusto-fondazione saranno tenute in conto nella determinazione delle azioni.

5.1 Spettro di risposta e fattore di struttura

In funzione della categoria del sottosuolo e dei parametri sismici del sito si determina lo spettro di risposta sismica in accordo con quanto espresso in NTC Par.3.2.3.

Noti i periodi in direzione longitudinale e in direzione trasversale, mediante lo spettro si ricavano le accelerazioni da applicare alle masse strutturali.

Il fattore di struttura q viene posto pari a:

$q = 1$ per il calcolo delle sollecitazioni a base fusto per la verifica a pressoflessione del fusto della pila;

$q = 1$ per il calcolo delle sollecitazioni a intradosso fondazione e sulla palificata.

Per quando riguarda lo spettro di risposta in direzione verticale si considera in via semplificativa e cautelativa il valore del plateau.

Il sisma agente in una direzione si combina con il 30% degli effetti del sisma agente nelle altre direzioni.

5.2 Criteri di calcolo dell'elevazione

5.2.1 Azioni in condizioni di esercizio

Nella presente relazione saranno calcolate le sollecitazioni derivanti dalle caratteristiche geometriche della pila mentre le azioni trasmesse dall'impalcato sono ricavate dalla "Relazione di calcolo apparecchi di appoggio e giunti di dilatazione". Tali azioni vengono riportate nel primo sotto paragrafo relativo ai dati di input di ciascuna pila calcolata.

Solo gli scarichi relativi ai carichi variabili da traffico sono esplicitati per tenere in conto configurazioni di carico che massimizzano alcuni elementi della pila che invece non risultano dimensionanti per gli altri elementi strutturali della pila (appoggi).

Verranno calcolati inoltre i pesi propri di tutti gli elementi costituenti la pila (pulsino, fusto, etc..), considerati ciascuno con la propria eccentricità relativa, e le azioni accidentali (vento, urto, etc...) agenti direttamente su ciascuna pila.

5.2.2 Azioni sismiche

Le pile sono trattate come elementi verticali schematizzabili a mensola.

Nota la geometria (altezza H , lunghezza L e spessore s per una pila a sezione rettangolare) la rigidezza è calcolata come la rigidezza K di una mensola incastrata alla base con una massa applicata in sommità sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale (k_{mensola}), si ha quindi:



in direzione longitudinale
e in direzione trasversale

$$k_l = \frac{3EJ_l}{H^3}$$

$$k_t = \frac{3EJ_t}{H^3}$$

Per la massa distribuita uniformemente sulla lunghezza della pila si ha invece:

in direzione longitudinale
e in direzione trasversale

$$k_l = \frac{(3.516)^2 EJ_l}{H^3}$$

$$k_t = \frac{(3.516)^2 EJ_t}{H^3}$$

In entrambi i casi vale la relazione

$$T_{long} \text{ o } T_{trasv} = \frac{2\pi}{\omega_1}$$

che correla il periodo con la pulsazione della struttura.

Si osserva che nell'analisi del comportamento sismico si considera il modulo elastico E ridotto al 50% per tenere in conto degli effetti della fessurazione, in accordo con quanto indicato nelle NTC.

Note la massa della pila e la massa dell'impalcato si definiscono i periodi della pila sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale.

Nel caso in esame di impalcato isolato mediante appoggi antisismici in elastomero armato, si calcola il periodo senza il contributo dell'impalcato (che deriva dalle azioni trasmesse) facendo riferimento al modello a massa distribuita e che vale:

$$T_{long} \text{ o } T_{trasv} = \frac{2\pi}{\omega_1} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_{cont}}} = 2\pi \sqrt{\frac{m_b}{k_{cont}}}$$

dove m_b è la massa della sola pila.

Nella presente relazione si considera in via cautelativa il valore del plateau anche in direzione orizzontale.

Al plinto di fondazione si applica invece un'accelerazione pari ad $a_g S$.

5.3 Combinazioni di carico

Si riporta di seguito l'elenco delle combinazioni di carico significative per l'analisi della pila e l'esplicitazione dei coefficienti di combinazione applicati ai singoli casi di carico.

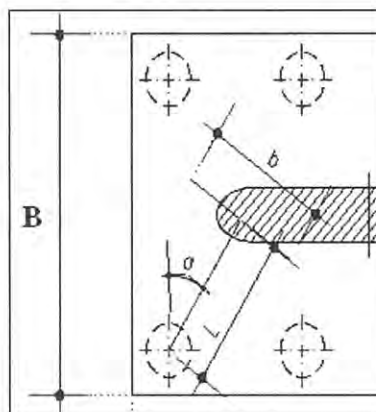
Casi di carico	
g1	Carichi strutturali
g2	Permanenti portati
q1	Accidentali
q3	Frenatura
q4	Centrifuga
q5	Vento
q6	Sisma
q7	Resistenze passive dei vincoli
q9	Urto di un veicolo
ε2	Effetti Reologici
ε3	Variazioni termiche
ε4	Cedimenti vincolari

Per quanto riguarda le azioni da traffico, l'attrito e i cedimenti, si prevedono n.2 sottocasi: il primo massimizza le azioni di compressione e il secondo le azioni di trazione.

5.4 Criteri di calcolo del plinto

Vista la conformazione geometrica del fusto, del plinto e della palificata di fondazione, il più probabile meccanismo di funzionamento statico del plinto è quello di lastra inflessa.

Il palo soggetto al massimo valore di sforzo normale di compressione risulta sempre quello in angolo per la concomitanza di flessione sulla palificata agente in direzione longitudinale e in direzione trasversale. La condizione di carico più gravosa per il plinto si ottiene dunque considerando il comportamento a mensola lungo la direzione congiungente il palo d'angolo più sollecitato con il fusto, come schematizzato nella figura seguente.



Per il calcolo delle sollecitazioni sul plinto si procede quindi nel modo seguente:

- Si calcola il valore del massimo momento flettente dovuto all'azione del palo d'angolo rispetto alla sezione d'incastro posta a 0.30m all'interno del fusto;
- Si considera agente sul palo il valore di sforzo normale relativo alle quattro diverse condizioni di verifica: sisma, stato limite ultimo, stato limite di esercizio e stato limite di fessurazione;
- A tale carico viene sottratto il contributo del peso proprio del plinto e del terreno di ricoprimento, supposti ripartiti uniformemente sui pali e responsabili di oneri trascurabili nei confronti delle armature del plinto stesso.

5.5 Criteri di calcolo della palificata e dei diaframmi

Per quanto riguarda i criteri di calcolo impiegati per le analisi, il dimensionamento e la determinazione della capacità portante delle palificate e dei diaframmi si rimanda alla specifica Relazione Geotecnica.



6 AZIONE SISMICA

6.1 Definizione dell'azione sismica

Per la definizione dell'azione sismica, occorre fissare la vita di riferimento dell'opera di (VR), a partire della vita nominale (VN) e la classe d'uso secondo la seguente relazione

$$V_R = V_N \cdot C_u$$

Nel caso specifico si ottiene:

Classe d'uso	III
C_u	1,5
V_N	100
V_R	150

I valori di probabilità di superamento del periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente e il periodo di ritorno T_R , espresso in anni, valgono:

Stato limite	P_{VR} (%)	T_R (anni)
SLC	5	2924
SLV	10	1424
SLD	63	151

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

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno su suolo di categoria A, 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);

I parametri spettrali per il calcolo dell'azione sismica vengono individuati sulla base del rischio sismico per la località considerata:

STATO LIMITE	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLD	0.098	2.471	0.257
SLV	0.235	2.459	0.283
SLC	0.286	2.414	0.291

Data l'ubicazione dell'opera, si assume la categoria topografica T1, mentre dalla relazione geotecnica si evince che può essere adottata la categoria di sottosuolo C. Si ottiene quindi (valido per SLV):

$$S_s = 1,353$$

$$S_t = 1,000$$

$$S = S_s \cdot S_t = 1,353$$



La risposta all'azione sismica viene calcolata separatamente per ciascuna delle componenti orizzontali, longitudinale e trasversale, e per quella verticale.

Per gli stati limite ultimi, ovvero di salvaguardia della vita e di collasso, lo spettro di progetto $S_d(T)$ da utilizzare, è lo spettro elastico, dove si sostituisce a η il valore $1/q$, in cui q è il fattore di struttura. Nel caso in esame di ponte isolato, si assume un fattore di struttura pari a 1.0, come ricavato dalla Tabella 7.9.I del D.M. del 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni).

In accordo con la norma NTC (par. 7.10.5.3.2) lo spettro elastico va ridotto per il campo di periodo $T \geq 0.8T_{is}$. Il periodo della struttura isolata T_{is} risulta pari a circa 1.40s (vedere risultati analisi modale) pertanto $0.8T_{is}$ è circa 1.40s.

Per periodi $T < T_{is}$ lo spettro corrisponde allo spettro descritto nel paragrafo "Azione sismica" con smorzamento pari al 5%; per periodi $T > T_{is}$ invece si assume per il coefficiente riduttivo η il valore corrispondente al coefficiente di smorzamento viscoso equivalente ξ_{esi} del sistema d'isolamento assunto pari a 15%.

Si riportano gli spettri di risposta orizzontali e verticali:

Spettro di risposta elastico – componente orizzontale

Lo spettro di risposta elastico della componente orizzontale è definito dalle seguenti espressioni:

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

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

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

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

in cui si ha:

$$\eta = 0.707$$

corrispondente a uno smorzamento ζ pari al 15%

$$T_C = C_C T_C^*$$

$$T_B = T_C / 3$$

$$T_D = 4,0 a_g / g + 1,6$$

Si riportano di seguito i diagrammi degli spettri per ciascuno degli Stati Limite indagati.

Spettro SLC Orizzontale

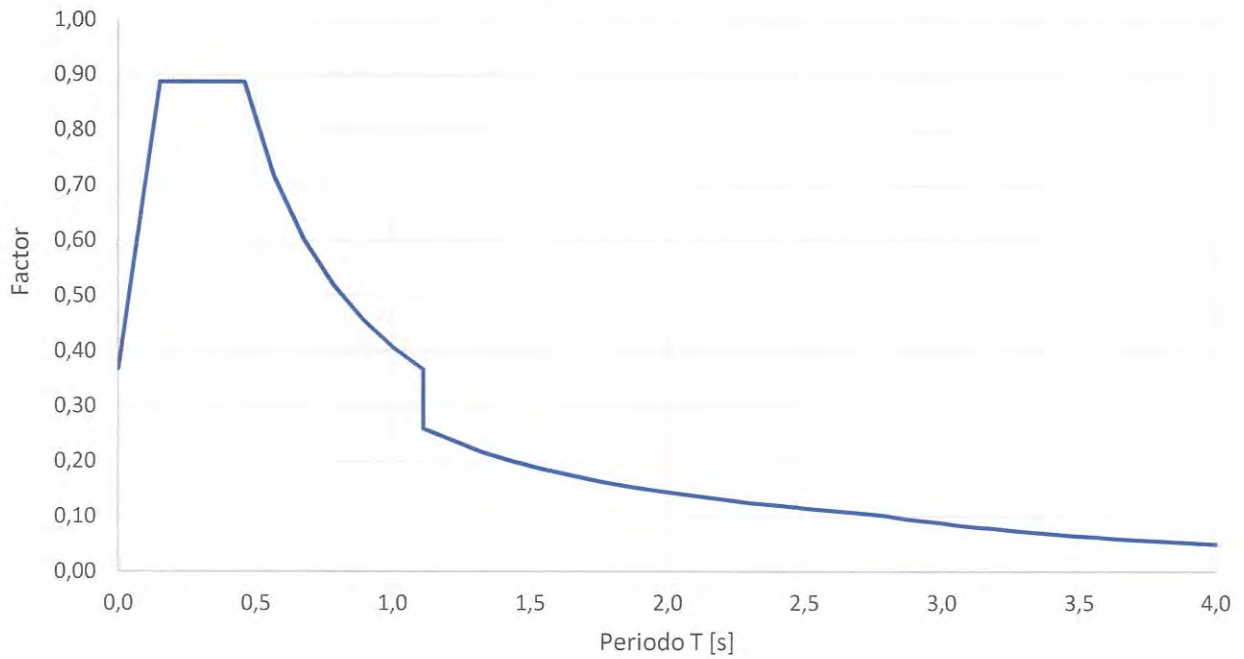


Figura 2 – Spettro orizzontale SLC

Spettro SLV Orizzontale

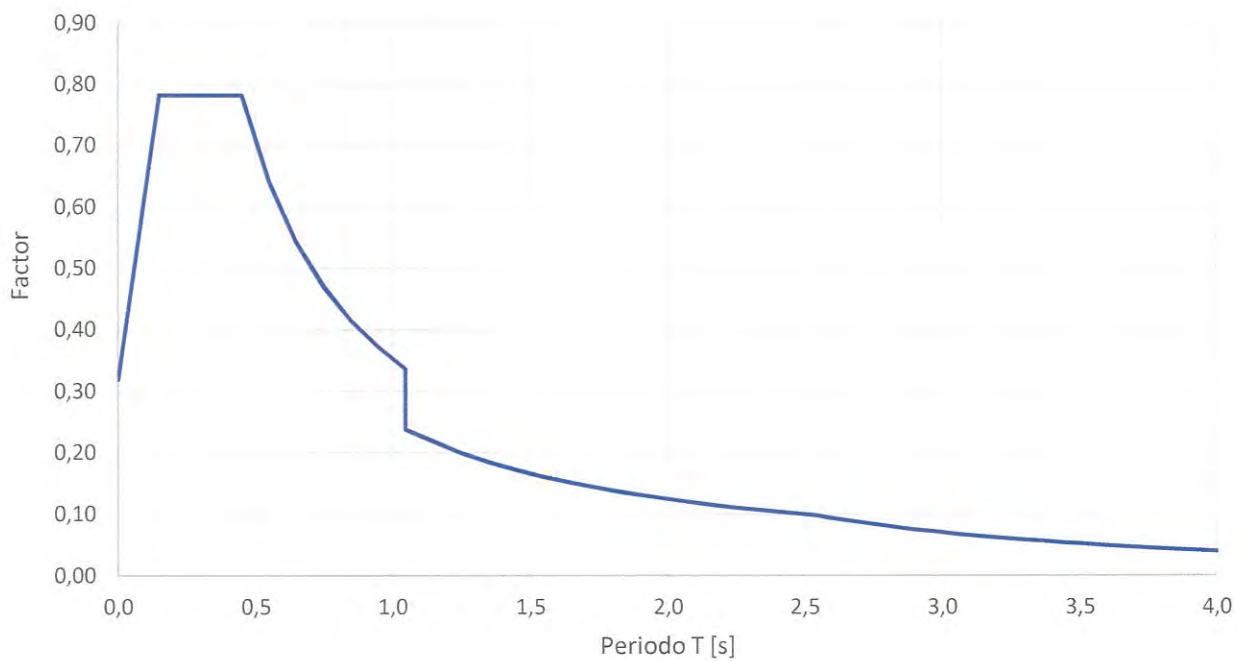


Figura 3 – Spettro orizzontale SLV

Spettro SLD Orizzontale

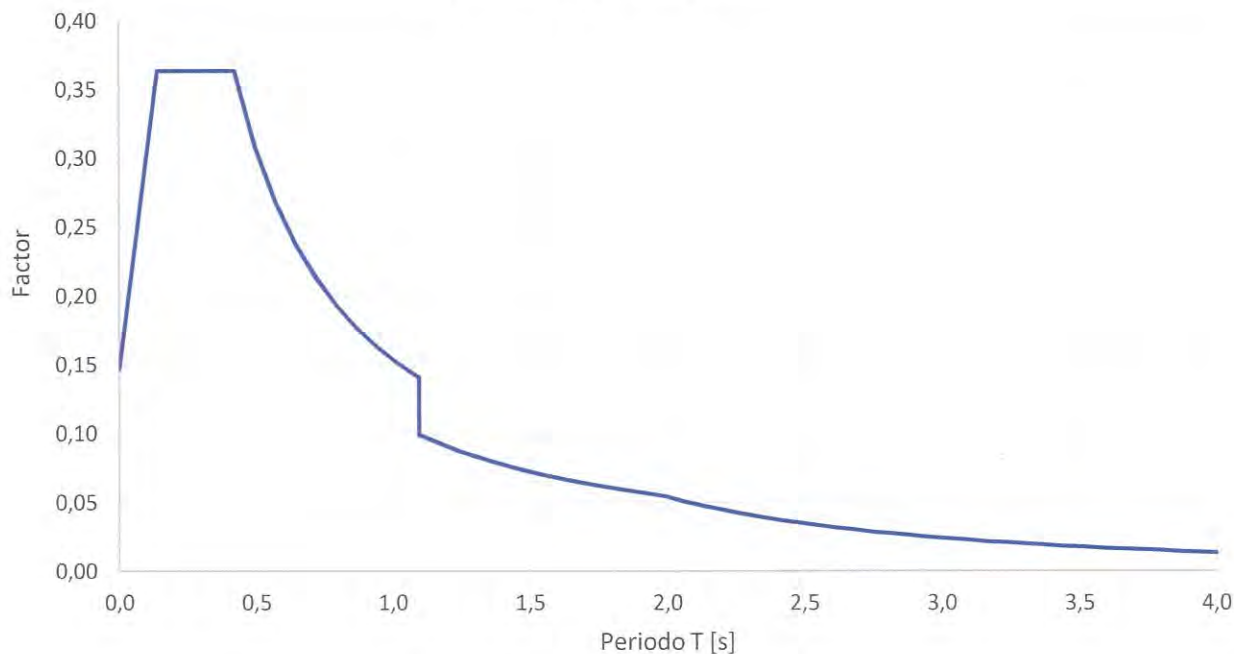


Figura 4 – Spettro orizzontale SLD

Spettro di risposta elastico – componente verticale

Lo spettro di risposta elastico della componente verticale è definito dalle seguenti espressioni:

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

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

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

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

in cui si ha:

$$F_V = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5}$$

$\eta=1$ corrispondente a uno smorzamento ζ pari al 5%

I valori di T_B , T_C e T_D sono riportati nella tabella 3.2.VII del D.M.08 e valgono:

$$T_B = 0,05 \text{ s}$$

$$T_C = 0,15 \text{ s}$$

$$T_D = 1,00 \text{ s}$$

Si riportano di seguito i diagrammi degli spettri per ciascuno degli Stati Limite indagati.

Spettro SLC Verticale

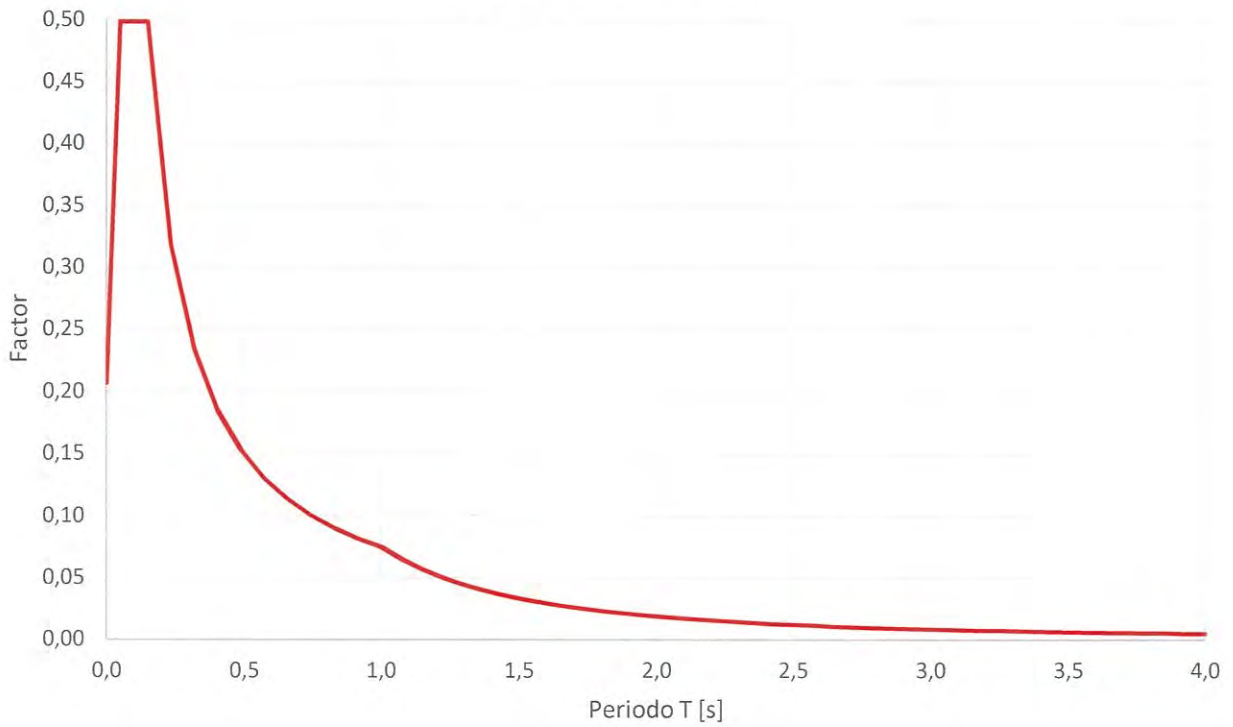


Figura 5 – Spettro verticale SLC

Spettro SLV Verticale

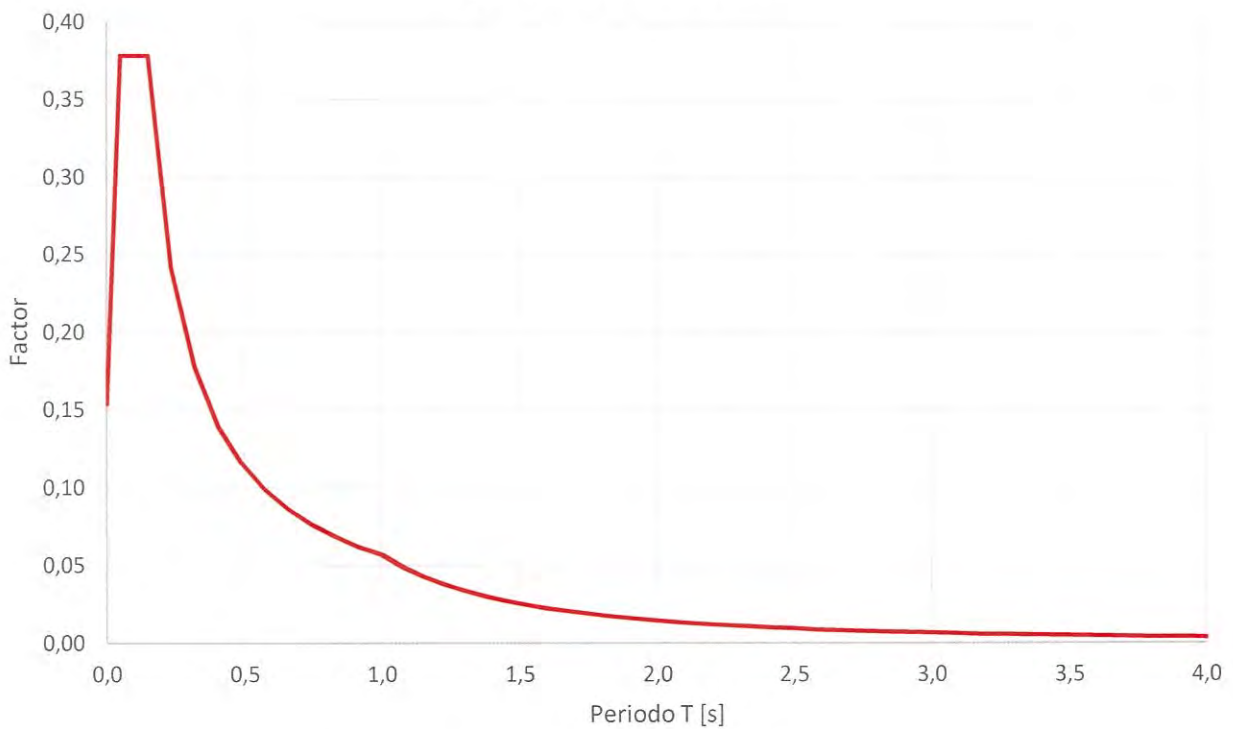


Figura 6 – Spettro verticale SLV

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
24 di 129

6.2 Combinazione dell'azione sismica

Poiché la risposta all'azione sismica viene calcolata separatamente per ciascuna delle tre componenti, gli effetti sulla struttura sono combinati successivamente applicando la seguente espressione:

$$1.00 \cdot E_x + 0.3 \cdot E_y + 0.3 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

Le combinazioni di carico, considerate ai fini delle verifiche, sono stabilite in modo da garantire la sicurezza in conformità a quanto prescritto al cap. 2 del sovracitato *D.M. 14/01/2008*.

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; nel caso in oggetto si assume per i carichi dovuti al transito dei mezzi $\psi_{2i} = 0$.



7 ANALISI DELLA PILA 1

Si riportano le caratteristiche della pila in esame.

7.1 Dati di input

7.1.1 Geometria della pila

Si riportano nella tabella che segue le caratteristiche geometriche di elevazione e fondazione della pila.

DATI RELATIVI ALL'ELEVAZIONE

Altezza fusto	5.40 m
Altezza pulvino	0.00 m
Altezza baggioli	0.30 m
Area della sezione del fusto	9.35 m ²
Area della sezione del pulvino	0.00 m ²
Area della sezione del baggiolo	3.30 m ²
Numero di baggioli	2.00
Eccentricità asse fusto/asse palificata	0.00 m

DATI RELATIVI ALLA PLATEA DI FONDAZIONE

Lunghezza platea	6.80 m
Larghezza platea	12.80 m
Spessore platea	2.00 m

DATI RELATIVI AL TERRENO

Peso specifico del terreno di ricoprimento	19.00 kN/m ³
Altezza del terreno di ricoprimento	0.80 m

DATI RELATIVI ALLA PALIFICATA DI FONDAZIONE

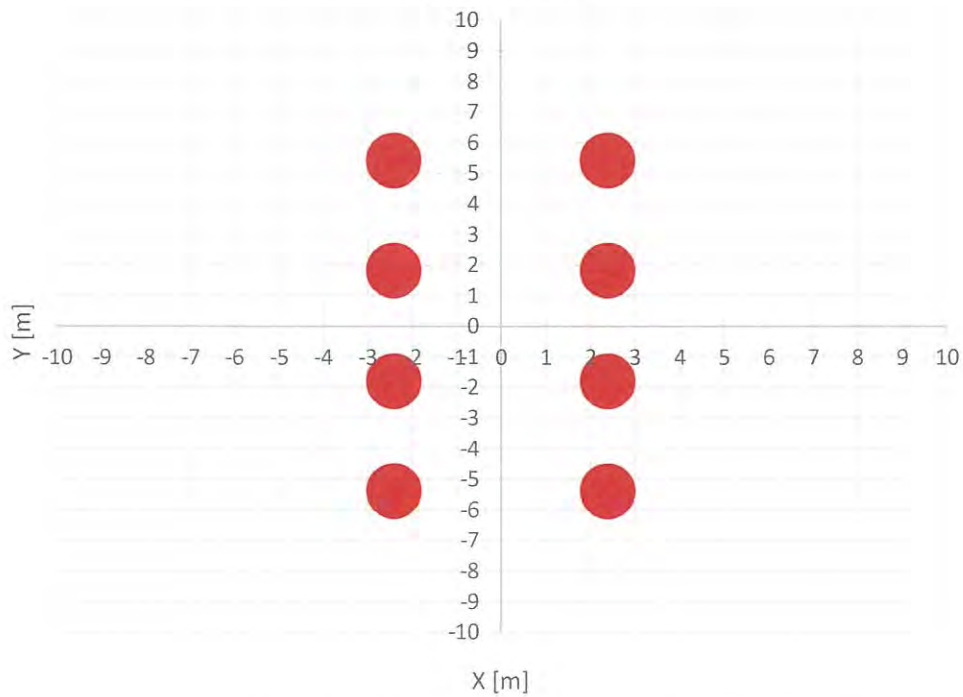
Numero pali	8.00
Diametro pali	1200.00 mm
Modulo di resistenza longitudinale palo più sollecitato	19.20 m ³
Modulo di resistenza trasversale palo più sollecitato	24.00 m ³



Si riassume in tabella la disposizione planimetrica dei pali e nella figura che segue si rappresenta schematicamente la geometria della palificata.

n°palo	x(m)	y(m)
1	-2.4	5.4
2	-2.4	1.8
3	-2.4	-1.8
4	-2.4	-5.4
5	2.4	5.4
6	2.4	1.8
7	2.4	-1.8
8	2.4	-5.4

PALIFICATA





7.1.2 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni calcolate nella Relazione di calcolo apparecchi di appoggio e trasmesse alla pila in esame sono riportate nella tabella che segue.

	CONDIZIONE ELEMENTARE		N(kN)	Mt(kNm)	Tl(kN)	Tt(kN)	Afferenza (m)
CARICHI ELEMENTARI STATICI	Peso permanente	g	6954,00	-	-	-	-
	Cedimento (max compressione)	ϵ_4	78,00	-	-	-	-
	Cedimento (max trazione)	ϵ_4	-86,00	-	-	-	-
	Carichi accidentali	q_1	-	-	-	-	51,00
	Frenatura	q_3	-	-	193,00	-	-
	Azione centrifuga	q_4	-	-	-	-	-
	Vento su impalcato	q_5	-	2218,00	-	650,00	-
	Azione termica	q_7	-	-	358,00	-	-
CARICHI ELEMENTARI SISMICI	E 1 (massimo sisma longitudinale)	q_6	-	697,50	1014,00	317,10	-
	E 2 (massimo sisma trasversale)	q_6	-	2325,00	304,20	1057,00	-
	E 3 (massimo sisma verticale)	q_6	2574,00	-	-	-	-



7.1.3 Azioni accidentali da traffico veicolare

Si calcolano le azioni da traffico veicolare non considerate nella Relazione di calcolo apparecchi di appoggio che possono risultare dimensionanti nella verifica degli elementi della pila.

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo numero 2, definito come il cordolo di larghezza minore. Il numero di colonne di carico prese in considerazione è quello che determina le condizioni più sfavorevoli per la fondazione. Nello specifico, verranno analizzate diverse configurazioni di colonne a partire dal numero massimo possibile sulla sezione trasversale fino alla singola colonna, in modo da valutare sia le massime azioni in compressione sia quelle in trazione.

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le reazioni delle varie colonne di carico con le rispettive eccentricità (l'eccentricità è calcolata rispetto al baricentro della sezione trasversale della soletta, intesa come somma della larghezza della carreggiata e dei due cordoli) sia per la massima compressione (ottenuta tramite due colonne di carico e la folla agente sul cordolo) sia per la massima trazione (una colonna di carico e la folla agente sul cordolo).

Disposizione delle colonne di carico per la massima compressione:

Reazione 1° colonna di carico	1977.00 kN
Eccentricità 1° colonna di carico	2.75 m
Reazione 2° colonna di carico	782.50 kN
Eccentricità 2° colonna di carico	-0.25 m
Reazione folla su cordolo 2	235.88 kN
Eccentricità folla su cordolo 2	5.18 m

Disposizione delle colonne di carico per la massima trazione:

Reazione 1° colonna di carico	1977.00 kN
Eccentricità 1° colonna di carico	2.75 m
Reazione folla su cordolo 2	235.88 kN
Eccentricità folla su cordolo 2	5.18 m



7.1.4 Azioni relative alla pila

Si riportano di seguito le azioni trasmesse dalla pila.

Azioni relative all'elevazione

Peso proprio fusto	kN	1262.25
Peso proprio pulvino+baggioli	kN	49.50
Peso proprio totale elevazione	kN	1311.75

Eccentricità asse fusto/asse palificata	m	0
---	---	---

Azioni relative alla platea di fondazione

Peso proprio della platea	kN	4352.00
Peso del terreno di ricoprimento	kN	1180.89
Peso totale fondazione	kN	5532.89

Azione del vento

Superficie pila investita del vento spirante in direzione trasversale	m ²	6.48
Spinta relativa	kN	16.20
applicata a quota da base fusto	m	2.70

Urto veicolo in svio

Azione urto longitudinale	kN	0.00
Azione urto trasversale	kN	0.00
applicata a quota da base fusto	m	0.00

Azione sismica pila

Azione sisma longitudinale	kN	1025.59
Azione sisma trasversale	kN	1025.59
applicata a quota da base fusto	m	2.80
Azione sisma verticale positiva	kN	201.74
Azione sisma verticale negativa	kN	-201.74

Azione sismica plinto

Azione sisma longitudinale	kN	1383.74
Azione sisma trasversale	kN	1383.74
applicata a quota da intradosso fondazione	m	1.00
Azione sisma verticale positiva	kN	850.92
Azione sisma verticale negativa	kN	-850.92

7.2 Risultati dell'analisi

7.2.1 Azioni elementari a base fusto

Vengono di seguito riportate le azioni elementari (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) che si hanno in tutte le condizioni di carico previste dalla normativa al piede del fusto della pila.

CONDIZIONE ELEMENTARE		N (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)	TI (kN)	Tt (kN)
PILA						
Peso proprio elevazione pila	g	1311.75	-	-	-	-
Vento su pila	q5	-	-	43.74	-	16.20
Urto di veicoli in svio	q9	-	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni sismiche long. Pila	q6l	-	2873.60	-	1025.59	-
Azioni sismiche trasv. pila	q6t	-	-	2873.60	-	1025.59
Azioni sismiche vert. Pos. Pila	q6v	201.74	-	-	-	-
Azioni sismiche vert. Neg. Pila	q6v	-201.74	-	-	-	-
IMPALCATO						
Peso permanente	g	6954.00	-	0.00	-	-
Traffico (Max compressione)	q1	2995.38	-	6461.78	-	-
Traffico (max trazione)	q1	2212.88	-	6657.40	-	-
Vento su impalcato	q5	-	-	5923.00	-	650.00
Azione centrifuga	q4	-	-	0.00	-	0.00
Cedimento (Compressione)	e4	78.00	-	0.00	-	-
Cedimento (Trazione)	e4	-86.00	-	-	-	-
Azione termica	e3	-	2040.60	-	358.00	-
Frenatura	q3	-	1100.10	-	193.00	-
Ritiro	e2	-	0.00	-	0.00	-
Azione di attrito	q7	-	0.00	-	0.00	-
Azione sismica orizzontale longitudinale	q6l	-	5779.80	2504.97	1014.00	317.10
Azione sismica orizzontale trasversale	q6t	-	1733.94	8349.90	304.20	1057.00
Azione sismica verticale pos.	q6v	2574.00	-	-	-	-
Azione sismica verticale neg.	q6v	-2574.00	-	-	-	-



7.2.2 Combinazioni di carico a base fusto

Vengono di seguito riportate le sollecitazioni (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) in tutte le combinazioni di carico previste dalla normativa: agli Stati Limite di Esercizio, agli Stati Limite Ultimi e in combinazione sismica.

Combinazione di carico	N (kN)	Ml (kNm)	Mt (kNm)	Tl (kN)	Tt (kN)
SLU 1a	10420.29	1469.23	15690.73	257.76	999.30
SLU 1b	14269.58	1469.23	15492.66	257.76	999.30
SLU 2a	11167.13	1469.23	14357.56	257.76	599.58
SLU 2b	15280.52	1469.23	14093.47	257.76	599.58
SLU 3a	10420.29	2954.37	12110.69	518.31	599.58
SLU 3b	14269.58	2954.37	11912.62	518.31	599.58
SLU 4a	10420.29	1469.23	12110.69	257.76	599.58
SLU 4b	14269.58	1469.23	11912.62	257.76	599.58
SLU 5a	10403.09	2448.72	12110.69	429.60	599.58
SLU 5b	14285.18	2448.72	11912.62	429.60	599.58
SLE RARA 1a	10590.28	1224.36	10813.07	214.80	666.20
SLE RARA 1b	9839.41	1224.36	10959.79	214.80	666.20
SLE RARA 2a	11339.13	1224.36	10041.82	214.80	399.72
SLE RARA 2b	10392.63	1224.36	10237.45	214.80	399.72
SLE RARA 3a	10590.28	2324.46	8426.38	407.80	399.72
SLE RARA 3b	9839.41	2324.46	8573.10	407.80	399.72
SLE RARA 4a	10590.28	1224.36	8426.38	214.80	399.72
SLE RARA 4b	9839.41	1224.36	8573.10	214.80	399.72
SLE RARA 5a	10590.28	2040.60	8426.38	358.00	399.72
SLE RARA 5b	9839.41	2040.60	8573.10	358.00	399.72
SLE FREQ 1a	10590.28	1020.30	4846.33	179.00	0.00
SLE FREQ 1b	10426.28	1020.30	4846.33	179.00	0.00
SLE FREQ 1c	10003.41	1020.30	4993.05	179.00	0.00
SLE FREQ 1d	9839.41	1020.30	4993.05	179.00	0.00
SLE FREQ 2a	8343.75	1224.36	0.00	214.80	0.00
SLE FREQ 2b	8179.75	1224.36	0.00	214.80	0.00
SLE QP 1	8343.75	1020.30	0.00	179.00	0.00
SLE QP 2	8179.75	1020.30	0.00	179.00	0.00
SLV 1a	9176.47	9673.70	3367.05	2218.59	624.78
SLV 1b	9012.47	9673.70	3367.05	2218.59	624.78
SLV 1c	7511.03	9673.70	3367.05	2218.59	624.78
SLV 1d	7347.03	9673.70	3367.05	2218.59	624.78
SLV 2a	9176.47	3616.32	11223.50	790.88	2082.59

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 32 di 129
---------	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

SLV 2b	9012.47	3616.32	11223.50	790.88	2082.59
SLV 2c	7511.03	3616.32	11223.50	790.88	2082.59
SLV 2d	7347.03	3616.32	11223.50	790.88	2082.59
SLV 3a	11119.49	7662.18	3367.05	1500.68	624.78
SLV 3b	10955.49	7662.18	3367.05	1500.68	624.78
SLV 3c	5568.01	7662.18	3367.05	1500.68	624.78
SLV 3d	5404.01	7662.18	3367.05	1500.68	624.78
SLV 4a	11119.49	3616.32	9211.98	790.88	1364.68
SLV 4b	10955.49	3616.32	9211.98	790.88	1364.68
SLV 4c	5568.01	3616.32	9211.98	790.88	1364.68
SLV 4d	5404.01	3616.32	9211.98	790.88	1364.68
E 1	8343.75	1020.30	0.00	179.00	0.00
E 2	8179.75	1020.30	0.00	179.00	0.00
E 3	8343.75	1020.30	0.00	179.00	0.00
E 4	8179.75	1020.30	0.00	179.00	0.00

7.2.3 Azioni elementari ad intradosso fondazione

Vengono di seguito riportate le azioni elementari (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) che si hanno in tutte le condizioni di carico previste dalla normativa ad intradosso fondazione.

CONDIZIONE ELEMENTARE		N (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)	TI (kN)	Tt (kN)
PILA						
Peso proprio elevazione pila	g	1311.75	-	0.00	-	-
Peso fondazione (platea + terreno)	g	5532.89	-	-	-	-
Vento su pila	q5	-	-	76.14	-	16.20
Urto di veicoli in svio	q9	-	0.00	0.00	0.00	0.00
Azioni sismiche long. Pila	q6l	-	4924.78	-	1025.59	-
Azioni sismiche trasv. pila	q6t	-	-	4924.78	-	1025.59
Azioni sismiche vert. Pos. Pila	q6v	201.74	-	-	-	-
Azioni sismiche vert. Neg. Pila	q6v	-201.74	-	-	-	-
Azioni sismiche long. Plinto	q6l	-	1383.74	-	1383.74	-
Azioni sismiche trasv. Plinto	q6t	-	-	1383.74	-	1383.74
Azioni sismiche vert. Pos. Plinto	q6v	850.92	-	-	-	-
Azioni sismiche vert. Neg. Plinto	q6v	-850.92	-	-	-	-
IMPALCATO						
Peso permanente	g	6954.00	-	0.00	-	-
Traffico (Max compressione)	q1	2995.38	-	6461.78	-	-
Traffico (max trazione)	q1	2212.88	-	6657.40	-	-
Vento su impalcato	q5	-	-	7223.00	-	650.00



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
33 di 129

Azione centrifuga	q ⁴	-	-	0.00	-	0.00
Cedimento (Compressione)	ε ⁴	78.00	-	0.00	-	-
Cedimento (Trazione)	ε ⁴	-86.00	-	-	-	-
Azione termica	ε ³	-	2756.60	-	358.00	-
Frenatura	q ³	-	1486.10	-	193.00	-
Ritiro	ε ²	-	0.00	-	0.00	-
Azione di attrito	q ⁷	-	0.00	-	0.00	-
Azione sismica orizzontale longitudinale	q ^{6l}	-	7807.80	3139.17	1014.00	317.10
Azione sismica orizzontale trasversale	q ^{6t}	-	2342.34	10463.90	304.20	1057.00
Azione sismica verticale pos.	q ^{6v}	2574.00	-	-	-	-
Azione sismica verticale neg.	q ^{6v}	-2574.00	-	-	-	-

7.2.4 Combinazioni di carico ad intradosso fondazione

Vengono di seguito riportate le sollecitazioni (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) in tutte le combinazioni di carico previste dalla normativa: agli Stati Limite di Esercizio, agli Stati Limite Ultimi e in combinazione sismica.

Combinazione di carico	N (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)	Tl (kN)	Tt (kN)
SLU 1a	15953.17	1984.75	17689.33	257.76	999.30
SLU 1b	21738.98	1984.75	17491.26	257.76	999.30
SLU 2a	16700.02	1984.75	15556.72	257.76	599.58
SLU 2b	22749.92	1984.75	15292.63	257.76	599.58
SLU 3a	15953.17	3990.99	13309.85	518.31	599.58
SLU 3b	21738.98	3990.99	13111.78	518.31	599.58
SLU 4a	15953.17	1984.75	13309.85	257.76	599.58
SLU 4b	21738.98	1984.75	13111.78	257.76	599.58
SLU 5a	15935.97	3307.92	13309.85	429.60	599.58
SLU 5b	21754.58	3307.92	13111.78	429.60	599.58
SLE RARA 1a	16123.17	1653.96	12145.47	214.80	666.20
SLE RARA 1b	15372.29	1653.96	12292.19	214.80	666.20
SLE RARA 2a	16872.01	1653.96	10841.26	214.80	399.72
SLE RARA 2b	15925.51	1653.96	11036.89	214.80	399.72
SLE RARA 3a	16123.17	3140.06	9225.82	407.80	399.72
SLE RARA 3b	15372.29	3140.06	9372.54	407.80	399.72
SLE RARA 4a	16123.17	1653.96	9225.82	214.80	399.72
SLE RARA 4b	15372.29	1653.96	9372.54	214.80	399.72
SLE RARA 5a	16123.17	2756.60	9225.82	358.00	399.72
SLE RARA 5b	15372.29	2756.60	9372.54	358.00	399.72
SLE FREQ 1a	16123.17	1378.30	4846.33	179.00	0.00

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
34 di 129

SLE FREQ 1b	15959.17	1378.30	4846.33	179.00	0.00
SLE FREQ 1c	15536.29	1378.30	4993.05	179.00	0.00
SLE FREQ 1d	15372.29	1378.30	4993.05	179.00	0.00
SLE FREQ 2a	13876.64	1653.96	0.00	214.80	0.00
SLE FREQ 2b	13712.64	1653.96	0.00	214.80	0.00
SLE QP 1	13876.64	1378.30	0.00	179.00	0.00
SLE QP 2	13712.64	1378.30	0.00	179.00	0.00
SLV 1a	14964.63	15494.62	5031.73	3602.33	1039.90
SLV 1b	14800.63	15494.62	5031.73	3602.33	1039.90
SLV 1c	12788.64	15494.62	5031.73	3602.33	1039.90
SLV 1d	12624.64	15494.62	5031.73	3602.33	1039.90
SLV 2a	14964.63	5613.20	16772.42	1206.00	3466.33
SLV 2b	14800.63	5613.20	16772.42	1206.00	3466.33
SLV 2c	12788.64	5613.20	16772.42	1206.00	3466.33
SLV 2d	12624.64	5613.20	16772.42	1206.00	3466.33
SLV 3a	17503.29	11078.66	5031.73	1915.80	1039.90
SLV 3b	17339.29	11078.66	5031.73	1915.80	1039.90
SLV 3c	10249.98	11078.66	5031.73	1915.80	1039.90
SLV 3d	10085.98	11078.66	5031.73	1915.80	1039.90
SLV 4a	17503.29	5613.20	12356.46	1206.00	1779.80
SLV 4b	17339.29	5613.20	12356.46	1206.00	1779.80
SLV 4c	10249.98	5613.20	12356.46	1206.00	1779.80
SLV 4d	10085.98	5613.20	12356.46	1206.00	1779.80
E 1	13876.64	1378.30	0.00	179.00	0.00
E 2	13712.64	1378.30	0.00	179.00	0.00
E 3	13876.64	1378.30	0.00	179.00	0.00
E 4	13712.64	1378.30	0.00	179.00	0.00



7.2.5 Sollecitazioni sui pali

Nel seguente paragrafo si riportano le sollecitazioni sui pali. Viene preso in considerazione sia il caso in cui il fattore di gruppo verticale sia pari ad $\alpha_v = 1$ sia il caso in cui sia uguale a $\alpha_v = 1/(n^\circ \text{ diaf})^{0.5}$. Nelle verifiche verrà poi considerata la condizione più gravosa.

$$\alpha_v = 1$$

Azioni assiale a testa palo (kN)

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	-2660	-2140	-1621	-1101	-2887	-2368	-1848	-1328
SLU 1b	-3375	-2861	-2347	-1832	-3603	-3088	-2574	-2059
SLU 2a	-2640	-2196	-1752	-1308	-2867	-2423	-1979	-1535
SLU 2b	-3385	-2949	-2512	-2075	-3612	-3176	-2739	-2302
SLU 3a	-2342	-1958	-1574	-1190	-2798	-2414	-2031	-1647
SLU 3b	-3057	-2678	-2300	-1921	-3513	-3135	-2756	-2378
SLU 4a	-2456	-2072	-1689	-1305	-2683	-2300	-1916	-1532
SLU 4b	-3172	-2793	-2415	-2036	-3399	-3020	-2642	-2263
SLU 5a	-2378	-1995	-1611	-1227	-2757	-2373	-1989	-1606
SLU 5b	-3098	-2719	-2341	-1962	-3476	-3098	-2719	-2341
SLV 1a	-993	-784	-576	-367	-3374	-3165	-2957	-2748
SLV 1b	-972	-764	-555	-347	-3353	-3145	-2936	-2728
SLV 1c	-721	-512	-304	-95	-3102	-2893	-2685	-2476
SLV 1d	-700	-492	-283	-75	-3081	-2873	-2664	-2456
SLV 2a	-2494	-1799	-1104	-409	-3332	-2637	-1942	-1247
SLV 2b	-2474	-1778	-1083	-388	-3312	-2617	-1922	-1227
SLV 2c	-2222	-1527	-832	-137	-3060	-2365	-1670	-975
SLV 2d	-2202	-1506	-811	-116	-3040	-2345	-1650	-955
SLV 3a	-1730	-1522	-1313	-1105	-3271	-3063	-2854	-2645
SLV 3b	-1710	-1501	-1293	-1084	-3251	-3042	-2834	-2625
SLV 3c	-824	-615	-407	-198	-2364	-2156	-1947	-1739
SLV 3d	-803	-595	-386	-178	-2344	-2135	-1927	-1718
SLV 4a	-2456	-1998	-1540	-1081	-3294	-2836	-2378	-1920
SLV 4b	-2436	-1977	-1519	-1061	-3274	-2816	-2357	-1899
SLV 4c	-1549	-1091	-633	-175	-2388	-1930	-1471	-1013
SLV 4d	-1529	-1071	-612	-154	-2367	-1909	-1451	-993
E 1	-1656	-1656	-1656	-1656	-1813	-1813	-1813	-1813
E 2	-1635	-1635	-1635	-1635	-1793	-1793	-1793	-1793
E 3	-1656	-1656	-1656	-1656	-1813	-1813	-1813	-1813
E 4	-1635	-1635	-1635	-1635	-1793	-1793	-1793	-1793

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
36 di 129

$$\alpha_v = 0.354$$

Azioni assiale a testa palo (kN)

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	-2626	-2141	-1657	-1172	-2816	-2332	-1847	-1362
SLU 1b	-3342	-2862	-2382	-1902	-3532	-3052	-2573	-2093
SLU 2a	-2613	-2199	-1785	-1372	-2803	-2390	-1976	-1562
SLU 2b	-3360	-2952	-2545	-2138	-3550	-3143	-2735	-2328
SLU 3a	-2340	-1982	-1624	-1266	-2722	-2364	-2006	-1648
SLU 3b	-3056	-2703	-2350	-1997	-3438	-3085	-2732	-2379
SLU 4a	-2436	-2078	-1720	-1362	-2626	-2268	-1910	-1552
SLU 4b	-3152	-2799	-2446	-2093	-3342	-2989	-2636	-2283
SLU 5a	-2371	-2012	-1654	-1296	-2688	-2330	-1971	-1613
SLU 5b	-3090	-2737	-2384	-2031	-3407	-3054	-2701	-2348
SLV 1a	-1116	-917	-718	-519	-3222	-3023	-2824	-2625
SLV 1b	-1096	-897	-698	-498	-3202	-3003	-2803	-2604
SLV 1c	-844	-645	-446	-247	-2950	-2751	-2552	-2353
SLV 1d	-824	-625	-426	-226	-2930	-2731	-2531	-2332
SLV 2a	-2495	-1832	-1168	-504	-3237	-2573	-1909	-1246
SLV 2b	-2475	-1811	-1148	-484	-3216	-2553	-1889	-1225
SLV 2c	-2223	-1560	-896	-232	-2965	-2301	-1637	-974
SLV 2d	-2203	-1539	-876	-212	-2944	-2281	-1617	-953
SLV 3a	-1805	-1606	-1407	-1208	-3168	-2969	-2770	-2571
SLV 3b	-1785	-1586	-1386	-1187	-3147	-2948	-2749	-2550
SLV 3c	-899	-699	-500	-301	-2261	-2062	-1863	-1664
SLV 3d	-878	-679	-480	-281	-2241	-2042	-1843	-1643
SLV 4a	-2473	-2036	-1598	-1161	-3215	-2777	-2340	-1902
SLV 4b	-2453	-2015	-1578	-1140	-3194	-2757	-2319	-1882
SLV 4c	-1567	-1129	-692	-254	-2308	-1871	-1433	-996
SLV 4d	-1546	-1109	-671	-234	-2288	-1850	-1413	-975
E 1	-1669	-1669	-1669	-1669	-1801	-1801	-1801	-1801
E 2	-1648	-1648	-1648	-1648	-1780	-1780	-1780	-1780
E 3	-1669	-1669	-1669	-1669	-1801	-1801	-1801	-1801
E 4	-1648	-1648	-1648	-1648	-1780	-1780	-1780	-1780

TAGLIO a testa palo (kN)

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	176	111	111	111	179	116	116	116
SLU 1b	176	111	111	111	179	116	116	116
SLU 2a	109	69	69	69	113	76	76	76
SLU 2b	109	69	69	69	113	76	76	76

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 37 di 129			
SLU 3a	116	81	81	81	133	103	103	103
SLU 3b	116	81	81	81	132	103	103	103
SLU 4a	108	69	69	69	113	76	76	76
SLU 4b	108	69	69	69	113	76	76	76
SLU 5a	113	77	77	77	125	93	93	93
SLU 5b	113	77	77	77	125	93	93	93
SLV 1a	393	368	368	368	578	562	562	562
SLV 1b	393	368	368	368	578	562	562	562
SLV 1c	393	368	368	368	578	562	562	562
SLV 1d	393	368	368	368	578	562	562	562
SLV 2a	602	398	398	398	619	423	423	423
SLV 2b	602	398	398	398	619	423	423	423
SLV 2c	602	398	398	398	619	423	423	423
SLV 2d	602	398	398	398	619	423	423	423
SLV 3a	257	218	218	218	343	315	315	315
SLV 3b	257	218	218	218	343	315	315	315
SLV 3c	257	218	218	218	343	315	315	315
SLV 3d	257	218	218	218	343	315	315	315
SLV 4a	326	228	228	228	355	269	269	269
SLV 4b	326	228	228	228	355	269	269	269
SLV 4c	326	228	228	228	355	269	269	269
SLV 4d	326	228	228	228	355	269	269	269
E 1	17	17	17	17	28	28	28	28
E 2	17	17	17	17	28	28	28	28
E 3	17	17	17	17	28	28	28	28
E 4	17	17	17	17	28	28	28	28
SLE RARA 1a	118	75	75	75	121	80	80	80
SLE RARA 1b	118	75	75	75	121	80	80	80
SLE RARA 2a	74	48	48	48	78	54	54	54
SLE RARA 2b	74	48	48	48	78	54	54	54
SLE RARA 3a	80	58	58	58	95	77	77	77
SLE RARA 3b	80	58	58	58	95	77	77	77
SLE RARA 4a	73	48	48	48	78	55	55	55
SLE RARA 4b	73	48	48	48	78	55	55	55
SLE RARA 5a	78	55	55	55	90	70	70	70
SLE RARA 5b	78	55	55	55	90	70	70	70
SLE FREQ 1a	17	17	17	17	28	28	28	28
SLE FREQ 1b	17	17	17	17	28	28	28	28
SLE FREQ 1c	17	17	17	17	28	28	28	28
SLE FREQ 1d	17	17	17	17	28	28	28	28
SLE FREQ 2a	20	20	20	20	33	33	33	33
SLE FREQ 2b	20	20	20	20	33	33	33	33
SLE QP 1	17	17	17	17	28	28	28	28
SLE QP 2	17	17	17	17	28	28	28	28

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
38 di 129**MOMENTO a testa palo (kN)**

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	37	55	55	55	28	49	49	49
SLU 1b	39	53	53	53	31	47	47	47
SLU 2a	59	96	96	96	54	93	93	93
SLU 2b	56	93	93	93	50	89	89	89
SLU 3a	59	84	84	84	33	68	68	68
SLU 3b	59	82	82	82	31	65	65	65
SLU 4a	35	69	69	69	25	64	64	64
SLU 4b	33	67	67	67	22	62	62	62
SLU 5a	51	78	78	78	30	66	66	66
SLU 5b	50	76	76	76	28	64	64	64
SLV 1a	542	464	464	464	862	815	815	815
SLV 1b	542	464	464	464	862	815	815	815
SLV 1c	542	464	464	464	862	815	815	815
SLV 1d	542	464	464	464	862	815	815	815
SLV 2a	1224	791	791	791	1243	820	820	820
SLV 2b	1224	791	791	791	1243	820	820	820
SLV 2c	1224	791	791	791	1243	820	820	820
SLV 2d	1224	791	791	791	1243	820	820	820
SLV 3a	395	279	279	279	505	421	421	421
SLV 3b	395	279	279	279	505	421	421	421
SLV 3c	395	279	279	279	505	421	421	421
SLV 3d	395	279	279	279	505	421	421	421
SLV 4a	604	389	389	389	642	446	446	446
SLV 4b	604	389	389	389	642	446	446	446
SLV 4c	604	389	389	389	642	446	446	446
SLV 4d	604	389	389	389	642	446	446	446
E 1	19	19	19	19	8	8	8	8
E 2	19	19	19	19	8	8	8	8
E 3	19	19	19	19	8	8	8	8
E 4	19	19	19	19	8	8	8	8
SLE RARA 1a	26	43	43	43	16	38	38	38
SLE RARA 1b	25	45	45	45	14	40	40	40
SLE RARA 2a	47	71	71	71	43	68	68	68
SLE RARA 2b	50	73	73	73	45	70	70	70
SLE RARA 3a	48	64	64	64	27	50	50	50
SLE RARA 3b	49	65	65	65	29	52	52	52
SLE RARA 4a	30	52	52	52	22	48	48	48
SLE RARA 4b	31	54	54	54	24	49	49	49
SLE RARA 5a	43	60	60	60	26	50	50	50

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due

ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 39 di 129
SLE RARA 5b	44	62	62	27	51
SLE FREQ 1a	69	65	65	67	62
SLE FREQ 1b	69	65	65	67	62
SLE FREQ 1c	71	67	67	69	64
SLE FREQ 1d	71	67	67	69	64
SLE FREQ 2a	23	23	23	10	10
SLE FREQ 2b	23	23	23	10	10
SLE QP 1	19	19	19	8	8
SLE QP 2	19	19	19	8	8

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

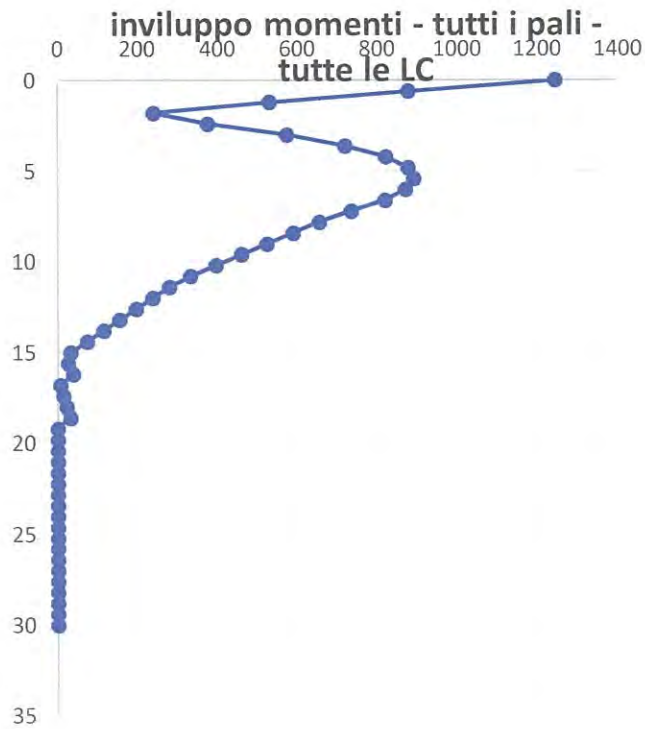
Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

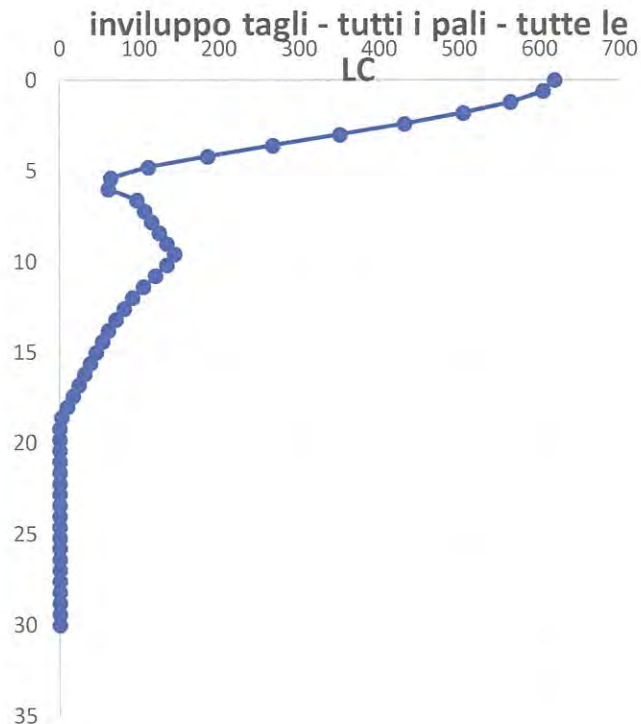
Foglio
40 di 129

Si riporta anche l'involuppo dell'andamento del momento e del taglio lungo lo sviluppo del palo per le varie combinazioni di carico e per i vari pali, da cui si ricavano le sollecitazioni utilizzate nelle verifiche.

- Momento SLU

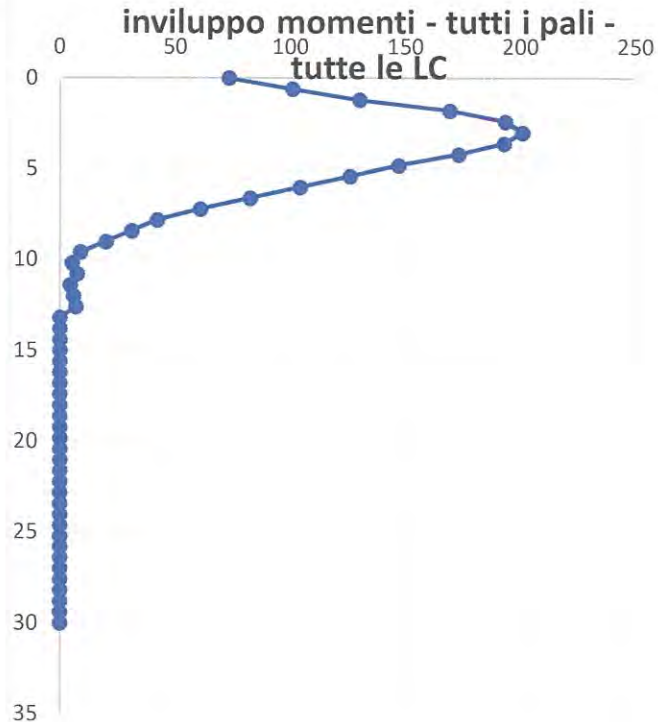


- Taglio SLU





- Momento SLE RARA

7.2.5.1 Sintesi sollecitazioni

Si riporta una tabella riassuntiva con le sollecitazioni utilizzate nelle verifiche.

	Profondità [m]			
SLU /SLV	-	N_{max}	3612	kN
	0	M_{max}	1243	kNm
	-	T_{long}	619	kN
SLE RARA	3.0	$M_{long max}$	201	kNm
	-	N	3065	kN
SLE FREQ	-	N	2647	kN
SLE QP	-	N	2107	kN

8 ANALISI DELLA PILA 2

Si riportano le caratteristiche della pila in esame.

8.1 Dati di input

8.1.1 Geometria della pila

Si riportano nella tabella che segue le caratteristiche geometriche di elevazione della pila.

DATI RELATIVI ALL'ELEVAZIONE

Altezza fusto	6.80 m
Altezza pulvino	0.00 m
Altezza baggioli	0.30 m
Area della sezione del fusto	9.35 m ²
Area della sezione del pulvino	0.00 m ²
Area della sezione del baggiolo	3.30 m ²
Numero di baggioli	2.00
Eccentricità asse fusto/asse palificata	0.00 m

DATI RELATIVI ALLA PLATEA DI FONDAZIONE

Lunghezza platea	6.80 m
Larghezza platea	12.80 m
Spessore platea	2.00 m

DATI RELATIVI AL TERRENO

Peso specifico del terreno di ricoprimento	19.00 kN/m ³
Altezza del terreno di ricoprimento	0.80 m

DATI RELATIVI ALLA PALIFICATA DI FONDAZIONE

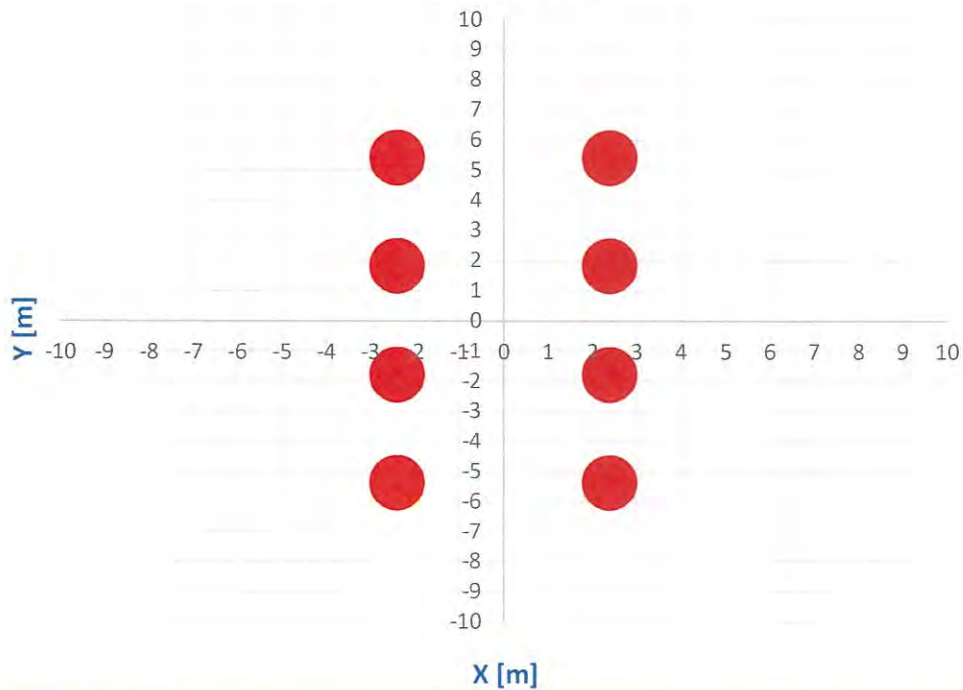
Numero pali	8.00
Diametro pali	1200.00 mm
Modulo di resistenza longitudinale palo più sollecitato	19.20 m ³
Modulo di resistenza trasversale palo più sollecitato	24.00 m ³



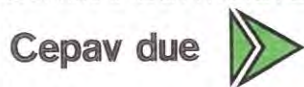
Si riassume in tabella la disposizione planimetrica dei pali e nella figura che segue si rappresenta schematicamente la geometria della palificata.

n°palo	x(m)	y(m)
1	-2.4	5.4
2	-2.4	1.8
3	-2.4	-1.8
4	-2.4	-5.4
5	2.4	5.4
6	2.4	1.8
7	2.4	-1.8
8	2.4	-5.4

PALIFICATA



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
44 di 129

8.1.2 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni calcolate nella Relazione di calcolo apparecchi di appoggio e trasmesse alla pila in esame sono riportate nella tabella che segue.

	CONDIZIONE ELEMENTARE		N(kN)	Mt(kNm)	TI(kN)	Tt(kN)	Afferenza (m)
CARICHI ELEMENTARI STATICI	Peso permanente	g	7612,00	-	-	-	-
	Cedimento (max compressione)	ε_4	104,00	-	-	-	-
	Cedimento (max trazione)	ε_4	-94,00	-	-	-	-
	Carichi accidentali	q_1	-	-	-	-	56,40
	Frenatura	q_3	-	-	144,00	-	-
	Azione centrifuga	q_4	-	-	-	-	-
	Vento su impalcato	q_5	-	2741,00	-	736,00	-
	Azione termica	q_7	-	-	12,00	-	-
CARICHI ELEMENTARI SISMICI	E 1 (massimo sisma longitudinale)	q_6	-	864,30	955,00	350,10	-
	E 2 (massimo sisma trasversale)	q_6	-	2881,00	286,50	1167,00	-
	E 3 (massimo sisma verticale)	q_6	3327,00	-	-	-	-



8.1.3 Azioni accidentali da traffico veicolare

Si calcolano le azioni da traffico veicolare non considerate nella Relazione di calcolo apparecchi di appoggio che possono risultare dimensionanti nella verifica degli elementi della pila.

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo numero 2, definito come il cordolo di larghezza minore. Il numero di colonne di carico prese in considerazione è quello che determina le condizioni più sfavorevoli per la fondazione. Nello specifico, verranno analizzate diverse configurazioni di colonne a partire dal numero massimo possibile sulla sezione trasversale fino alla singola colonna, in modo da valutare sia le massime azioni in compressione sia quelle in trazione.

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le reazioni delle varie colonne di carico con le rispettive eccentricità (l'eccentricità è calcolata rispetto al baricentro della sezione trasversale della soletta, intesa come somma della larghezza della carreggiata e dei due cordoli) sia per la massima compressione (ottenuta tramite due colonne di carico e la folla agente sul cordolo) sia per la massima trazione (una colonna di carico e la folla agente sul cordolo).

Disposizione delle colonne di carico per la massima compressione:

Reazione 1° colonna di carico	2122.80 kN
Eccentricità 1° colonna di carico	2.75 m
Reazione 2° colonna di carico	823.00 kN
Eccentricità 2° colonna di carico	-0.25 m
Reazione folla su cordolo 2	260.85 kN
Eccentricità folla su cordolo 2	5.18 m

Disposizione delle colonne di carico per la massima trazione:

Reazione 1° colonna di carico	2122.80 kN
Eccentricità 1° colonna di carico	2.75 m
Reazione folla su cordolo 2	260.85 kN
Eccentricità folla su cordolo 2	5.18 m

8.1.4 Azioni relative alla pila

Si riportano di seguito le azioni trasmesse dalla pila.

Azioni relative all'elevazione

Peso proprio fusto	kN	1729.75
Peso proprio pulvino+baggioli	kN	49.50
Peso proprio totale elevazione	kN	1779.25

Eccentricità asse fusto/asse palificata	m	0
---	---	---

Azioni relative alla platea di fondazione

Peso proprio della platea	kN	4352.00
Peso del terreno di ricoprimento	kN	1180.89
Peso totale fondazione	kN	5532.89

Azione del vento

Superficie pila investita del vento spirante in direzione trasversale	m ²	8.88
Spinta relativa	kN	22.20
applicata a quota da base fusto	m	3.70

Urto veicolo in svio

Azione urto longitudinale	kN	1000.00
Azione urto trasversale	kN	500.00
applicata a quota da base fusto	m	3.70

Azione sismica pila

Azione sisma longitudinale	kN	1391.11
Azione sisma trasversale	kN	1391.11
applicata a quota da base fusto	m	3.80
Azione sisma verticale positiva	kN	273.64
Azione sisma verticale negativa	kN	-273.64

Azione sismica plinto

Azione sisma longitudinale	kN	1383.74
Azione sisma trasversale	kN	1383.74
applicata a quota da intradosso fondazione	m	1.00
Azione sisma verticale positiva	kN	850.92
Azione sisma verticale negativa	kN	-850.92



8.2 Risultati dell'analisi

8.2.1 Azioni elementari a base fusto

Vengono di seguito riportate le azioni elementari (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) che si hanno in tutte le condizioni di carico previste dalla normativa al piede del fusto della pila.

CONDIZIONE ELEMENTARE		N (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)	TI (kN)	Tt (kN)
PILA						
Peso proprio elevazione pila	g	1779.25	-	-	-	-
Vento su pila	q5	-	-	82.14	-	22.20
Urto di veicoli in svio	q9	-	3700.00	1850.00	1000.00	500.00
Azioni sismiche long. Pila	q6l	-	5290.30	-	1391.11	-
Azioni sismiche trasv. pila	q6t	-	-	5290.30	-	1391.11
Azioni sismiche vert. Pos. Pila	q6v	273.64	-	-	-	-
Azioni sismiche vert. Neg. Pila	q6v	-273.64	-	-	-	-
IMPALCATO						
Peso permanente	g	7612.00	-	0.00	-	-
Traffico (Max compressione)	q1	3206.65	-	6981.85	-	-
Traffico (max trazione)	q1	2383.65	-	7187.60	-	-
Vento su impalcato	q5	-	-	8408.20	-	736.00
Azione centrifuga	q4	-	-	0.00	-	0.00
Cedimento (Compressione)	ε4	104.00	-	0.00	-	-
Cedimento (Trazione)	ε4	-94.00	-	-	-	-
Azione termica	ε3	-	92.40	-	12.00	-
Frenatura	q3	-	1108.80	-	144.00	-
Ritiro	ε2	-	0.00	-	0.00	-
Azione di attrito	q7	-	0.00	-	0.00	-
Azione sismica orizzontale longitudinale	q6l	-	7353.50	3560.07	955.00	350.10
Azione sismica orizzontale trasversale	q6t	-	2206.05	11866.90	286.50	1167.00
Azione sismica verticale pos.	q6v	3327.00	-	-	-	-
Azione sismica verticale neg.	q6v	-3327.00	-	-	-	-

8.2.2 Combinazioni di carico a base fusto

Vengono di seguito riportate le sollecitazioni (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) in tutte le combinazioni di carico previste dalla normativa: agli Stati Limite di Esercizio, agli Stati Limite Ultimi e in combinazione sismica.

Combinazione di carico	N (kN)	Ml (kNm)	Mt (kNm)	Tl (kN)	Tt (kN)
SLU 1a	11710.70	66.53	20012.95	8.64	1137.30
SLU 1b	16028.92	66.53	19804.63	8.64	1137.30
SLU 2a	12515.18	66.53	17344.56	8.64	682.38
SLU 2b	17111.17	66.53	17066.80	8.64	682.38
SLU 3a	11710.70	1563.41	14918.75	203.04	682.38
SLU 3b	16028.92	1563.41	14710.43	203.04	682.38
SLU 4a	11710.70	66.53	14918.75	8.64	682.38
SLU 4b	16028.92	66.53	14710.43	8.64	682.38
SLU 5a	11691.90	110.88	14918.75	14.40	682.38
SLU 5b	16049.72	110.88	14710.43	14.40	682.38
SLE RARA 1a	11900.24	55.44	13726.73	7.20	758.20
SLE RARA 1b	11084.99	55.44	13881.04	7.20	758.20
SLE RARA 2a	12701.90	55.44	12076.05	7.20	454.92
SLE RARA 2b	11680.90	55.44	12281.80	7.20	454.92
SLE RARA 3a	11900.24	1164.24	10330.59	151.20	454.92
SLE RARA 3b	11084.99	1164.24	10484.90	151.20	454.92
SLE RARA 4a	11900.24	55.44	10330.59	7.20	454.92
SLE RARA 4b	11084.99	55.44	10484.90	7.20	454.92
SLE RARA 5a	11900.24	92.40	10330.59	12.00	454.92
SLE RARA 5b	11084.99	92.40	10484.90	12.00	454.92
SLE FREQ 1a	11900.24	46.20	5236.39	6.00	0.00
SLE FREQ 1b	11702.24	46.20	5236.39	6.00	0.00
SLE FREQ 1c	11282.99	46.20	5390.70	6.00	0.00
SLE FREQ 1d	11084.99	46.20	5390.70	6.00	0.00
SLE FREQ 2a	9495.25	55.44	0.00	7.20	0.00
SLE FREQ 2b	9297.25	55.44	0.00	7.20	0.00
SLE QP 1	9495.25	46.20	0.00	6.00	0.00
SLE QP 2	9297.25	46.20	0.00	6.00	0.00
SLV 1a	10575.44	12690.00	5147.16	2352.11	767.43
SLV 1b	10377.44	12690.00	5147.16	2352.11	767.43
SLV 1c	8415.06	12690.00	5147.16	2352.11	767.43
SLV 1d	8217.06	12690.00	5147.16	2352.11	767.43
SLV 2a	10575.44	3839.34	17157.20	709.83	2558.11



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
49 di 129

SLV 2b	10377.44	3839.34	17157.20	709.83	2558.11
SLV 2c	8415.06	3839.34	17157.20	709.83	2558.11
SLV 2d	8217.06	3839.34	17157.20	709.83	2558.11
SLV 3a	13095.89	8986.79	5147.16	1378.33	767.43
SLV 3b	12897.89	8986.79	5147.16	1378.33	767.43
SLV 3c	5894.61	8986.79	5147.16	1378.33	767.43
SLV 3d	5696.61	8986.79	5147.16	1378.33	767.43
SLV 4a	13095.89	3839.34	13453.99	709.83	1584.33
SLV 4b	12897.89	3839.34	13453.99	709.83	1584.33
SLV 4c	5894.61	3839.34	13453.99	709.83	1584.33
SLV 4d	5696.61	3839.34	13453.99	709.83	1584.33
E 1	9495.25	46.20	3700.00	6.00	1000.00
E 2	9297.25	46.20	3700.00	6.00	1000.00
E 3	9495.25	1896.20	0.00	506.00	0.00
E 4	9297.25	1896.20	0.00	506.00	0.00

8.2.3 Azioni elementari ad intradosso fondazione

Vengono di seguito riportate le azioni elementari (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) che si hanno in tutte le condizioni di carico previste dalla normativa ad intradosso fondazione.

CONDIZIONE ELEMENTARE		N (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)	TI (kN)	Tt (kN)
PILA						
Peso proprio elevazione pila	g	1779.25	-	0.00	-	-
Peso fondazione (platea + terreno)	g	5532.89	-	-	-	-
Vento su pila	q5	-	-	126.54	-	22.20
Urto di veicoli in svio	q9	-	5700.00	2850.00	1000.00	500.00
Azioni sismiche long. Pila	q6l	-	8072.52	-	1391.11	-
Azioni sismiche trasv. pila	q6t	-	-	8072.52	-	1391.11
Azioni sismiche vert. Pos. Pila	q6v	273.64	-	-	-	-
Azioni sismiche vert. Neg. Pila	q6v	-273.64	-	-	-	-
Azioni sismiche long. Plinto	q6l	-	1383.74	-	1383.74	-
Azioni sismiche trasv. Plinto	q6t	-	-	1383.74	-	1383.74
Azioni sismiche vert. Pos. Plinto	q6v	850.92	-	-	-	-
Azioni sismiche vert. Neg. Plinto	q6v	-850.92	-	-	-	-
IMPALCATO						
Peso permanente	g	7612.00	-	0.00	-	-
Traffico (Max compressione)	q1	3206.65	-	6981.85	-	-
Traffico (max trazione)	q1	2383.65	-	7187.60	-	-
Vento su impalcato	q5	-	-	9880.20	-	736.00

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
50 di 129

Azione centrifuga	q4	-	-	0.00	-	0.00
Cedimento (Compressione)	ε4	104.00	-	0.00	-	-
Cedimento (Trazione)	ε4	-94.00	-	-	-	-
Azione termica	ε3	-	116.40	-	12.00	-
Frenatura	q3	-	1396.80	-	144.00	-
Ritiro	ε2	-	0.00	-	0.00	-
Azione di attrito	q7	-	0.00	-	0.00	-
Azione sismica orizzontale longitudinale	q6l	-	9263.50	4260.27	955.00	350.10
Azione sismica orizzontale trasversale	q6t	-	2779.05	14200.90	286.50	1167.00
Azione sismica verticale pos.	q6v	3327.00	-	-	-	-
Azione sismica verticale neg.	q6v	-3327.00	-	-	-	-

8.2.4 Combinazioni di carico ad intradosso fondazione

Vengono di seguito riportate le sollecitazioni (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) in tutte le combinazioni di carico previste dalla normativa: agli Stati Limite di Esercizio, agli Stati Limite Ultimi e in combinazione sismica.

Combinazione di carico	N (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)	TI (kN)	Tt (kN)
SLU 1a	17243.58	83.81	22287.55	8.64	1137.30
SLU 1b	23498.32	83.81	22079.23	8.64	1137.30
SLU 2a	18048.07	83.81	18709.32	8.64	682.38
SLU 2b	24580.56	83.81	18431.56	8.64	682.38
SLU 3a	17243.58	1969.49	16283.51	203.04	682.38
SLU 3b	23498.32	1969.49	16075.19	203.04	682.38
SLU 4a	17243.58	83.81	16283.51	8.64	682.38
SLU 4b	23498.32	83.81	16075.19	8.64	682.38
SLU 5a	17224.78	139.68	16283.51	14.40	682.38
SLU 5b	23519.12	139.68	16075.19	14.40	682.38
SLE RARA 1a	17433.13	69.84	15243.13	7.20	758.20
SLE RARA 1b	16617.88	69.84	15397.44	7.20	758.20
SLE RARA 2a	18234.79	69.84	12985.89	7.20	454.92
SLE RARA 2b	17213.79	69.84	13191.64	7.20	454.92
SLE RARA 3a	17433.13	1466.64	11240.43	151.20	454.92
SLE RARA 3b	16617.88	1466.64	11394.74	151.20	454.92
SLE RARA 4a	17433.13	69.84	11240.43	7.20	454.92
SLE RARA 4b	16617.88	69.84	11394.74	7.20	454.92

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
51 di 129

SLE RARA 5a	17433.13	116.40	11240.43	12.00	454.92
SLE RARA 5b	16617.88	116.40	11394.74	12.00	454.92
SLE FREQ 1a	17433.13	58.20	5236.39	6.00	0.00
SLE FREQ 1b	17235.13	58.20	5236.39	6.00	0.00
SLE FREQ 1c	16815.88	58.20	5390.70	6.00	0.00
SLE FREQ 1d	16617.88	58.20	5390.70	6.00	0.00
SLE FREQ 2a	15028.14	69.84	0.00	7.20	0.00
SLE FREQ 2b	14830.14	69.84	0.00	7.20	0.00
SLE QP 1	15028.14	58.20	0.00	6.00	0.00
SLE QP 2	14830.14	58.20	0.00	6.00	0.00
SLV 1a	16363.60	18777.96	7097.15	3735.85	1182.55
SLV 1b	16165.60	18777.96	7097.15	3735.85	1182.55
SLV 1c	13692.67	18777.96	7097.15	3735.85	1182.55
SLV 1d	13494.67	18777.96	7097.15	3735.85	1182.55
SLV 2a	16363.60	5674.13	23657.16	1124.95	3941.85
SLV 2b	16165.60	5674.13	23657.16	1124.95	3941.85
SLV 2c	13692.67	5674.13	23657.16	1124.95	3941.85
SLV 2d	13494.67	5674.13	23657.16	1124.95	3941.85
SLV 3a	19479.69	12158.58	7097.15	1793.45	1182.55
SLV 3b	19281.69	12158.58	7097.15	1793.45	1182.55
SLV 3c	10576.58	12158.58	7097.15	1793.45	1182.55
SLV 3d	10378.58	12158.58	7097.15	1793.45	1182.55
SLV 4a	19479.69	5674.13	17037.78	1124.95	1999.45
SLV 4b	19281.69	5674.13	17037.78	1124.95	1999.45
SLV 4c	10576.58	5674.13	17037.78	1124.95	1999.45
SLV 4d	10378.58	5674.13	17037.78	1124.95	1999.45
E 1	15028.14	58.20	5700.00	6.00	1000.00
E 2	14830.14	58.20	5700.00	6.00	1000.00
E 3	15028.14	2908.20	0.00	506.00	0.00
E 4	14830.14	2908.20	0.00	506.00	0.00



8.2.5 Sollecitazioni sui pali

Nel seguente paragrafo si riportano le sollecitazioni sui pali. Viene preso in considerazione sia il caso in cui il fattore di gruppo verticale sia pari ad $\alpha_v = 1$ sia il caso in cui sia uguale a $\alpha_v = 1/(n^\circ \text{ diaf})^{0.5}$. Nelle verifiche verrà poi considerata la condizione più gravosa.

$$\alpha_v = 1$$

Azioni assiale a testa palo (kN)

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	-3365	-2733	-2100	-1470	-2840	-2211	-1578	-946
SLU 1b	-4136	-3510	-2882	-2258	-3616	-2993	-2365	-1738
SLU 2a	-3246	-2729	-2209	-1694	-2818	-2303	-1783	-1266
SLU 2b	-4049	-3539	-3026	-2518	-3627	-3119	-2607	-2096
SLU 3a	-2944	-2476	-2006	-1539	-2772	-2305	-1835	-1366
SLU 3b	-3716	-3253	-2789	-2327	-3548	-3086	-2622	-2159
SLU 4a	-3025	-2570	-2114	-1661	-2650	-2197	-1741	-1286
SLU 4b	-3796	-3347	-2896	-2449	-3426	-2978	-2528	-2078
SLU 5a	-3020	-2565	-2108	-1655	-2651	-2198	-1741	-1286
SLU 5b	-3796	-3347	-2896	-2448	-3432	-2984	-2533	-2083
SLV 1a	-1498	-1055	-612	-164	-3927	-3479	-3036	-2593
SLV 1b	-1473	-1030	-587	-139	-3902	-3454	-3011	-2569
SLV 1c	-1164	-721	-278	170	-3593	-3145	-2702	-2259
SLV 1d	-1139	-696	-253	195	-3568	-3120	-2678	-2235
SLV 2a	-3443	-2500	-1555	-615	-3476	-2535	-1591	-648
SLV 2b	-3418	-2476	-1531	-590	-3451	-2511	-1566	-624
SLV 2c	-3109	-2166	-1222	-281	-3142	-2202	-1257	-314
SLV 2d	-3084	-2142	-1197	-256	-3117	-2177	-1232	-290
SLV 3a	-2322	-1951	-1579	-1206	-3664	-3290	-2919	-2548
SLV 3b	-2297	-1926	-1555	-1181	-3639	-3266	-2894	-2524
SLV 3c	-1209	-838	-467	-93	-2551	-2178	-1806	-1435
SLV 3d	-1184	-813	-442	-68	-2526	-2153	-1782	-1411
SLV 4a	-3242	-2605	-1967	-1330	-3540	-2903	-2265	-1628
SLV 4b	-3217	-2580	-1942	-1306	-3515	-2879	-2240	-1604
SLV 4c	-2129	-1492	-854	-218	-2427	-1790	-1152	-515
SLV 4d	-2104	-1467	-829	-193	-2402	-1766	-1127	-491
E 1	-2250	-2055	-1859	-1666	-2092	-1898	-1702	-1507
E 2	-2225	-2030	-1835	-1641	-2067	-1873	-1677	-1483
E 3	-1742	-1718	-1695	-1671	-2086	-2062	-2039	-2015
E 4	-1717	-1694	-1670	-1646	-2061	-2037	-2014	-1991

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
53 di 129

$$\alpha_v = 0.354$$

Azioni assiale a testa palo (kN)

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	-3259	-2670	-2079	-1492	-2819	-2232	-1641	-1052
SLU 1b	-4032	-3448	-2862	-2280	-3595	-3013	-2427	-1843
SLU 2a	-3160	-2677	-2193	-1712	-2800	-2319	-1835	-1352
SLU 2b	-3964	-3488	-3010	-2536	-3609	-3135	-2657	-2181
SLU 3a	-2884	-2447	-2009	-1573	-2738	-2302	-1864	-1427
SLU 3b	-3656	-3224	-2791	-2360	-3514	-3083	-2650	-2218
SLU 4a	-2949	-2525	-2099	-1677	-2634	-2211	-1786	-1362
SLU 4b	-3721	-3302	-2882	-2464	-3410	-2993	-2572	-2153
SLU 5a	-2945	-2520	-2094	-1671	-2635	-2212	-1786	-1361
SLU 5b	-3722	-3303	-2882	-2464	-3416	-2998	-2577	-2158
SLV 1a	-1608	-1185	-762	-335	-3756	-3329	-2906	-2483
SLV 1b	-1583	-1161	-738	-310	-3731	-3304	-2881	-2458
SLV 1c	-1274	-851	-429	-1	-3422	-2995	-2572	-2149
SLV 1d	-1249	-827	-404	24	-3397	-2970	-2547	-2124
SLV 2a	-3382	-2482	-1580	-682	-3409	-2511	-1609	-709
SLV 2b	-3357	-2457	-1555	-657	-3384	-2486	-1584	-685
SLV 2c	-3048	-2148	-1246	-348	-3075	-2177	-1275	-375
SLV 2d	-3023	-2123	-1221	-323	-3050	-2153	-1250	-351
SLV 3a	-2374	-2020	-1666	-1309	-3561	-3204	-2850	-2496
SLV 3b	-2349	-1995	-1641	-1284	-3536	-3180	-2825	-2471
SLV 3c	-1261	-907	-553	-196	-2448	-2091	-1737	-1383
SLV 3d	-1237	-882	-528	-172	-2423	-2067	-1712	-1358
SLV 4a	-3216	-2608	-1999	-1392	-3478	-2871	-2262	-1654
SLV 4b	-3191	-2584	-1974	-1367	-3454	-2846	-2237	-1629
SLV 4c	-2103	-1495	-886	-279	-2365	-1758	-1149	-541
SLV 4d	-2079	-1471	-861	-254	-2341	-1733	-1124	-516
E 1	-2217	-2036	-1854	-1673	-2084	-1904	-1721	-1540
E 2	-2193	-2011	-1829	-1648	-2060	-1879	-1697	-1515
E 3	-1767	-1745	-1724	-1701	-2056	-2033	-2012	-1990
E 4	-1742	-1721	-1699	-1676	-2031	-2009	-1987	-1965

TAGLIO a testa palo (kN)

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	202	125	126	127	194	120	121	122
SLU 1b	202	125	126	127	194	120	121	122
SLU 2a	123	75	75	76	118	72	72	73
SLU 2b	123	75	75	76	118	72	72	73

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 54 di 129
SLU 3a	124	78	78	78	77
SLU 3b	124	78	78	78	78
SLU 4a	122	75	75	76	73
SLU 4b	122	75	75	76	73
SLU 5a	122	75	75	76	73
SLU 5b	122	75	76	76	73
SLV 1a	435	394	386	377	562
SLV 1b	435	394	386	377	562
SLV 1c	435	394	386	377	562
SLV 1d	435	394	386	377	562
SLV 2a	693	456	456	456	454
SLV 2b	693	456	456	456	454
SLV 2c	693	456	456	456	454
SLV 2d	693	456	456	456	454
SLV 3a	277	223	219	215	290
SLV 3b	277	223	219	215	290
SLV 3c	277	223	219	215	290
SLV 3d	277	223	219	215	290
SLV 4a	368	251	250	248	268
SLV 4b	368	251	250	248	268
SLV 4c	368	251	250	248	268
SLV 4d	368	251	250	248	268
E 1	173	111	112	113	109
E 2	173	111	112	113	109
E 3	50	49	48	47	76
E 4	50	49	48	47	76
SLE RARA 1a	121	77	77	77	77
SLE RARA 1b	121	77	77	77	77
SLE RARA 2a	76	49	49	49	52
SLE RARA 2b	76	49	49	49	52
SLE RARA 3a	83	60	59	58	73
SLE RARA 3b	83	60	59	58	73
SLE RARA 4a	75	49	49	49	52
SLE RARA 4b	75	49	49	49	52
SLE RARA 5a	81	57	56	55	67
SLE RARA 5b	81	57	56	55	67
SLE FREQ 1a	18	17	17	16	27
SLE FREQ 1b	18	17	17	16	27
SLE FREQ 1c	18	17	17	16	27
SLE FREQ 1d	18	17	17	16	27
SLE FREQ 2a	21	21	20	20	32
SLE FREQ 2b	21	21	20	20	32
SLE QP 1	18	17	17	17	27
SLE QP 2	18	17	17	17	27

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
55 di 129**MOMENTO a testa palo (kN)**

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3	Palo 4	Palo 5	Palo 6	Palo 7	Palo 8
SLU 1a	119	141	136	130	120	147	141	136
SLU 1b	118	139	133	127	118	144	138	133
SLU 2a	131	156	153	149	136	160	157	154
SLU 2b	127	152	149	146	132	156	153	150
SLU 3a	71	99	96	94	84	109	106	102
SLU 3b	68	97	93	91	81	106	103	100
SLU 4a	100	123	119	116	103	127	124	120
SLU 4b	97	120	116	113	101	124	121	118
SLU 5a	99	122	119	115	103	126	123	120
SLU 5b	96	119	116	113	100	123	120	117
SLV 1a	671	548	532	516	962	867	838	808
SLV 1b	671	548	532	516	962	867	838	808
SLV 1c	671	548	532	516	962	867	838	808
SLV 1d	671	548	532	516	962	867	838	808
SLV 2a	1388	900	900	901	1356	893	888	884
SLV 2b	1388	900	900	901	1356	893	888	884
SLV 2c	1388	900	900	901	1356	893	888	884
SLV 2d	1388	900	900	901	1356	893	888	884
SLV 3a	487	345	341	338	558	440	427	415
SLV 3b	487	345	341	338	558	440	427	415
SLV 3c	487	345	341	338	558	440	427	415
SLV 3d	487	345	341	338	558	440	427	415
SLV 4a	689	450	447	444	703	487	478	470
SLV 4b	689	450	447	444	703	487	478	470
SLV 4c	689	450	447	444	703	487	478	470
SLV 4d	689	450	447	444	703	487	478	470
E 1	189	106	106	106	179	100	99	99
E 2	189	106	106	106	179	100	99	99
E 3	24	25	27	29	21	20	19	18
E 4	24	25	27	29	21	20	19	18
SLE RARA 1a	47	52	48	44	57	64	59	55
SLE RARA 1b	47	53	50	46	58	66	61	57
SLE RARA 2a	56	73	71	69	68	82	80	77
SLE RARA 2b	59	76	74	72	71	85	82	80
SLE RARA 3a	16	38	37	37	39	50	47	44
SLE RARA 3b	18	40	39	39	41	52	49	46
SLE RARA 4a	34	50	48	47	47	60	57	54
SLE RARA 4b	36	52	50	49	49	62	59	56
SLE RARA 5a	21	41	39	38	41	52	49	46
SLE RARA 5b	23	43	41	40	43	54	51	49

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 56 di 129
SLE FREQ 1a	64	59	59	67	61
SLE FREQ 1b	64	59	59	67	61
SLE FREQ 1c	66	61	61	69	64
SLE FREQ 1d	66	61	61	69	64
SLE FREQ 2a	21	22	23	24	10
SLE FREQ 2b	21	22	23	24	10
SLE QP 1	18	19	19	20	8
SLE QP 2	18	19	19	20	8

Si riporta anche l'involuppo dell'andamento del momento e del taglio lungo lo sviluppo del palo per le varie combinazioni di carico e per i vari pali, da cui si ricavano le sollecitazioni utilizzate nelle verifiche.



Doc. N.

Progetto
INOR

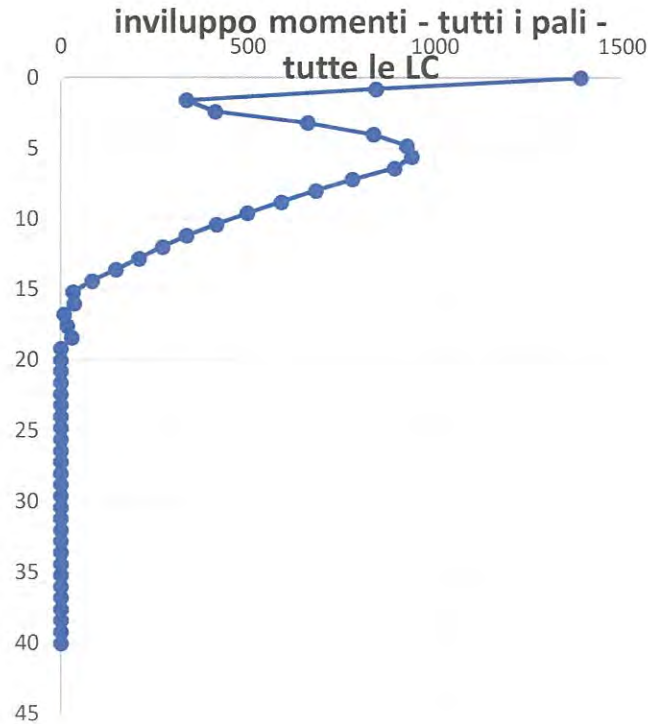
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

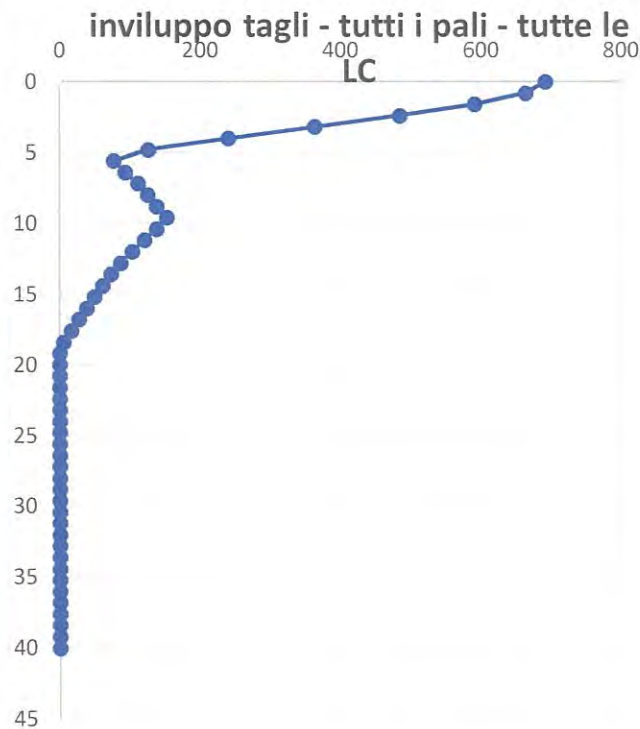
Rev.
A

Foglio
57 di 129

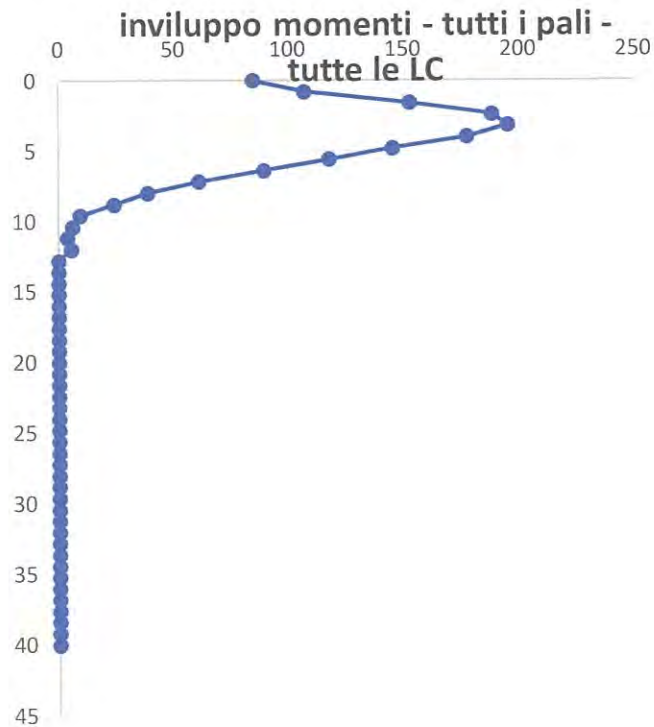
- Momento SLU



- Taglio SLU



- Momento SLE RARA



8.2.5.1 Sintesi sollecitazioni

Si riporta una tabella riassuntiva con le sollecitazioni utilizzate nelle verifiche.

	Profondità [m]			
SLU /SLV	-	N_{max}	4136	kN
	0	M max	1388	kNm
	-	T	693	kN
SLE RARA	3.2	M max	195	kNm
	-	N	3013	kN
SLE FREQ	-	N	2604	kN
SLE RARA	-	N	2122	kN



9 ANALISI DELLA PILA 3

Si riportano le caratteristiche della pila in esame.

9.1 Dati di input

9.1.1 Geometria della pila

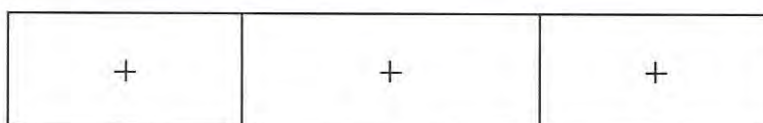
Si riportano nella tabella che segue le caratteristiche geometriche di elevazione della pila.

DATI RELATIVI ALL'ELEVAZIONE

Altezza fusto	4.90 m
Altezza pulvino	0.00 m
Altezza baggioli	0.30 m
Area della sezione del fusto	9.35 m ²
Area della sezione del pulvino	0.00 m ²
Area della sezione del baggiolo	3.30 m ²
Numero di baggioli	2.00

Si riassume in tabella la disposizione planimetrica dei baricentri dei diaframmi e nella figura che segue si rappresenta schematicamente la geometria dei diaframmi.

n° diaframma	x(m)	y(m)
1	0	2,85
2	0	0
3	0	-2,85



9.1.2 Azioni trasmesse dall'impalcato

Le azioni calcolate nella Relazione di calcolo apparecchi di appoggio e trasmesse alla pila in esame sono riportate nella tabella che segue.

	CONDIZIONE ELEMENTARE		N(kN)	Mt(kNm)	Tl(kN)	Tt(kN)	Afferenza (m)
CARICHI ELEMENTARI STATICI	Peso permanente	g	7846,00	-	-	-	-
	Cedimento (max compressione)	ϵ_4	72,00	-	-	-	-
	Cedimento (max trazione)	ϵ_4	-86,00	-	-	-	-
	Carichi accidentali	q_1	-	-	-	-	54,20
	Frenatura	q_3	-	-	174,00	-	-
	Azione centrifuga	q_4	-	-	-	-	-
	Vento su impalcato	q_5	-	2395,00	-	633,00	-
	Azione termica	q_7	-	-	362,00	-	-
CARICHI ELEMENTARI SISMICI	E 1 (massimo sisma longitudinale)	q_6	-	738,30	956,00	300,00	-
	E 2 (massimo sisma trasversale)	q_6	-	2461,00	286,80	1000,00	-
	E 3 (massimo sisma verticale)	q_6	2581,00	-	-	-	-



9.1.3 Azioni accidentali da traffico veicolare

Si calcolano le azioni da traffico veicolare non considerate nella Relazione di calcolo apparecchi di appoggio che possono risultare dimensionanti nella verifica degli elementi della pila.

Le colonne dei carichi mobili vengono disposte, a partire da quella di entità massima, in adiacenza al cordolo numero 2, definito come il cordolo di larghezza minore. Il numero di colonne di carico prese in considerazione è quello che determina le condizioni più sfavorevoli per la fondazione. Nello specifico, verranno analizzate diverse configurazioni di colonne a partire dal numero massimo possibile sulla sezione trasversale fino alla singola colonna, in modo da valutare sia le massime azioni in compressione sia quelle in trazione.

Nelle seguenti tabelle vengono riportate le reazioni delle varie colonne di carico con le rispettive eccentricità (l'eccentricità è calcolata rispetto al baricentro della sezione trasversale della soletta, intesa come somma della larghezza della carreggiata e dei due cordoli) sia per la massima compressione (ottenuta tramite due colonne di carico e la folla agente sul cordolo) sia per la massima trazione (una colonna di carico e la folla agente sul cordolo).

Disposizione delle colonne di carico per la massima compressione:

Reazione 1° colonna di carico	2063.40 kN
Eccentricità 1° colonna di carico	2.75 m
Reazione 2° colonna di carico	806.50 kN
Eccentricità 2° colonna di carico	-0.25 m
Reazione folla su cordolo 2	250.68 kN
Eccentricità folla su cordolo 2	5.18 m

Disposizione delle colonne di carico per la massima trazione:

Reazione 1° colonna di carico	2063.40 kN
Eccentricità 1° colonna di carico	2.75 m
Reazione folla su cordolo 2	250.68 kN
Eccentricità folla su cordolo 2	5.18 m

9.1.4 Azioni relative alla pila

Si riportano di seguito le azioni trasmesse dalla pila.

Azioni relative all'elevazione

Peso proprio fusto	kN	1145.38
Peso proprio pulvino+baggioli	kN	49.50
Peso proprio totale elevazione	kN	1194.88

Azione del vento

Superficie pila investita del vento spirante in direzione trasversale	m ²	5.88
Spinta relativa	kN	14.70
applicata a quota da base fusto	m	2.45

Urto veicolo in svio

Azione urto longitudinale	kN	1000.00
Azione urto trasversale	kN	500.00
applicata a quota da base fusto	m	0.50

Azione sismica pila

Azione sisma longitudinale	kN	934.21
Azione sisma trasversale	kN	934.21
applicata a quota da base fusto	m	2.55
Azione sisma verticale positiva	kN	183.76
Azione sisma verticale negativa	kN	-183.76



9.2 Risultati dell'analisi

9.2.1 Azioni elementari a base fusto

Vengono di seguito riportate le azioni elementari (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) che si hanno in tutte le condizioni di carico previste dalla normativa al piede del fusto della pila.

CONDIZIONE ELEMENTARE		N (kN)	MI (kNm)	Mt (kNm)	TI (kN)	Tt (kN)
PILA						
Peso proprio elevazione pila	g	1194.88	-	-	-	-
Vento su pila	q5	-	-	36.02	-	14.70
Urto di veicoli in svio	q9	-	500.00	250.00	1000.00	500.00
Azioni sismiche long. Pila	q6l	-	2383.64	-	934.21	-
Azioni sismiche trasv. pila	q6t	-	-	2383.64	-	934.21
Azioni sismiche vert. Pos. Pila	q6v	183.76	-	-	-	-
Azioni sismiche vert. Neg. Pila	q6v	-183.76	-	-	-	-
IMPALCATO						
Peso permanente	g	7846.00	-	0.00	-	-
Traffico (Max compressione)	q1	3120.58	-	6769.97	-	-
Traffico (max trazione)	q1	2314.08	-	6971.59	-	-
Vento su impalcato	q5	-	-	5686.60	-	633.00
Azione centrifuga	q4	-	-	0.00	-	0.00
Cedimento (Compressione)	ε4	72.00	-	0.00	-	-
Cedimento (Trazione)	ε4	-86.00	-	-	-	-
Azione termica	ε3	-	1882.40	-	362.00	-
Frenatura	q3	-	904.80	-	174.00	-
Ritiro	ε2	-	0.00	-	0.00	-
Azione di attrito	q7	-	0.00	-	0.00	-
Azione sismica orizzontale longitudinale	q6l	-	4971.20	2298.30	956.00	300.00
Azione sismica orizzontale trasversale	q6t	-	1491.36	7661.00	286.80	1000.00
Azione sismica verticale pos.	q6v	2581.00	-	-	-	-
Azione sismica verticale neg.	q6v	-2581.00	-	-	-	-

9.2.2 Combinazioni di carico a base fusto

Vengono di seguito riportate le sollecitazioni (sforzo normale, momento flettente nel piano longitudinale, momento flettente nel piano trasversale, taglio longitudinale e taglio trasversale) in tutte le combinazioni di carico previste dalla normativa: agli Stati Limite di Esercizio, agli Stati Limite Ultimi e in combinazione sismica.

Combinazione di carico	N (kN)	Ml (kNm)	Mt (kNm)	Tl (kN)	Tt (kN)
SLU 1a	11297.88	1355.33	15642.66	260.64	971.55
SLU 1b	15436.76	1355.33	15438.52	260.64	971.55
SLU 2a	12078.88	1355.33	14562.00	260.64	582.93
SLU 2b	16489.96	1355.33	14289.81	260.64	582.93
SLU 3a	11297.88	2576.81	12209.09	495.54	582.93
SLU 3b	15436.76	2576.81	12004.95	495.54	582.93
SLU 4a	11297.88	1355.33	12209.09	260.64	582.93
SLU 4b	15436.76	1355.33	12004.95	260.64	582.93
SLU 5a	11280.68	2258.88	12209.09	434.40	582.93
SLU 5b	15451.16	2258.88	12004.95	434.40	582.93
SLE RARA 1a	11453.31	1129.44	10800.09	217.20	647.70
SLE RARA 1b	10690.43	1129.44	10951.31	217.20	647.70
SLE RARA 2a	12233.45	1129.44	10203.54	217.20	388.62
SLE RARA 2b	11268.95	1129.44	10405.16	217.20	388.62
SLE RARA 3a	11453.31	2034.24	8511.05	391.20	388.62
SLE RARA 3b	10690.43	2034.24	8662.26	391.20	388.62
SLE RARA 4a	11453.31	1129.44	8511.05	217.20	388.62
SLE RARA 4b	10690.43	1129.44	8662.26	217.20	388.62
SLE RARA 5a	11453.31	1882.40	8511.05	362.00	388.62
SLE RARA 5b	10690.43	1882.40	8662.26	362.00	388.62
SLE FREQ 1a	11453.31	941.20	5077.48	181.00	0.00
SLE FREQ 1b	11295.31	941.20	5077.48	181.00	0.00
SLE FREQ 1c	10848.43	941.20	5228.69	181.00	0.00
SLE FREQ 1d	10690.43	941.20	5228.69	181.00	0.00
SLE FREQ 2a	9112.88	1129.44	0.00	217.20	0.00
SLE FREQ 2b	8954.88	1129.44	0.00	217.20	0.00
SLE QP 1	9112.88	941.20	0.00	181.00	0.00
SLE QP 2	8954.88	941.20	0.00	181.00	0.00
SLV 1a	9942.30	8296.04	3013.39	2071.21	580.26
SLV 1b	9784.30	8296.04	3013.39	2071.21	580.26
SLV 1c	8283.45	8296.04	3013.39	2071.21	580.26
SLV 1d	8125.45	8296.04	3013.39	2071.21	580.26
SLV 2a	9942.30	3147.65	10044.64	748.06	1934.21



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
65 di 129

SLV 2b	9784.30	3147.65	10044.64	748.06	1934.21
SLV 2c	8283.45	3147.65	10044.64	748.06	1934.21
SLV 2d	8125.45	3147.65	10044.64	748.06	1934.21
SLV 3a	11877.64	6627.49	3013.39	1417.26	580.26
SLV 3b	11719.64	6627.49	3013.39	1417.26	580.26
SLV 3c	6348.11	6627.49	3013.39	1417.26	580.26
SLV 3d	6190.11	6627.49	3013.39	1417.26	580.26
SLV 4a	11877.64	3147.65	8376.09	748.06	1280.26
SLV 4b	11719.64	3147.65	8376.09	748.06	1280.26
SLV 4c	6348.11	3147.65	8376.09	748.06	1280.26
SLV 4d	6190.11	3147.65	8376.09	748.06	1280.26
E 1	9112.88	941.20	500.00	181.00	1000.00
E 2	8954.88	941.20	500.00	181.00	1000.00
E 3	9112.88	1191.20	0.00	681.00	0.00
E 4	8954.88	1191.20	0.00	681.00	0.00

9.2.3 Sollecitazioni sui diaframmi

Nel seguente paragrafo si riportano le sollecitazioni sui diaframmi che vengono studiati prima in direzione trasversale, in cui sono agenti lo sforzo normale, il taglio e il momento trasversali, poi in direzione longitudinale, in cui sono agenti il taglio e il momento longitudinali. Verranno inoltre presi in considerazione sia il caso in cui il fattore di gruppo verticale sia pari ad $\alpha_v = 1$ sia il caso in cui sia uguale a $\alpha_v = 1/(n^\circ \text{ diaf})^{0.5}$. Nelle verifiche verrà poi considerata la condizione più gravosa.

9.2.3.1 Direzione trasversale

$$\alpha_v = 1$$

Azioni assiale a testa palo (kN)			
Comb.	Palo	Palo	Palo
	1	2	3
SLU 1a	-5726	-3766	-1806
SLU 1b	-7084	-5146	-3207
SLU 2a	-5752	-4026	-2301
SLU 2b	-7193	-5497	-3800
SLU 3a	-5242	-3766	-2290
SLU 3b	-6600	-5146	-3691
SLU 4a	-5242	-3766	-2290
SLU 4b	-6600	-5146	-3691
SLU 5a	-5236	-3760	-2284
SLU 5b	-6605	-5150	-3696
SLV 1a	-3994	-3314	-2634
SLV 1b	-3942	-3261	-2581
SLV 1c	-3441	-2761	-2081
SLV 1d	-3389	-2708	-2028
SLV 2a	-5581	-3314	-1047

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
66 di 129

SLV 2b	-5529	-3261	-994
SLV 2c	-5028	-2761	-494
SLV 2d	-4976	-2708	-441
SLV 3a	-4639	-3959	-3279
SLV 3b	-4587	-3907	-3226
SLV 3c	-2796	-2116	-1436
SLV 3d	-2744	-2063	-1383
SLV 4a	-5671	-3959	-2247
SLV 4b	-5619	-3907	-2194
SLV 4c	-3828	-2116	-404
SLV 4d	-3776	-2063	-351
E 1	-3399	-3038	-2676
E 2	-3347	-2985	-2623
E 3	-3038	-3038	-3038
E 4	-2985	-2985	-2985

$$\alpha_v = 0.577$$

Azioni assiale a testa palo (kN)

Comb.	Palo	Palo	Palo
	1	2	3
SLU 1a	-5286	-3766	-2246
SLU 1b	-6649	-5146	-3642
SLU 2a	-5365	-4026	-2688
SLU 2b	-6812	-5497	-4181
SLU 3a	-4911	-3766	-2621
SLU 3b	-6273	-5146	-4018
SLU 4a	-4911	-3766	-2621
SLU 4b	-6273	-5146	-4018
SLU 5a	-4905	-3760	-2616
SLU 5b	-6278	-5150	-4023
SLV 1a	-3871	-3314	-2757
SLV 1b	-3818	-3261	-2705
SLV 1c	-3318	-2761	-2204
SLV 1d	-3265	-2708	-2152
SLV 2a	-5170	-3314	-1458
SLV 2b	-5118	-3261	-1405
SLV 2c	-4617	-2761	-905
SLV 2d	-4565	-2708	-852
SLV 3a	-4516	-3959	-3402
SLV 3b	-4463	-3907	-3350
SLV 3c	-2673	-2116	-1559
SLV 3d	-2620	-2063	-1507
SLV 4a	-5361	-3959	-2557
SLV 4b	-5308	-3907	-2505
SLV 4c	-3518	-2116	-714
SLV 4d	-3465	-2063	-662
E 1	-3318	-3038	-2757
E 2	-3265	-2985	-2704
E 3	-3038	-3038	-3038
E 4	-2985	-2985	-2985

**TAGLIO a testa palo (kN)**

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3
SLU 1a	457	257	257
SLU 1b	457	257	257
SLU 2a	284	150	150
SLU 2b	283	150	150
SLU 3a	279	152	152
SLU 3b	279	152	152
SLU 4a	279	152	152
SLU 4b	279	152	152
SLU 5a	279	152	152
SLU 5b	279	152	152
SLV 1a	258	161	161
SLV 1b	258	161	161
SLV 1c	258	161	161
SLV 1d	258	161	161
SLV 2a	861	537	537
SLV 2b	861	537	537
SLV 2c	861	537	537
SLV 2d	861	537	537
SLV 3a	258	161	161
SLV 3b	258	161	161
SLV 3c	258	161	161
SLV 3d	258	161	161
SLV 4a	572	354	354
SLV 4b	572	354	354
SLV 4c	572	354	354
SLV 4d	572	354	354
E 1	441	279	279
E 2	441	279	279
E 3	0	0	0
E 4	0	0	0
SLE RARA 1a	305	171	171
SLE RARA 1b	306	171	171
SLE RARA 2a	190	99	99
SLE RARA 2b	191	99	99
SLE RARA 3a	187	101	101
SLE RARA 3b	187	101	101
SLE RARA 4a	187	101	101
SLE RARA 4b	187	101	101
SLE RARA 5a	187	101	101
SLE RARA 5b	187	101	101
SLE FREQ 1a	9	5	5
SLE FREQ 1b	9	5	5
SLE FREQ 1c	10	5	5
SLE FREQ 1d	10	5	5
SLE FREQ 2a	0	0	0
SLE FREQ 2b	0	0	0

MOMENTO a testa palo (kN)

Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3
SLU 1a	2230	2374	2374
SLU 1b	2192	2338	2338
SLU 2a	2296	2319	2319

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
68 di 129

SLU 2b	2246	2272	2272
SLU 3a	1861	1912	1912
SLU 3b	1823	1877	1877
SLU 4a	1861	1912	1912
SLU 4b	1823	1877	1877
SLU 5a	1861	1912	1912
SLU 5b	1823	1877	1877
SLV 1a	244	42	42
SLV 1b	244	42	42
SLV 1c	244	42	42
SLV 1d	244	42	42
SLV 2a	814	139	139
SLV 2b	814	139	139
SLV 2c	814	139	139
SLV 2d	814	139	139
SLV 3a	244	42	42
SLV 3b	244	42	42
SLV 3c	244	42	42
SLV 3d	244	42	42
SLV 4a	282	334	334
SLV 4b	282	334	334
SLV 4c	282	334	334
SLV 4d	282	334	334
E 1	592	253	253
E 2	592	253	253
E 3	0	0	0
E 4	0	0	0
SLE RARA 1a	1556	1647	1647
SLE RARA 1b	1584	1673	1673
SLE RARA 2a	1622	1632	1632
SLE RARA 2b	1660	1666	1666
SLE RARA 3a	1309	1339	1339
SLE RARA 3b	1337	1365	1365
SLE RARA 4a	1309	1339	1339
SLE RARA 4b	1337	1365	1365
SLE RARA 5a	1309	1339	1339
SLE RARA 5b	1337	1365	1365
SLE FREQ 1a	940	878	878
SLE FREQ 1b	940	878	878
SLE FREQ 1c	968	904	904
SLE FREQ 1d	968	904	904
SLE FREQ 2a	0	0	0
SLE FREQ 2b	0	0	0

Si riporta anche l'involuppo dell'andamento del momento e del taglio lungo lo sviluppo del diaframma per le varie combinazioni di carico e per i vari diaframmi, da cui si ricavano le sollecitazioni utilizzate nelle verifiche.



Doc. N.

Progetto
INOR

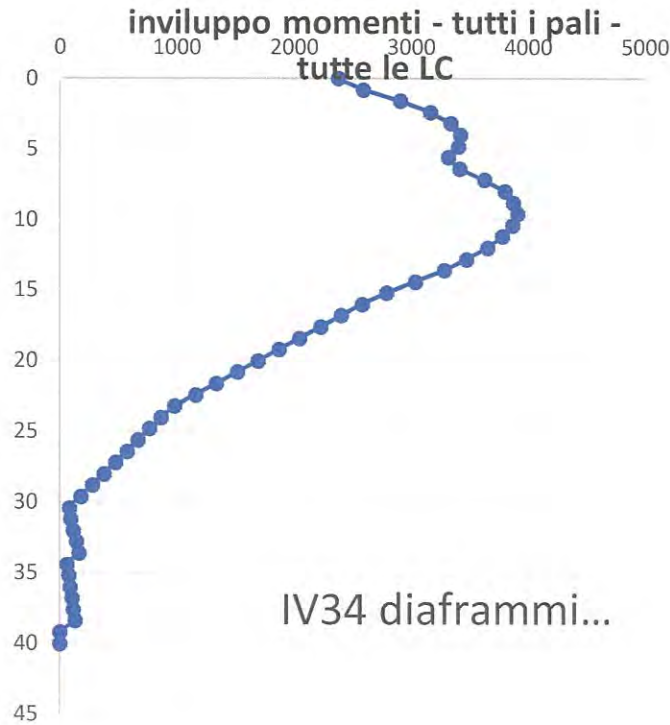
Lotto
11

Codifica Documento
E 2 CL IV 34A 4 001

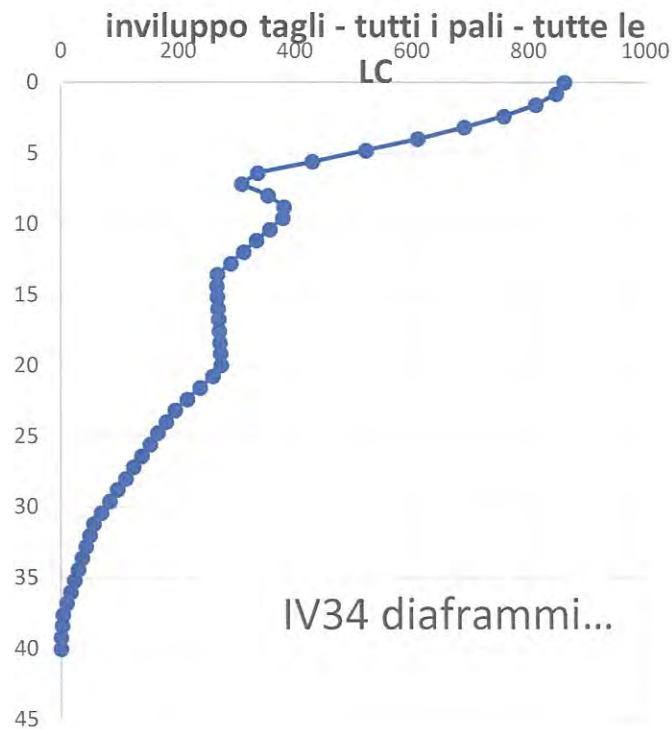
Rev.
A

Foglio
69 di 129

- Momento SLU



- Taglio SLU



Doc. N.

Progetto
INOR

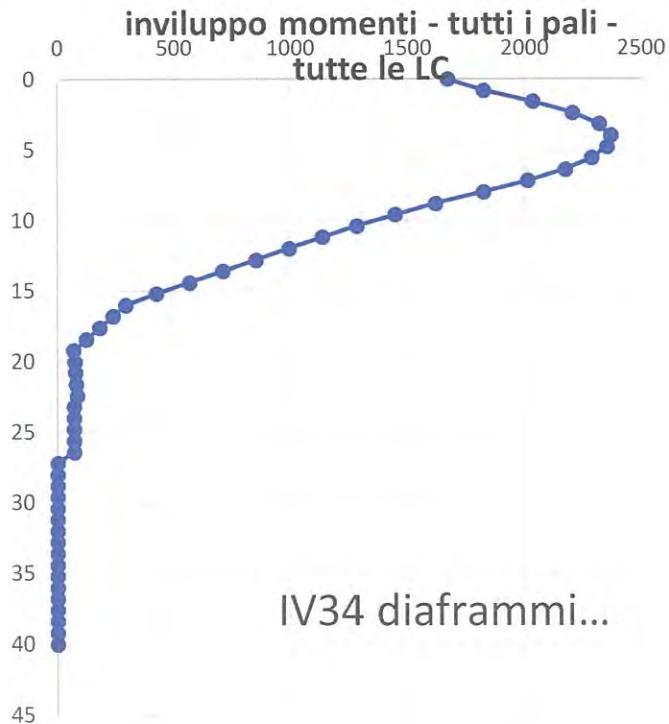
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

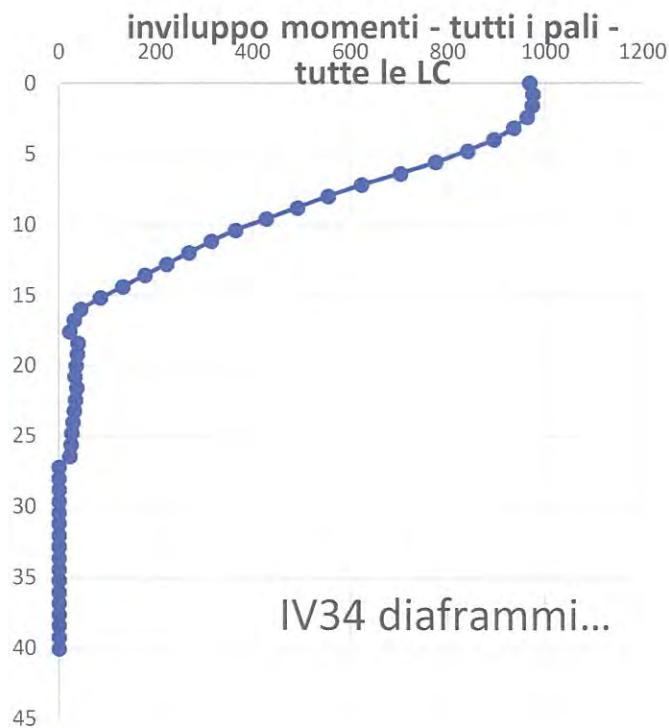
Rev.
A

Foglio
70 di 129

- Momento SLE RARA



- Momento SLE FREQ




9.2.3.2 Direzione longitudinale

TAGLIO a testa palo (kN)			
Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3
SLU 1a	87	87	87
SLU 1b	87	87	87
SLU 2a	87	87	87
SLU 2b	87	87	87
SLU 3a	165	165	165
SLU 3b	165	165	165
SLU 4a	87	87	87
SLU 4b	87	87	87
SLU 5a	145	145	145
SLU 5b	145	145	145
SLV 1a	690	690	690
SLV 1b	690	690	690
SLV 1c	690	690	690
SLV 1d	690	690	690
SLV 2a	249	249	249
SLV 2b	249	249	249
SLV 2c	249	249	249
SLV 2d	249	249	249
SLV 3a	472	472	472
SLV 3b	472	472	472
SLV 3c	472	472	472
SLV 3d	472	472	472
SLV 4a	249	249	249
SLV 4b	249	249	249
SLV 4c	249	249	249
SLV 4d	249	249	249
E 1	60	60	60
E 2	60	60	60
E 3	227	227	227
E 4	227	227	227
SLE RARA 1a	72	72	72
SLE RARA 1b	72	72	72
SLE RARA 2a	72	72	72
SLE RARA 2b	72	72	72
SLE RARA 3a	130	130	130
SLE RARA 3b	130	130	130
SLE RARA 4a	72	72	72
SLE RARA 4b	72	72	72
SLE RARA 5a	121	121	121
SLE RARA 5b	121	121	121

MOMENTO a testa palo (kN)			
Comb.	Palo 1	Palo 2	Palo 3
SLU 1a	452	452	452
SLU 1b	452	452	452
SLU 2a	452	452	452
SLU 2b	452	452	452
SLU 3a	859	859	859
SLU 3b	859	859	859
SLU 4a	452	452	452

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
72 di 129

SLU 4b	452	452	452
SLU 5a	753	753	753
SLU 5b	753	753	753
SLV 1a	2765	2765	2765
SLV 1b	2765	2765	2765
SLV 1c	2765	2765	2765
SLV 1d	2765	2765	2765
SLV 2a	1049	1049	1049
SLV 2b	1049	1049	1049
SLV 2c	1049	1049	1049
SLV 2d	1049	1049	1049
SLV 3a	2209	2209	2209
SLV 3b	2209	2209	2209
SLV 3c	2209	2209	2209
SLV 3d	2209	2209	2209
SLV 4a	1049	1049	1049
SLV 4b	1049	1049	1049
SLV 4c	1049	1049	1049
SLV 4d	1049	1049	1049
E 1	314	314	314
E 2	314	314	314
E 3	397	397	397
E 4	397	397	397
SLE RARA 1a	376	376	376
SLE RARA 1b	376	376	376
SLE RARA 2a	376	376	376
SLE RARA 2b	376	376	376
SLE RARA 3a	678	678	678
SLE RARA 3b	678	678	678
SLE RARA 4a	376	376	376
SLE RARA 4b	376	376	376
SLE RARA 5a	627	627	627
SLE RARA 5b	627	627	627

Doc. N.

Progetto
INOR

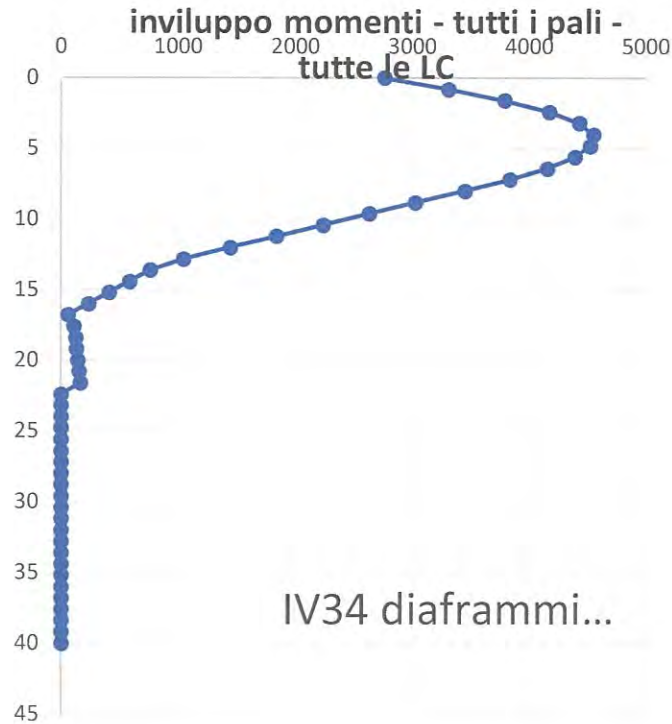
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

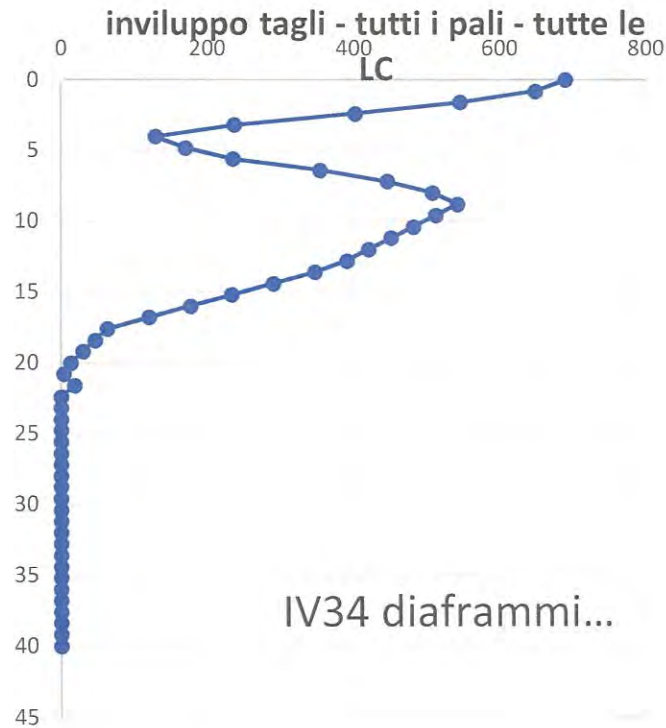
Rev.
A

Foglio
73 di 129

- Momento SLU



- Taglio SLU



Doc. N.

Progetto
INOR

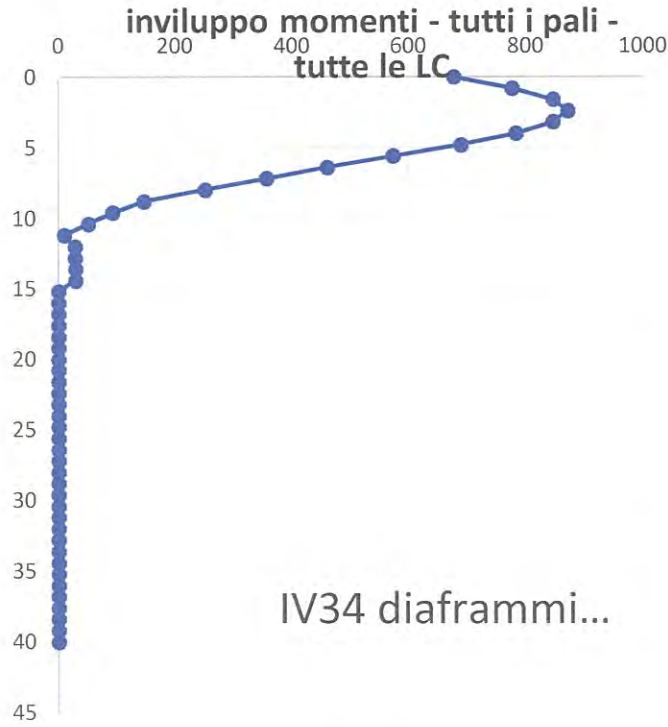
Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

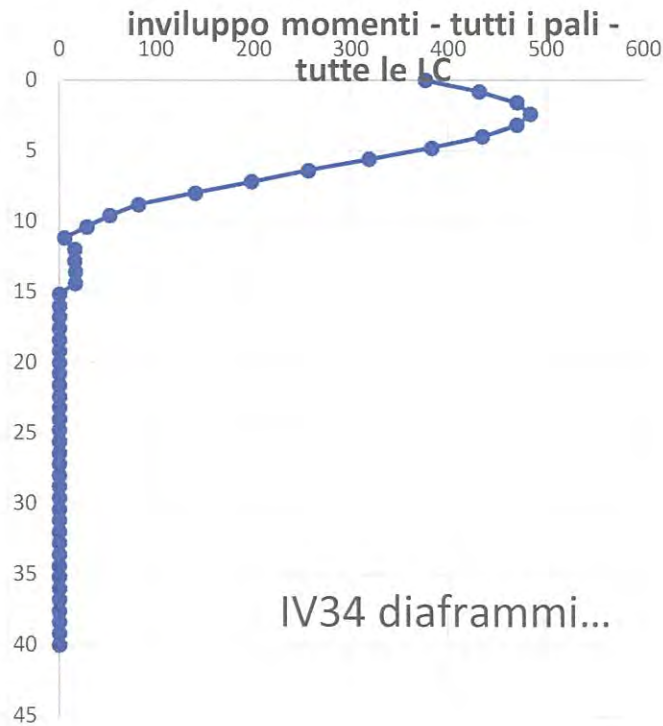
Rev.
A

Foglio
74 di 129

- Momento SLE RARA

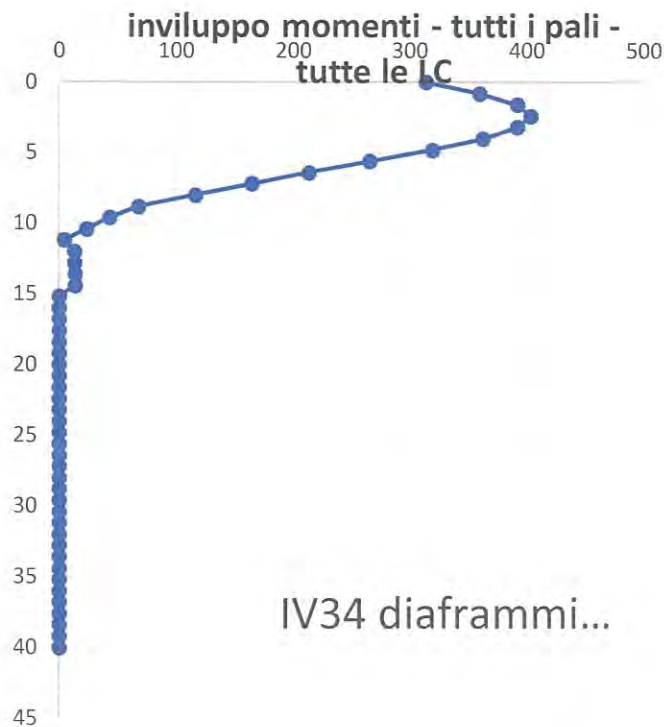


- Momento SLE FREQ





- Momento SLE QP



9.2.3.3 Sintesi sollecitazioni

Si riporta una tabella riassuntiva con le sollecitazioni utilizzate nelle verifiche. A favore di sicurezza si eseguono le verifiche considerando l'involuppo del momento massimo longitudinale con l'involuppo del momento massimo trasversale alla stessa quota per gli SLU, mentre per gli SLE si prendono gli involuppi senza considerare la loro reale profondità.

	Profondità [m]		
SLU /SLV	-	N_{max}	7193 kN
	4.0	$M_{long} max$	4555 kNm
		$M_{trasv} associato a M_{long} max$	3418 kNm
	9.6	$M_{long} associato a M_{trasv} max$	2633 kNm
		$M_{trasv} max$	3913 kNm
	-	T_{long}	690 kN
-	T_{trasv}	861 kN	
SLE RARA	2.4	$M_{long} max$	872 kNm
	4.0	$M_{trasv} max$	2368 kNm
SLE FREQ	2.4	$M_{long} max$	484 kNm
	1.6	$M_{trasv} max$	974 kNm
SLE QP	2.4	$M_{long} max$	404 kNm



10 VERIFICHE STRUTTURALI

Le verifiche degli elementi strutturali verranno eseguite a partire dalle sollecitazioni ricavate nei paragrafi precedenti.

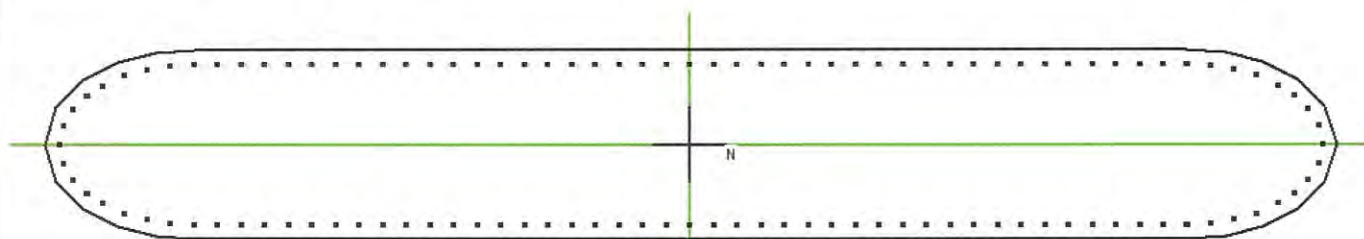
Per ciascun elemento strutturale, a parità di armatura, verranno eseguite le sole verifiche relative alle pile più sollecitate, considerate valide, a favore di sicurezza, anche per le pile rimanenti.

10.1 Verifiche del fusto pile 1, 2 e 3

Le verifiche di seguito riportate sono eseguite applicando le combinazioni di sollecitazione più gravose per ciascun stato limite, tra quelle calcolate per la pila 1, 2 e 3. Le verifiche si ritengono valide, a favore di sicurezza, per tutti i fusti, aventi identiche caratteristiche geometriche e armature.

10.1.1 Caratteristiche della sezione

La base della pila ha sezione rettangolare con i tratti estremi a forma ellittica e prevede le seguenti caratteristiche geometriche e la seguente armatura verticale ed orizzontale:



Sezione di verifica.

Larghezza direzione longitudinale (cm)	120.00
Larghezza direzione trasversale (cm)	820.00
Armatura 1° strato verticale tratto rettangolare (cm ²)	86Ø26 456.66
Copriferro baricentrico armatura dalla parete esterna (cm)	9.20
Armatura 1° strato verticale tratto ellittico (cm ²)	30Ø26 159.30
Copriferro baricentrico armatura dalla parete esterna (cm)	9.20
Totale armatura (cm²)	615.96 > 0.003A_c = 0.003 * 93500 = 280.5
Armatura orizzontale in direzione longitudinale (cm ²)	Staffe Ø14/20 a due braccia + 23 Spille Ø10/20 3.07 + 18.06
Armatura orizzontale in direzione trasversale (cm ²)	Staffe Ø14/20 a due braccia 3.07

10.1.2 Verifiche di resistenza allo S.L.U.

10.1.2.1 Pressoflessione

Le verifiche a pressoflessione del fusto vengono eseguite tramite il confronto dei valori di N, M sollecitanti con i domini di resistenza della sezione. Di seguito si riportano le verifiche per le diverse combinazioni di carico precedentemente descritte. Si utilizza, a favore di sicurezza, il minimo N ricavato in precedenza.

Titolo :

N° Vertici Zoom

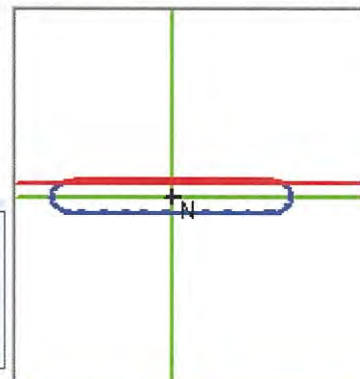
N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-315	60
2	315	60
3	339.5457	57.96268
4	363.3445	51.64992
5	385.2219	40.41061
6	402.6368	23.16084

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	329.9713	49.99574
2	5.31	344.7651	47.56543
3	5.31	359.1559	43.37179
4	5.31	372.8201	37.21836
5	5.31	383.0519	30.58067
6	5.31	391.8898	22.19164

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="5400"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN
yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

N° rett.

Calcola MRd

Dominio Mx-My

angolo asse neutro θ°

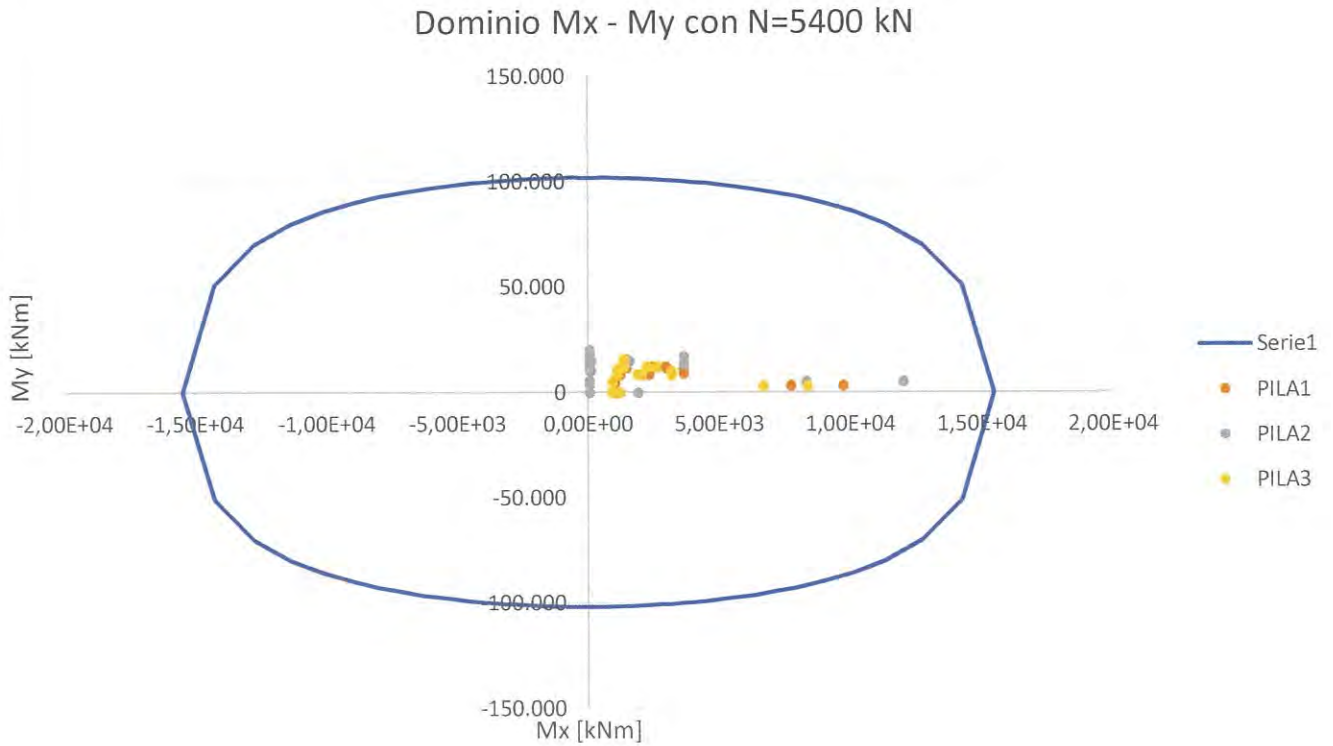
Precompresso

Materiali

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E_s	<input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f_{cd}	<input type="text" value="19.83"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> [?]
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="13.5"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co}	<input type="text" value="0.8"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.257"/>

M _{xRd}	<input type="text" value="15,486"/> kN m
M _{yRd}	<input type="text" value="0"/> kN m
σ_c	<input type="text" value="-19.83"/> N/mm ²
σ_s	<input type="text" value="391.3"/> N/mm ²
ϵ_c	<input type="text" value="3.5"/> ‰
ϵ_s	<input type="text" value="26.31"/> ‰
d	<input type="text" value="110.8"/> cm
x	<input type="text" value="13.01"/> x/d <input type="text" value="0.1174"/>
δ	<input type="text" value="0.7"/>

Nella figura seguente si riporta il dominio di rottura della sezione:



La verifica si ritiene soddisfatta essendo il momento sollecitante interno al dominio di rottura per tutte le combinazioni sopracitate.

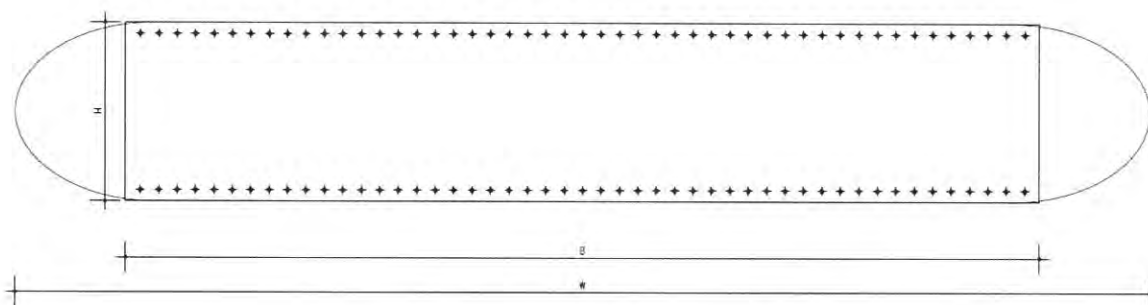
10.1.2.2 Taglio

Verifica a taglio in direzione longitudinale

Caratteristiche geometriche della sezione di verifica

Si considera una sezione rettangolare contenuta all'interno della sezione reale del fusto e si considerano, a favore di sicurezza, le sole armature disposte all'interno della sezione fittizia ottenuta.

Di seguito si riportano le caratteristiche geometriche della sezione di verifica e le armature considerate nella verifica:



Sezione di verifica.

Larghezza direzione longitudinale H (cm)	120.00
Larghezza direzione trasversale B (cm)	640.00
Armatura tesa 1° strato verticale (cm ²)	43Ø26
	228.00
Copriferro baricentrico armatura dalla parete esterna (cm)	9.20
Armatura orizzontale in direzione longitudinale (cm ²)	Staffe Ø14/20 a due braccia + 23 Spille Ø20/10
	3.07 + 18.06

A favore di sicurezza si esegue la verifica con lo sforzo normale $N=0$ e considerando solamente gli spilli come staffe.

V_{sdu}	2352	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	45	N/mm^2
f_{ck}	35	N/mm^2
γ_c	1.50	
f_{yk}	450	N/mm^2
b_w	640	cm
d	111	cm
A_{sl}	228	cm^2
c	9.20	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
A_{sw}	18.06	cm^2
passo	20	cm
f_{cd}	18.13	N/mm^2
f_{yd}	391.30	N/mm^2
σ_{cp}	0.00	N/mm^2
<i>Verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	2637	kN
<i>Verifica con armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rcd}	19952	kN
V_{Rsd}	8810	kN
V_{Rd}	8810	kN

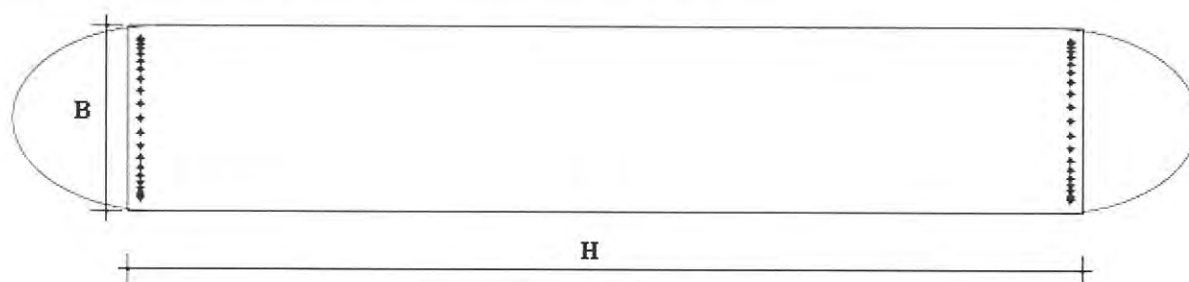
La verifica risulta quindi soddisfatta essendo il taglio sollecitante $V_{sdu} < V_{Rd}$.



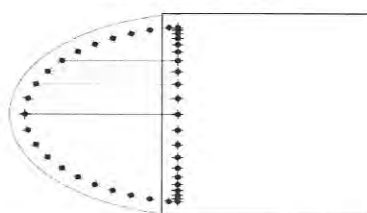
Verifica a taglio in direzione trasversale

Caratteristiche geometriche della sezione di verifica

Per la verifica a taglio lungo la direzione trasversale la verifica viene condotta considerando a favore di sicurezza una sezione rettangolare nella quale l'armatura è ottenuta dalla proiezione dell'armatura posta nel tratto ellittico lungo il tratto rettilineo della sezione rettangolare oggetto di verifica:



Sezione di verifica.



Proiezione armatura considerata.

Larghezza direzione longitudinale H (cm)	640.00
Larghezza direzione trasversale B (cm)	120.00
Armatura tesa 1° strato verticale (cm ²)	15Ø26
	79.65
Copriferro baricentrico armatura dalla parete esterna (cm)	8.00
Armatura orizzontale in direzione trasversale (cm ²)	Staffe a due braccia Ø14/20
	3.08

Verifica a taglio

A favore di sicurezza si esegue la verifica con lo sforzo normale $N=0$.

V_{sdu}	2558	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	45	N/mm^2
f_{ck}	35	N/mm^2
γ_c	1.50	
f_{yk}	450	N/mm^2
b_w	120	cm
d	640	cm
A_{sl}	79.65	cm^2
c	9.20	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
A_{sw}	3.08	cm^2
passo	20	cm
f_{cd}	18.13	N/mm^2
f_{yd}	391.30	N/mm^2
σ_{cp}	0.00	N/mm^2
<i>Verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	1941	kN
<i>Verifica con armatura resistente a taglio</i>		
V_{Red}	21609	kN
V_{Rsd}	8678	kN
V_{Rd}	8678	kN

La verifica risulta quindi soddisfatta essendo il taglio sollecitante $V_{sdu} < V_{Rd}$.



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
83 di 129

10.1.3 Verifiche tensionali allo S.L.E.

Si esegue la verifica tensionale con la condizione di carico più gravosa in combinazione rara.
Le tensioni di compressione nel calcestruzzo e di trazione nell'acciaio risultano:

Titolo :

N° Vertici Zoom

N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-315	60
2	315	60
3	339.5457	57.96268
4	363.3445	51.64992
5	385.2219	40.41061
6	402.6368	23.16084

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	329.9713	49.99574
2	5.31	344.7651	47.56543
3	5.31	359.1559	43.37179
4	5.31	372.8201	37.21836
5	5.31	383.0519	30.58067
6	5.31	391.8896	22.19164

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="5400"/>	<input type="text" value="9800"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="2325"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="8573"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

B450C		C35/45	
ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm ²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E_s	<input type="text" value="200,000"/> N/mm ²	f_{cd}	<input type="text" value="19.83"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> [?]
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="13.5"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm ²	τ_{co}	<input type="text" value="0.8"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="2.257"/>

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_s ‰

d cm

x w/d

δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Poiché i valori di f_c e f_s rispettano i limiti prescritti, le verifiche sono soddisfatte. Essendo la verifica soddisfatta in condizione rara (con le limitazioni della condizione quasi permanente), la condizione "Quasi permanente" risulta automaticamente soddisfatta in quanto presenta carichi inferiori.

Doc. N.	Progetto INOR	Lotto 11	Codifica Documento E E2 CL IV 34A 4 001	Rev. A	Foglio 84 di 129
---------	------------------	-------------	--	-----------	---------------------

10.1.4 Verifiche a fessurazione

Le verifiche a fessurazione vengono condotte per le combinazioni di carico in combinazione frequente.

Titolo :

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-315	60
2	315	60
3	339.5457	57.96268
4	363.3445	51.64992
5	385.2219	40.41061
6	402.6368	23.16084

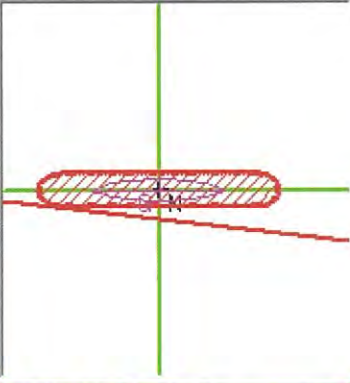
N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	329.9713	49.99574
2	5.31	344.7651	47.56543
3	5.31	359.1558	43.37179
4	5.31	372.8201	37.21838
5	5.31	383.0519	30.58067
6	5.31	391.8898	22.19164

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi

a T Circolare

Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} kN

M_{xEd} kNm

M_{yEd}

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-

Metodo n

Materiali

B450C C35/45

ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰

f_{yd} N/mm² ϵ_{cu}

E_s N/mm² f_{cd}

E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} [?]

ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$

$\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} τ_{c1}

σ_c N/mm²

ϵ_s ‰

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Poiché la sezione è interamente compressa la verifica risulta soddisfatta.

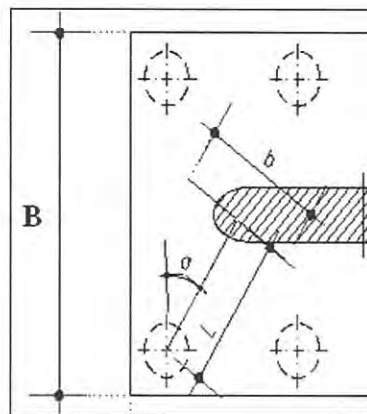
Essendo soddisfatta la verifica in combinazione frequente, in combinazione Quasi Permanente la verifica è automaticamente soddisfatta.

10.2 Verifiche del plinto in retto

Le verifiche dei plinti vengono eseguite con riferimento alle indicazioni riportate nel capitolo "Criteri di calcolo".

10.2.1 Caratteristiche della sezione

Con riferimento alla figura che segue, si riportano le principali caratteristiche geometriche del plinto e si calcolano i valori del momento flettente nelle quattro condizioni per le quali devono essere svolte le verifiche di resistenza e di fessurazione.



Dimensione longitudinale plinto B	6.80	m
Dimensione trasversale plinto D	12.80	m
Spessore plinto	2.00	m
Area fusto pila	9.35	mq
numero pali	8.00	
Peso del plinto sul palo = Δw_{plinto}	544.00	kN
Lunghezza mensola	2.80	m
Inclinazione α rispetto alla direzione longitudinale	32°	

Si considera una sezione di verifica nella direzione perpendicolare a quella congiungente i pali di bordo: la larghezza b di tale sezione è data dalla somma del diametro del palo più una larghezza di diffusione del carico assiale del palo a 45° lungo lo spessore della platea:

$$b = 1.20 + 1.00 + 1.00 = 3.20 \text{ m}$$

Le armature dei primi quattro strati, dirette secondo le direzioni principali del plinto, verranno prese in considerazione in base alla loro componente calcolata lungo la direzione di inclinazione della mensola, definita in precedenza.

Larghezza b (cm)	320.00
Altezza h (cm)	200.00
Armatura inferiore 1° strato longitudinale (cm ²)	1Ø26/15
	16φ26 *cos32°= 72.05
Copriferro baricentrico armatura (cm)	7.80
Armatura inferiore 2° strato trasversale (cm ²)	1Ø26/15
	13φ26 *sen32°= 36.58
Copriferro baricentrico armatura (cm)	10.40
Armatura inferiore 3° strato longitudinale (cm ²)	1Ø26/15
	8φ26 *cos32°= 36.03
Copriferro baricentrico armatura (cm)	13.00
Armatura inferiore 4° strato trasversale (cm ²)	1Ø26/15
	6φ26 *sen32°= 16.88
Copriferro baricentrico armatura (cm)	15.60
Armatura inferiore strato aggiuntiva (cm ²)	8Ø26
	8φ26 = 42.48
Copriferro baricentrico armatura (cm)	19.50

10.2.2 Azioni sollecitanti

Le sollecitazioni flettenti massime sul plinto vengono ricavate considerando per ogni combinazione di carico il massimo valore di carico agente sul palo tra le pile oggetto del presente paragrafo.

Condizione SLU - SLV

Carico massimo 3612,00 kN

Carico sollecitante P 3068,00 kN

Il momento flettente nella sezione di incastro risulta:

$$M=P \cdot l = \mathbf{8590,00 \text{ kNm}}$$

Configurazione di carico rara

Carico massimo 3065,00 kN

Carico sollecitante P 2521,00 kN

Il momento flettente nella sezione di incastro risulta:

$$M=P \cdot l = \mathbf{7059,00 \text{ kNm}}$$

Configurazione di carico frequente

Carico massimo 2647,00 kN

Carico sollecitante P 2103,00 kN

Il momento flettente nella sezione di incastro risulta:

$$M=P \cdot l = \mathbf{5888,00 \text{ kNm}}$$

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
87 di 129

Configurazione di carico quasi permanente

Carico massimo 2107,00 kN

Carico sollecitante P 1563,00 kN

Il momento flettente nella sezione di incastro risulta:

$$M = P \cdot l = 4376,00 \text{ kNm}$$

10.2.3 Verifiche di resistenza allo S.L.U.

10.2.3.1 Pressoflessione

La verifica allo stato limite ultimo viene condotta con riferimento alle sollecitazioni più gravose fra la condizione statica e quella sismica.

Titolo :

N° figure elementari Zoom

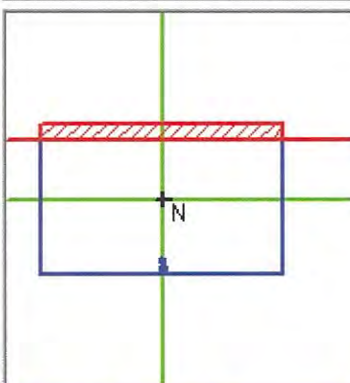
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	320	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	72.05	192.2
2	36.58	189.6
3	36.03	187
4	16.88	184.4
5	42.48	180.5

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="8590"/>	<input type="text" value="7622"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN yN

Tipo rottura
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

Retta Deviata

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E _s	<input type="text" value="200,000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> [?]
ε _{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/>
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

M_{xRd} kN m

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_c ‰

ε_s ‰

d cm

x w/d

δ

N° rett.

Calcola MRd

Dominio M-N

L₀ cm Col. modello

Precompresso

Nella figura seguente si riporta il dominio di rottura della sezione:

Doc. N.

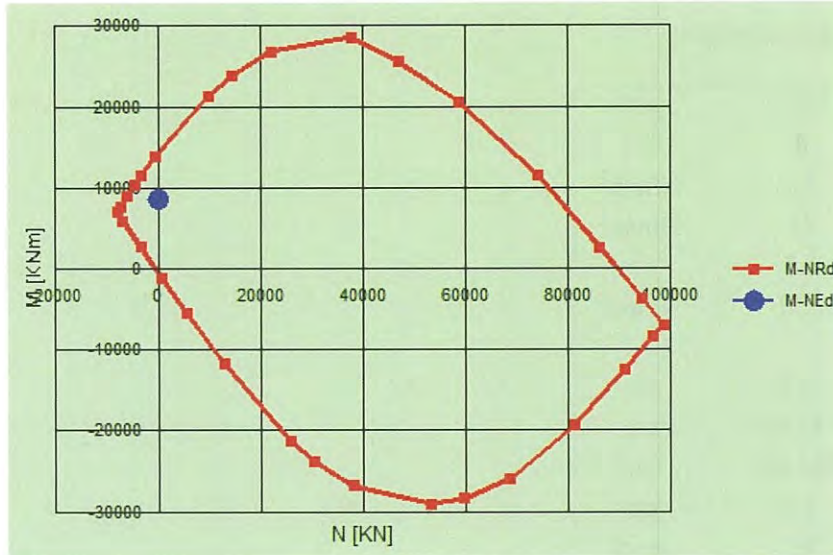
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
88 di 129



La verifica si ritiene soddisfatta essendo il momento sollecitante interno al dominio di rottura.

10.2.3.2 Taglio

Si considerano staffe $\phi 16$ 30x60cm.

V_{sdu}	3612	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	30	N/mm ²
f_{ck}	25	N/mm ²
g_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	320	cm
d	187.00	cm
Asl	204.02	cm ²
c	13.00	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
q	21.80	gradi
$ctgq$	2.50	
$q_{imposto}$	21.80	gradi
Asw	20.10	cm ²
passo staffe	60.00	cm
f_{cd}	14.167	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1.119	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
s_{cp}	0.0000	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	1946.535	kN
$V_{Rd,min}$	1600.859	kN
<i>verifica con armatura resistente a taglio (staffe)</i>		
V_{Rcd}	13153.803	kN
V_{Rsd}	5515.877	kN
V_{Rd}	5515.877	kN

La verifica risulta quindi soddisfatta essendo il taglio sollecitante $V_{sdu} < V_{Rd}$.

10.2.4 Verifiche tensionali allo S.L.E.

Si esegue la verifica tensionale con la condizione di carico più gravosa in combinazione rara.
Le tensioni di compressione nel calcestruzzo e di trazione nell'acciaio risultano:

Titolo :

N° figure elementari

1 Zoom

N° strati barre

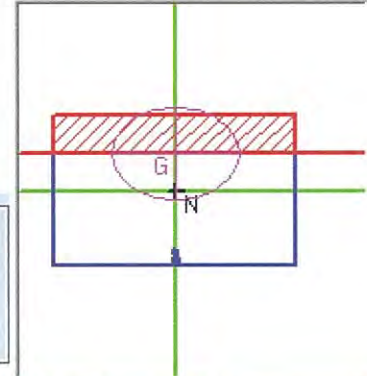
5 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	320	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	72.05	192.2
2	36.58	189.6
3	36.03	187
4	16.88	184.4
5	42.48	180.5

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.



Metodo n

N_{Ed} 0

0 kN

M_{xEd} 8590

7059 kNm

M_{yEd} 0

0

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm]

xN 0

yN 0

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C

C25/30

ϵ_{su} 67.5 ‰

ϵ_{c2} 2 ‰

f_{yd} 391.3 N/mm²

ϵ_{cu} 3.5 ‰

E_s 200,000 N/mm²

f_{cd} 14.17

E_s/E_c 15

f_{cc}/f_{cd} 0.8

ϵ_{syd} 1.957 ‰

$\sigma_{c,adm}$ 9.75

$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²

τ_{co} 0.6

τ_{c1} 1.829

σ_c -5.052 N/mm²

σ_s 209.1 N/mm²

ϵ_s 1.046 ‰

d 192.2 cm

x 51.12 x/d 0.266

δ 0.7725

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Poiché i valori di f_c e f_s rispettano i limiti prescritti, le verifiche sono soddisfatte. Essendo la verifica soddisfatta in condizione rara (con le limitazioni della condizione quasi permanente), la condizione "Quasi permanente" risulta automaticamente soddisfatta in quanto presenta carichi inferiori.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
91 di 129

10.2.5 Verifiche a fessurazione

Le verifiche a fessurazione vengono condotte per le combinazioni di carico in combinazione frequente.

Titolo :

N° figure elementari Zoom

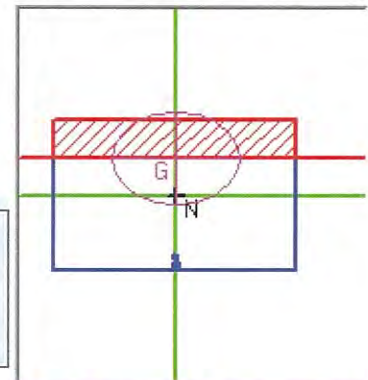
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	320	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	72.05	192.2
2	36.58	189.6
3	36.03	187
4	16.88	184.4
5	42.48	180.5

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="8590"/>	<input type="text" value="5888"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN

yN

Metodo di calcolo

S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

ϵ_{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ϵ_{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f_{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ϵ_{cu}	<input type="text" value="3.5"/>
E_s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f_{cd}	<input type="text" value="14.17"/>
E_s/E_c	<input type="text" value="15"/>	f_{cc}/f_{cd}	<input type="text" value="0.8"/> ?
ϵ_{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	$\sigma_{c,adm}$	<input type="text" value="9.75"/>
$\sigma_{s,adm}$	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ_{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ_{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
 d cm
 x x/d
 δ


Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Classe cls	$f_{ck} =$	25	N/mm²
Modulo elastico acciaio	$E_s =$	210000	N/mm²
Modulo elastico del calcestruzzo	$E_{cm0} =$	31476	N/mm²
Resistenza a trazione media	$f_{ctm} =$	2.56	N/mm²
Coefficiente di omogeneizzazione	n0 =	15	
Caratteristiche della sezione			
Altezza	H =	200	cm
Larghezza	B =	320	cm
Momento di fessurazione	M_{fess}	5472	kNm

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA



ITALFERR

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
92 di 129

Copriferro baricentrico acciaio teso	$cb =$	13.00	cm
Area acciaio teso	$A_s =$	204.02	cm ²
Ricoprimento barre esterne tese	$c =$	5.0	cm
Diametro massimo barre tese	$\Phi =$	2.6	cm
Diametro medio equivalente	$\Phi_m =$	2.60	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre	$\sigma_{sm} =$	174.50	N/mm ²
Asse neutro	$x =$	51.12	cm
Altezza utile	$d =$	187.00	cm
Deformazione media barre	$\varepsilon_1 =$	9.10E-04	
Distanza media fra due fessure successive			
Coefficiente k_2	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente k_3	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	320.0	cm
Altezza efficace	$hc_{eff} =$	32.5	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	10400.0	cm ²
Area armature poste in A_{ceff}	$A_s =$	204.02	cm ²
Distanza massima fra due fessure	$\Delta s_{max} =$	39.53	cm
Coefficiente k_t	$k_t =$	0.4	
Coefficiente k_1	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente k_4	$k_4 =$	0.425	
Deformazione unitaria media	$e_{sm} =$	5.09E-04	
Ampiezza fessura	$w_k =$	0.201	mm

Essendo le condizioni ambientali ordinarie ($w_3 = 0.4\text{mm}$) la verifica a fessurazione risulta.

Essendo soddisfatta la verifica in combinazione frequente con le limitazioni della quasi permanente ($w_2 = 0.3\text{mm}$), in combinazione Quasi Permanente la verifica è automaticamente soddisfatta.

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

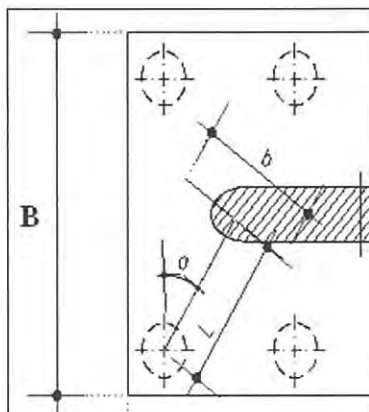
Foglio
93 di 129

10.3 Verifiche del plinto ruotato

Le verifiche dei plinti vengono eseguite con riferimento alle indicazioni riportate nel capitolo "Criteri di calcolo".
Le verifiche verranno eseguite applicando le combinazioni di sollecitazioni per la pila 2.

10.3.1 Caratteristiche della sezione

Con riferimento alla figura che segue, si riportano le principali caratteristiche geometriche del plinto e si calcolano i valori del momento flettente nelle quattro condizioni per le quali devono essere svolte le verifiche di resistenza e di fessurazione.



Dimensione longitudinale plinto B	6.80	m
Dimensione trasversale plinto D	12.80	m
Spessore plinto	2.00	m
Area fusto pila	9.35	mq
numero pali	8.00	
Peso del plinto sul palo = Δw_{plinto}	544.00	kN
Lunghezza mensola	3.60	m
Inclinazione α rispetto alla direzione longitudinale	32°	

Si considera una sezione di verifica nella direzione perpendicolare a quella congiungente i pali di bordo: la larghezza b di tale sezione è data dalla somma del diametro del palo più una larghezza di diffusione del carico assiale del palo a 45° lungo lo spessore della platea:

$$b = 1.20 + 1.00 + 1.00 = 3.20 \text{ m}$$

Le armature dei primi quattro strati, dirette secondo le direzioni principali del plinto, verranno prese in considerazione in base alla loro componente calcolata lungo la direzione di inclinazione della mensola, definita in precedenza.



Larghezza b (cm)	320.00
Altezza h (cm)	200.00
Armatura inferiore 1° strato longitudinale (cm ²)	1Ø26/15 16φ26 *cos32°= 72.05
Copriferro baricentrico armatura (cm)	7.80
Armatura inferiore 2° strato trasversale (cm ²)	1Ø26/15 13φ26 *sen32°= 36.58
Copriferro baricentrico armatura (cm)	10.40
Armatura inferiore 3° strato longitudinale (cm ²)	1Ø26/15 8φ26 *cos32°= 36.03
Copriferro baricentrico armatura (cm)	13.00
Armatura inferiore 4° strato trasversale (cm ²)	1Ø26/15 6φ26 *sen32°= 16.88
Copriferro baricentrico armatura (cm)	15.60
Armatura inferiore strato aggiuntiva (cm ²)	15Ø26 15φ26 = 79.65
Copriferro baricentrico armatura (cm)	19.50

10.3.2 Azioni sollecitanti

Le sollecitazioni flettenti massime sul plinto vengono ricavate considerando per ogni combinazione di carico il massimo valore di carico agente sul palo tra le pile oggetto del presente paragrafo.

Condizione SLU - SLV

Carico massimo 4136,00 kN

Carico sollecitante P 3592,00 kN

Il momento flettente nella sezione di incastro risulta:

$$M=P \cdot l = \mathbf{12931,00 \text{ kNm}}$$

Configurazione di carico rara

Carico massimo 3013,00 kN

Carico sollecitante P 2469,00 kN

Il momento flettente nella sezione di incastro risulta:

$$M=P \cdot l = \mathbf{8888,00 \text{ kNm}}$$

Configurazione di carico frequente

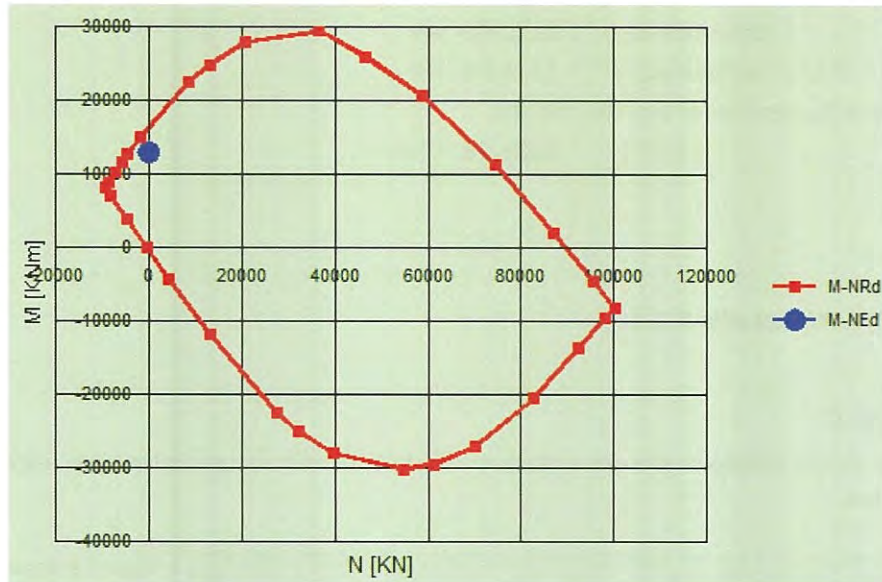
Carico massimo 2604,00 kN

Carico sollecitante P 2060,00 kN

Il momento flettente nella sezione di incastro risulta:

$$M=P \cdot l = \mathbf{7416,00 \text{ kNm}}$$

Configurazione di carico quasi permanente



La verifica si ritiene soddisfatta essendo il momento sollecitante interno al dominio di rottura.

10.3.3.2 Taglio

Si considerano staffe $\phi 16$ 30x60cm.

V_{sdu}	4136	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	30	N/mm^2
f_{ck}	25	N/mm^2
g_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm^2
b_w	320	cm
d	187.00	cm
As_l	204.02	cm^2
c	13.00	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
q	21.80	gradi
$ctgq$	2.50	
$q_{imposto}$	21.80	gradi
As_w	20.10	cm^2
passo staffe	60.00	cm
f_{cd}	14.167	N/mm^2
$f_{ctd_{0,05}}$	1.119	N/mm^2
f_{yd}	391.304	N/mm^2
s_{cp}	0.0000	N/mm^2
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	1946.535	kN
$V_{Rd,min}$	1600.859	kN
<i>verifica con armatura resistente a taglio (staffe)</i>		
V_{Rcd}	13153.803	kN
V_{Rsd}	5515.877	kN
V_{Rd}	5515.877	kN

La verifica risulta quindi soddisfatta essendo il taglio sollecitante $V_{sdu} < V_{Rd}$.



10.3.4 Verifiche tensionali allo S.L.E.

Si esegue la verifica tensionale con la condizione di carico più gravosa in combinazione rara.
Le tensioni di compressione nel calcestruzzo e di trazione nell'acciaio risultano:

Titolo :

N° figure elementari

1 Zoom

N° strati barre

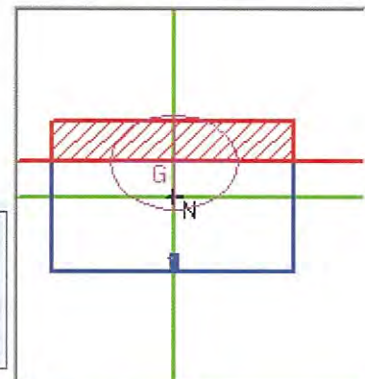
5 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	320	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	72.05	192.2
2	36.58	189.6
3	36.03	187
4	16.88	184.4
5	79.64	180.5

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.



Metodo n

N _{Ed}	0	0	kN
M _{xEd}	12931	8888	kNm
M _{yEd}	0	0	

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls

Coord. [cm]

xN 0

yN 0

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200.000 N/mm ²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c -6.032 N/mm²

σ_s 227.8 N/mm²

ϵ_s 1.139 ‰

d 192.2 cm

x 54.63 w/d 0.2842

δ 0.7953

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Poiché i valori di f_c e f_s rispettano i limiti prescritti, le verifiche sono soddisfatte. Essendo la verifica soddisfatta in condizione rara (con le limitazioni della condizione quasi permanente), la condizione "Quasi permanente" risulta automaticamente soddisfatta in quanto presenta carichi inferiori.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
100 di 129

10.3.5 Verifiche a fessurazione

Le verifiche a fessurazione vengono condotte per le combinazioni di carico in combinazione frequente e quasi permanente.

Titolo :

N° figure elementari Zoom

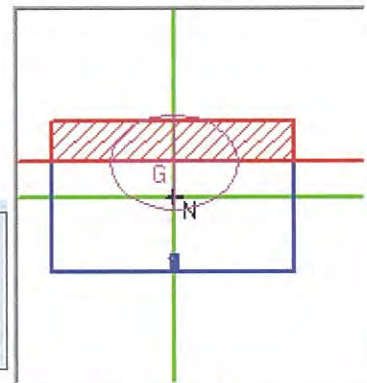
N° strati barre Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	320	200

N°	As [cm²]	d [cm]
1	72.05	192.2
2	36.58	189.6
3	36.03	187
4	16.88	184.4
5	79.64	180.5

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="12931"/>	<input type="text" value="7416"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN
yN

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C		C25/30	
ε _{su}	<input type="text" value="67.5"/> ‰	ε _{c2}	<input type="text" value="2"/> ‰
f _{yd}	<input type="text" value="391.3"/> N/mm²	ε _{cu}	<input type="text" value="3.5"/> ‰
E _s	<input type="text" value="200.000"/> N/mm²	f _{cd}	<input type="text" value="14.17"/> N/mm²
E _s /E _c	<input type="text" value="15"/>	f _{cc} /f _{cd}	<input type="text" value="0.8"/> [?]
ε _{syd}	<input type="text" value="1.957"/> ‰	σ _{c,adm}	<input type="text" value="9.75"/> N/mm²
σ _{s,adm}	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ _{co}	<input type="text" value="0.6"/>
		τ _{c1}	<input type="text" value="1.829"/>

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ε_s ‰

d cm

x x/d

δ

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

Caratteristiche dei materiali			
Classe cls	f _{ck} =	25	N/mm²
Modulo elastico acciaio	E _s =	210000	N/mm²
Modulo elastico del calcestruzzo	E _{cm0} =	31476	N/mm²
Resistenza a trazione media	f _{ctm} =	2.56	N/mm²
Coefficiente di omogeneizzazione	n0 =	15	
Caratteristiche della sezione			
Altezza	H =	200	cm
Larghezza	B =	320	cm



Momento di fessurazione	M_{fess}	5472	kNm
Copriferro baricentrico acciaio teso	$cb =$	13.00	cm
Area acciaio teso	$A_s =$	241.18	cm ²
Ricoprimento barre esterne tese	$c =$	5.0	cm
Diametro massimo barre tese	$\Phi =$	2.6	cm
Diametro medio equivalente	$\Phi_m =$	2.60	cm
Sezione fessurata: apertura fessure			
Tensione media barre	$\sigma_{sm} =$	190.10	N/mm ²
Asse neutro	$x =$	54.63	cm
Altezza utile	$d =$	187.00	cm
Deformazione media barre	$\varepsilon_1 =$	9.94E-04	
Distanza media fra due fessure successive			
Coefficiente k_2	$k_2 =$	0.50	
Coefficiente k_3	$k_3 =$	3.400	
Larghezza efficace	$b_{eff} =$	320.0	cm
Altezza efficace	$hc_{eff} =$	32.5	cm
Area efficace	$A_{ceff} =$	10400.0	cm ²
Area armature poste in A_{ceff}	$A_s =$	241.18	cm ²
Distanza massima fra due fessure	$\Delta s_{max} =$	36.06	cm
Coefficiente kt	$kt =$	0.4	
Coefficiente k_1	$k_1 =$	0.8	
Coefficiente k_4	$k_4 =$	0.425	
Deformazione unitaria media	$e_{sm} =$	6.21E-04	
Ampiezza fessura	$w_k =$	0.224	mm

Essendo le condizioni ambientali ordinarie ($w_3 = 0.4\text{mm}$) la verifica a fessurazione risulta.

Essendo soddisfatta la verifica in combinazione frequente con le limitazioni della quasi permanente ($w_2 = 0.3\text{mm}$), in combinazione Quasi Permanente la verifica è automaticamente soddisfatta.

10.4 Verifiche ritegni

Nel presente paragrafo si verificano i ritegni sismici.

L'azione sollecitante presa in considerazione deriva dalle massime sollecitazioni che sono in grado trasmettere gli appoggi allo SLC.

Nel caso in esame gli isolatori presentano una rigidezza di 6.04kN/mm e uno spostamento massimo che si assume cautelativamente pari a 150mm. Si ottiene pertanto una forza su ogni appoggio pari a:

$$F_{Ed} = K\delta = 6.04\text{kN/mm} * 150\text{mm} = 906\text{kN}.$$

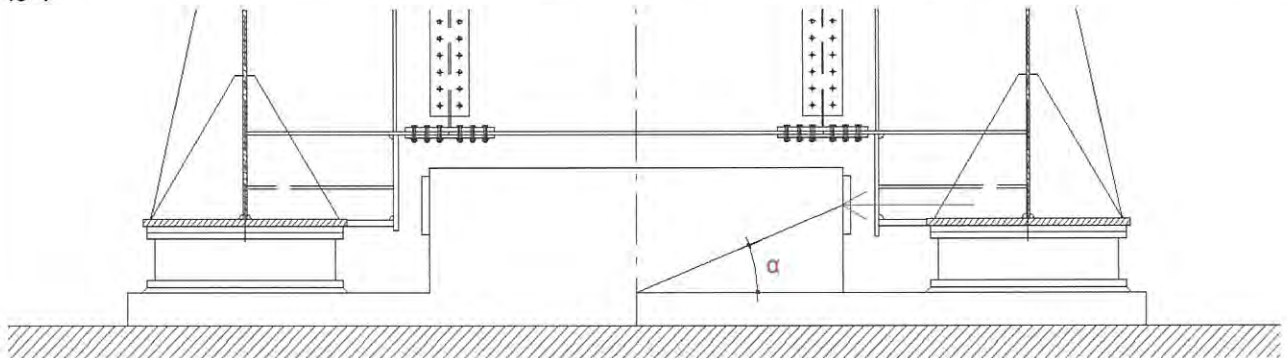
Essendo presenti due isolatori su ciascuna pila la forza risulta pari a:

$$F_{Ed} = 906\text{kN} * 2 = 1812 \text{ kN}.$$

Tali valori sono quelli utilizzati nelle verifiche.

10.4.1 Verifica sul calcestruzzo ritegni trasversali

La verifica è eseguita avvalendosi del metodo tirante-puntone. Si assume che il carico generi la formazione di una biella compressa di inclinazione pari ad α che dipende dalla geometria del ritegno. A favore di sicurezza si adotta $\alpha=45^\circ$.



La trazione che nasce nelle armature può quindi essere calcolata mediante considerazioni geometriche, come nel seguito riportato:

$$T_{Ed} = F_{Ed} * \tan \alpha = 1812\text{kN} * \tan(45^\circ) = 1812 \text{ kN}$$

A favore di sicurezza si considera un'armatura costituita solamente da 10 ϕ 26: $A_s = 5310\text{mm}^2$

La trazione resistente vale pertanto:

$$T_{Rd} = A_s * f_{yd} = 5310 \text{ mm}^2 * 391 \text{ MPa} = 2076 \text{ kN}$$

Si ottiene:

$$T_{Ed}/T_{Rd} = 1812\text{kN} / 2076\text{kN} = 0.87 < 1 \text{ verificato}$$



10.4.2 Verifica sull'acciaio ritegni trasversali

10.4.2.1 Verifica ad instabilità

Si esegue la verifica degli irrigidenti posti in corrispondenza della trave e del traverso come descritto nel seguito. In accordo con l'EC 1993-1-5 paragrafo 9.1 si considera una sezione resistente come indicato in figura:

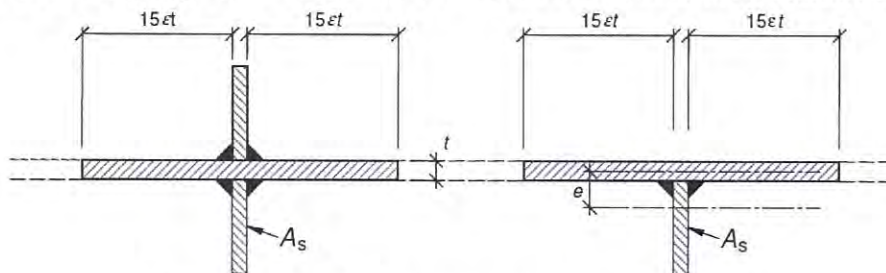


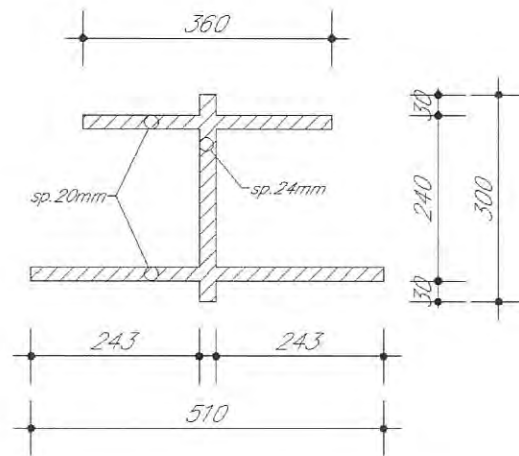
Figure 9.1: Effective cross-section of stiffener

Essendo un acciaio S355 si ricava $\alpha = 0.81$. Lo spessore degli elementi in gioco è pari a 20mm e 24mm.

Si ricava pertanto:

$$15t = 15 * 0.81 * 20\text{mm} = 243\text{mm}$$

Si riporta la sezione considerata nelle verifiche dove come altezza si è considerato 30cm, ovvero l'altezza del neoprene a contatto con l'acciaio:



Si esegue la verifica ad instabilità considerando la sezione doppiamente appoggiata di lunghezza 1m come indicato nella figura sottostante:

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
105 di 129

Sollecitazione e caratteristiche della sezione	N_{Ed}	N	1.812E+06
	f_{yk}	MPa	355
	A	mm ²	2.364E+04
	γ_{M1}	mm	1.05

Dati per calcolo di N_{cr}	E	MPa	2.100E+05
	J	mm ⁴	2.489E+08
	L	mm	1000
	β	num	1.00
	modo	n-esimo	1

Ncr	L_0	m	1000
	N_{cr}	N	5.158E+08

α	α	0.49
----------	----------	------

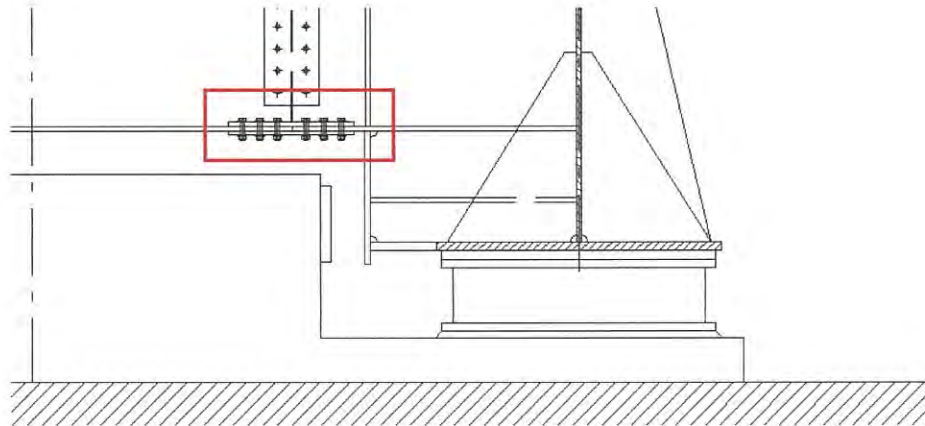
Verifica a instabilità flessione torsionale	λ	num	0.13
	ϕ	num	0.49
	χ	num	1.00
	$N_{b,Rd}$	Nmm	7.993E+06
	c.u.	num	0.23
	verifica	num	OK

La verifica risulta pertanto soddisfatta.



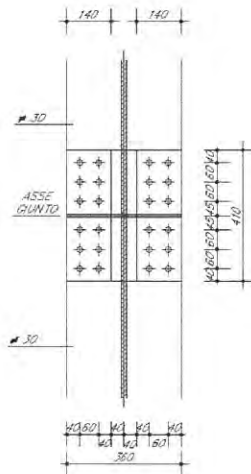
10.4.2.2 Verifica della bullonatura

In questo paragrafo si verifica la bullonatura della piattabanda inferiore del traverso considerando l'azione sollecitante di un appoggio pari a 906kN.



PIATTABANDA INFERIORE

c.g. sup. 2 # 140x410x20
c.g. inf. 1 # 350x410x20
bull. 12+12 M20



Sono presenti 12 bulloni M20 con 2 piani di taglio.

Su un bullone e su un singolo piano di taglio agisce pertanto un'azione pari a $F_{Ed} = 906 \text{ kN} / 12 \text{ bull} / 2 \text{ piani} = 38 \text{ kN}$.

La resistenza del singolo bullone è pari a:

$$F_{v,Rd} = 0.6 * f_{tbk} * A_{res} / \gamma_{M2} = 0.6 * 800 \text{ MPa} * 245 \text{ mm}^2 / 1.25 = 94 \text{ kN}$$

La verifica risulta pertanto soddisfatta.

10.4.3 Verifica sul calcestruzzo ritegni longitudinali

La verifica per i ritegni longitudinali è automaticamente soddisfatta in quanto presenta le stesse sollecitazioni del ritegno trasversale (considerando un meccanismo tirante-puntone) ed è armato con 12 ϕ 26 (il ritegno trasversale con 10 ϕ 26).

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
107 di 129



10.5 Verifiche baggioli

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

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

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

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

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

Le azioni sollecitate utilizzate nelle verifiche sono le medesime riportate nelle verifiche dei ritegni.

10.5.1 Verifica dell'armatura verticale

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

Si considera un'armatura costituita da n° 12 $\phi 16$ a due bracci per un'area totale pari a $A_s = 48.24 \text{ cm}^2$.

Lo sforzo resistente supportato dall'armatura vale:

$$F_{RD} = A_s \cdot f_{yd} = 4824 \text{ mm}^2 \cdot 391 \text{ MPa} = 1886 \text{ kN}$$

$$F_{Ed} / F_{RD} = 906 \text{ kN} / 1886 \text{ kN} = 0.48 < 1 \text{ Verificato}$$



Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
109 di 129

10.6 Verifiche pali di fondazione

10.6.1 Caratteristiche della sezione

Diametro (cm)	120.00
Armatura verticale	24Ø26
Copriferro baricentrico armatura dalla parete esterna (cm)	127.44
Staffe primi 12 m (cm ²)	9.50
	Staffe Ø12/10
	2.26
Staffe dopo 12 m (cm ²)	Staffe Ø12/20
	2.26

10.6.2 Verifiche agli S.L.U.

10.6.2.1 Pressoflessione

A favore di sicurezza si svolgono le verifiche considerando il palo più sollecitato (con l'involuppo dei momenti massimi alla stessa quota tra tutti i diaframmi e tutte le combinazioni) associato allo sforzo normale N del palo a trazione o, nel caso in cui non sia presente trazione, con N=0.

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno 60 [cm]
 Raggio interno 0 [cm]
 N° barre uguali 24
 Diametro barre 2.6 [cm]
 Copriferro (baric.) 9.5 [cm]

N° barre 0 Zoom

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 kN
 M_{xEd} 1388 kNm
 M_{yEd} 0

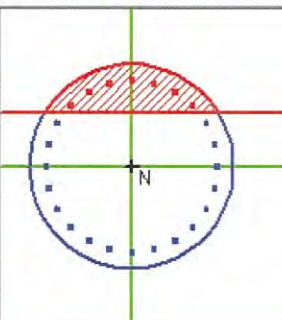
P.to applicazione N

Centro Baricentro cls

Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato



Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione

- Retta Deviata

Vertici: 52 N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

L₀ 0 cm Col. modello

Materiali

B450C

C25/30

ε_{su} 67.5 ‰ ε_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200.000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 ‰ σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

M_{xRd} 2.201 kN m

σ_c -14.17 N/mm²

σ_s 391.3 N/mm²

ε_c 3.5 ‰

ε_s 9.912 ‰

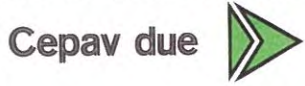
d 110.5 cm

x 28.84 x/d 0.261

δ 0.7662

Precompresso

GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

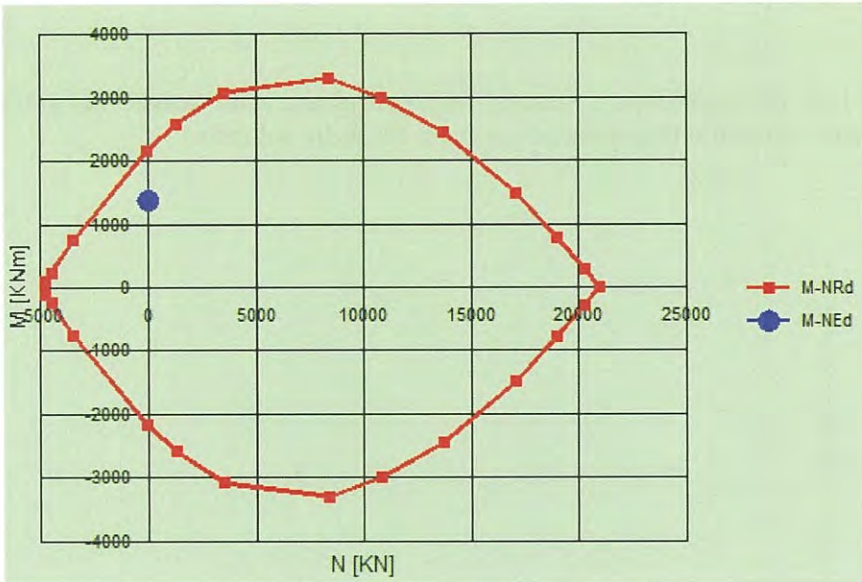
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
110 di 129



La verifica risulta soddisfatta.

10.6.2.2 Taglio

Si svolgono le verifiche considerando il palo più sollecitato. I massimi tagli sollecitanti sono ricavati dai grafici riportati nei paragrafi "Sollecitazioni sui pali" raffiguranti lo sviluppo verticale del taglio nel palo.

Si considerano staffe $\phi 12/10$.

V_{sdu}	693	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	30	N/mm ²
f_{ck}	25	N/mm ²
γ_c	1.5	
f_{yk}	450	N/mm ²
ϕ	120	cm
bw	108.00	cm
he	74.06	cm
d	64.56	cm
Asl	127.44	cm ²
c	9.50	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
Asw	2.26	cm ²
passo staffe	10	cm
f_{cd}	14.167	N/mm ²
$f_{ctd_{0,05}}$	1.119	N/mm ²
f_{yd}	391.304	N/mm ²
σ_{cp}	0.0000	N/mm ²
<i>verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	369.562	kN
<i>verifica con armatura resistente a taglio (staffe)</i>		
V_{Rcd}	1532.681	kN
V_{Rsd}	1284.710	kN
V_{Rd}	1284.710	kN

La verifica è soddisfatta.

10.6.3 Verifiche tensionali agli S.L.E.

Le verifiche tensionali vengono condotte per le combinazioni di carico in combinazione rara. A favore di sicurezza si considera il palo più sollecitato con $N=0$.

I massimi momenti sollecitanti sono ricavati dai grafici riportati nei paragrafi "Sollecitazioni sui pali" raffiguranti lo sviluppo verticale del momento nel palo.

Titolo :

Sezione circolare cava

Raggio esterno	60	[cm]
Raggio interno	0	[cm]
N° barre uguali	24	
Diametro barre	2.6	[cm]
Copriferro (baric.)	9.5	[cm]

N° barre Zoom

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
- a T Circolare
- Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

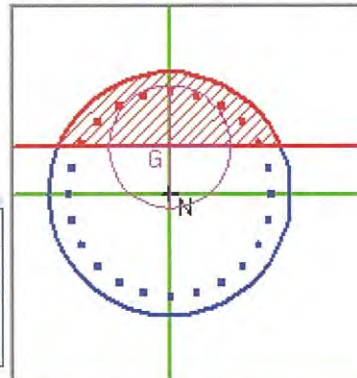
S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="1388"/>	<input type="text" value="201"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
- Coord.[cm] xN yN



Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
- Metodo n

Materiali

B450C

C25/30

ϵ_{su}	67.5 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	391.3 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200,000 N/mm ²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c N/mm²

σ_s N/mm²

ϵ_s ‰

d cm

x x/d

δ

Vertici:

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso

I limiti tensionali sono rispettati e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Essendo i carichi delle combinazioni frequente e quasi permanente inferiori a quelli della combinazione rara impiegate, le verifiche risultano implicitamente soddisfatte.

Doc. N.

Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
114 di 129

10.7 Verifiche diaframmi di fondazione

10.7.1 Caratteristiche della sezione

Larghezza direzione longitudinale (cm)	120.00
Larghezza direzione trasversale (cm)	250.00
Armatura verticale	41Ø26
Copriferro baricentrico armatura dalla parete esterna (cm)	217.71
Armatura orizzontale in direzione longitudinale (cm ²)	Staffe Ø12/20 a 6 braccia
	6.78
Armatura orizzontale in direzione trasversale (cm ²)	Staffe Ø12/20 a due braccia
	2.26

10.7.2 Verifiche agli S.L.U.

10.7.2.1 Pressoflessione

A favore di sicurezza si svolgono le verifiche considerando il diaframma più sollecitato (con l'involuppo dei momenti massimi alla stessa quota tra tutti i diaframmi e tutte le combinazioni) associato allo sforzo normale N del diaframma meno sollecitato assialmente nella stessa combinazione.

I massimi momenti sollecitanti sono ricavati nei paragrafi precedenti "sollecitazioni sui diaframmi".

Titolo :

N° Vertici Zoom N° barre Zoom

N°	x [cm]	y [cm]	N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	-125	60	1	5.31	-114	43.5
2	125	60	2	5.31	-114	29
3	125	-60	3	5.31	-114	-29
4	-125	-60	4	5.31	-114	-43.5
5	-125	60	5	5.31	-108	-49
			6	5.31	-93	-49

Tipo Sezione
 Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni
 S.L.U. Metodo n

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN yN

Metodo di calcolo
 S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Tipo flessione
 Retta Deviata

Materiali
 B450C C25/30
 ε_{su} 67.5 % ε_{c2} 2 %
 f_{yd} 391.3 N/mm² ε_{cu} 3.5 %
 E_s 200,000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 15 f_{cc}/f_{cd} 0.8
 ε_{syd} 1.957 % σ_{c,adm} 9.75
 σ_{s,adm} 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

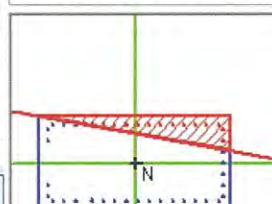
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato
 Tipo rottura
 M_{xRd} 4.917 kN m
 M_{yRd} 3.982 kN m
 σ_c -14.17 N/mm²
 σ_s 391.3 N/mm²
 ε_c 3.5 %
 ε_s 8.614 %
 d 147.8 cm
 x 42.71 x/d 0.2889
 δ 0.8012

Calcola MRd **Dominio Mx-My**

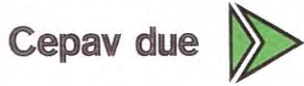
N° rett. 100

angolo asse neutro θ° 350

Precompresso



GENERAL CONTRACTOR



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

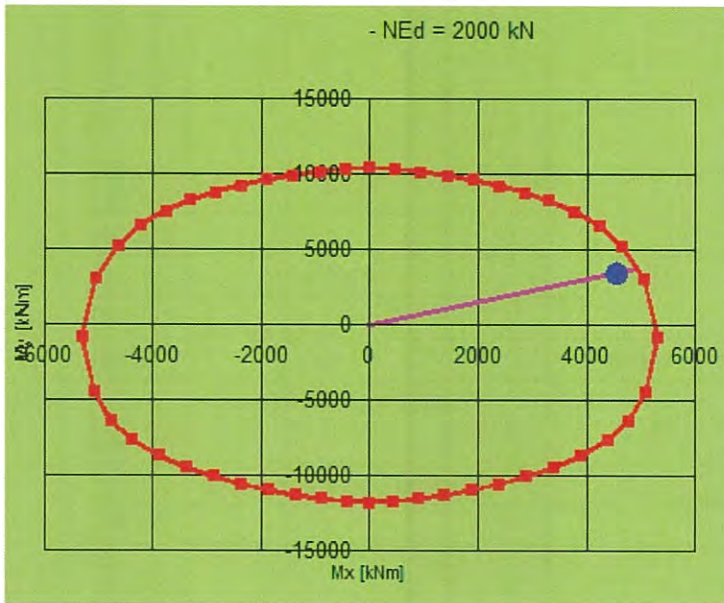
Progetto
INOR

Lotto
11

Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001

Rev.
A

Foglio
115 di 129



La verifica risulta soddisfatta.

10.7.2.2 Taglio

Si svolgono le verifiche considerando il diaframma più sollecitato sia in direzione longitudinale sia in direzione trasversale. I massimi tagli sollecitanti sono ricavati dai grafici riportati nei paragrafi "Sollecitazioni sui diaframmi" raffiguranti lo sviluppo verticale del taglio nel diaframma.

Longitudinale

Si considerano staffe $\phi 12$ a 6 bracci.

V_{sdu}	690	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	30	N/mm ²
f_{ck}	25	N/mm ²
γ_c	1.50	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	250	cm
d	109	cm
A_{sl}	79.65	cm ²
c	11.00	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
A_{sw}	6.78	cm ²
passo	20	cm
f_{cd}	14.17	N/mm ²
f_{yd}	391.30	N/mm ²
σ_{cp}	0.00	N/mm ²
<i>Verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	906	kN
<i>Verifica con armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rcd}	5990	kN
V_{Rsd}	3254	kN
V_{Rd}	3254	kN

La verifica è soddisfatta.

Trasversale

Si considerano staffe $\phi 12$ a 2 bracci.

V_{sdu}	861	kN
N_{sdu}	0	kN
R_{ck}	30	N/mm ²
f_{ck}	25	N/mm ²
γ_c	1.50	
f_{yk}	450	N/mm ²
b_w	120	cm
d	239	cm
A_{sl}	31.86	cm ²
c	11.00	cm
α	90	gradi
α	1.57	rad
θ	21.80	gradi
$ctg\theta$	2.50	
$\theta_{imposto}$	21.80	gradi
A_{sw}	2.26	cm ²
passo	20	cm
f_{cd}	14.17	N/mm ²
f_{yd}	391.30	N/mm ²
σ_{cp}	0.00	N/mm ²
<i>Verifica senza armatura resistente a taglio</i>		
V_{Rd}	735	kN
<i>Verifica con armatura resistente a taglio</i>		
V_{Red}	6304	kN
V_{Rsd}	2378	kN
V_{Rd}	2378	kN

La verifica è soddisfatta.

10.7.3 Verifiche tensionali agli S.L.E.

Le verifiche tensionali vengono condotte per le combinazioni di carico in combinazione rara. A favore di sicurezza si considera il diaframma più sollecitato (combinando l'involuppo di momento longitudinale e trasversale anche se si trovano a quote differenti) con il minimo valore di compressione tra i tre diaframmi.

I massimi momenti sollecitanti sono ricavati dai grafici riportati nei paragrafi "Sollecitazioni sui diaframmi" raffiguranti lo sviluppo verticale del momento nel diaframma.

Titolo :

N° Vertici

5

Zoom

N° barre

41

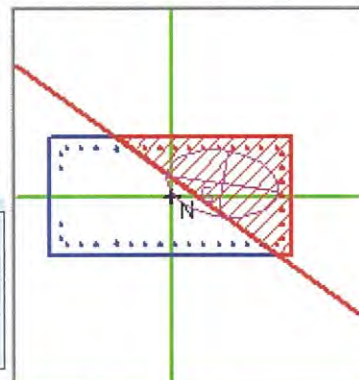
Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-125	60
2	125	60
3	125	-60
4	-125	-60
5	-125	60

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	-114	43.5
2	5.31	-114	29
3	5.31	-114	-29
4	5.31	-114	-43.5
5	5.31	-108	-49
6	5.31	-93	-49

Tipo Sezione

- Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.



Metodo n

N _{Ed}	2000	2000	kN
M _{xEd}	4555	872	kNm
M _{yEd}	3418	2368	

P.to applicazione N

- Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN 0
yN 0

Metodo di calcolo

- S.L.U.+ S.L.U.-
 Metodo n

Materiali

B450C

C25/30

ϵ_{su}	67.5	‰	ϵ_{c2}	2	‰
f_{yd}	391.3	N/mm²	ϵ_{cu}	3.5	
E_s	200,000	N/mm²	f_{cd}	14.17	
E_s/E_c	15		f_{cc}/f_{cd}	0.8	?
ϵ_{syd}	1.957	‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75	
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm²	τ_{co}	0.6	
			τ_{c1}	1.829	

σ_c -5.494 N/mm²

σ_s 92.2 N/mm²

ϵ_s 0.461 ‰

d 224.7 cm

x 106.1 x/d 0.472

δ 1

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

I limiti tensionali sono rispettati e pertanto la verifica risulta soddisfatta.

Essendo i carichi delle combinazioni frequente e quasi permanenti inferiori a quelli della combinazione rara impiegate, le verifiche risultano implicitamente soddisfatte.



10.7.4 Verifiche di fessurazione agli S.L.E.

Le verifiche a fessurazione vengono condotte per le combinazioni di carico in combinazione frequente. A favore di sicurezza si considera il diaframma più sollecitato (combinando l'involuppo di momento longitudinale e trasversale anche se si trovano a quote differenti) con il minimo valore di compressione tra i tre diaframmi. I massimi momenti sollecitanti sono ricavati dai grafici riportati nei paragrafi "Sollecitazioni sui diaframmi" raffiguranti lo sviluppo verticale del momento nel diaframma.

Titolo :

N° Vertici

5

Zoom

N° barre

41

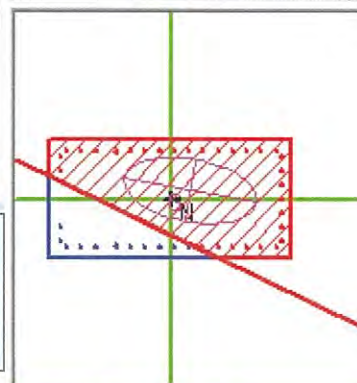
Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-125	60
2	125	60
3	125	-60
4	-125	-60
5	-125	60

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.31	-114	43.5
2	5.31	-114	29
3	5.31	-114	-29
4	5.31	-114	-43.5
5	5.31	-108	-49
6	5.31	-93	-49

Tipo Sezione

- Rettan.re
- Trapezi
- a T
- Circolare
- Rettangoli
- Coord.



Metodo di calcolo

- S.L.U.+
- S.L.U.-
- Metodo n

Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N _{Ed}	2000	2000	kN
M _{xEd}	4555	484	kNm
M _{yEd}	3418	974	

P.to applicazione N

- Centro
- Baricentro cls
- Coord.[cm]

xN 0

yN 0

Materiali

B450C

C25/30

ϵ_{su}	67.5	%	ϵ_{c2}	2	%
f_{yd}	391.3	N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5	
E_s	200.000	N/mm ²	f_{cd}	14.17	
E_s/E_c	15		f_{cc}/f_{cd}	0.8	?
ϵ_{syd}	1.957	%	$\sigma_{c,adm}$	9.75	
$\sigma_{s,adm}$	255	N/mm ²	τ_{co}	0.6	
			τ_{c1}	1.829	

σ_c -2.176 N/mm²

σ_s 13.29 N/mm²

ϵ_s 0.06645 ‰

d 198.8 cm

x 141.3 x/d 0.7106

δ 1

Verifica

N° iterazioni: 4

Precompresso

Poiché la tensione sull'acciaio rispetta i minimi da normativa per eseguire la verifica a fessurazione in forma tabellare, la verifica di formazione delle fessure risulta soddisfatta.

Essendo soddisfatta la verifica in combinazione frequente, in combinazione Quasi Permanente la verifica è automaticamente soddisfatta.

10.8 Verifica di portanza verticale dei pali

Le sollecitazioni assiali di progetto atte alla verifica geotecnica di portanza verticale sono riportate nel paragrafo "Sollecitazioni sui pali".

Lo sforzo normale massimo di compressione risulta, per i pali più sollecitati:

	Nmax (SLU) [kN]	Nmax (SLV) [kN]	L pali [m]
PILA 1	-3612	-3374	28.00
PILA 2	-4136	-3927	32.00

Di seguito si riportano in via tabulare e grafica i diagrammi di portanza del palo singolo forniti dal Progettista Geotecnico per l'opera in oggetto:

Tabella 10-1: portate di progetto[kN]-palo ø1200 - Pila 1

m da t.p.	DA1 C1		DA1 C2		DA2 (non sismica)		SISMICA (Ru=0.15)		R.c.calc/1.25
	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	693	-54	408	-34	511	-43	520	-43	65
2	1398	-120	823	-75	1032	-96	1051	-96	144
3	2113	-197	1246	-123	1562	-157	1591	-157	236
4	2839	-283	1676	-177	2101	-227	2139	-227	340
5	3439	-380	2034	-238	2549	-304	2597	-304	456
6	3510	-488	2081	-305	2606	-390	2663	-390	585
7	3591	-605	2134	-378	2671	-484	2738	-484	726
8	3551	-733	2119	-458	2649	-586	2725	-586	880
9	3218	-871	1931	-544	2410	-697	2496	-697	1045
10	2895	-1019	1750	-637	2180	-815	2275	-815	1223
11	2582	-1178	1577	-736	1960	-942	2064	-942	1414
12	2279	-1347	1410	-842	1748	-1078	1862	-1078	1616
13	2207	-1513	1379	-946	1706	-1210	1830	-1210	1815
14	2362	-1671	1481	-1044	1832	-1337	1965	-1337	2005
15	2521	-1833	1585	-1146	1961	-1466	2103	-1466	2200
16	2683	-1999	1692	-1249	2093	-1599	2245	-1599	2399
17	2894	-2170	1827	-1356	2261	-1736	2423	-1736	2604
18	3106	-2354	1965	-1471	2433	-1883	2604	-1883	2825
19	3268	-2541	2074	-1588	2568	-2032	2748	-2032	3049
20	3431	-2728	2183	-1705	2703	-2182	2893	-2182	3273
21	3594	-2916	2293	-1822	2839	-2333	3038	-2333	3499
22	3759	-3105	2403	-1941	2976	-2484	3185	-2484	3726
23	3929	-3299	2517	-2062	3117	-2639	3335	-2639	3959
24	4107	-3502	2637	-2189	3265	-2802	3493	-2802	4202
25	4292	-3711	2761	-2319	3419	-2969	3657	-2969	4453
26	4494	-3927	2897	-2455	3588	-3142	3835	-3142	4713

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due



ALTA SORVEGLIANZA



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
121 di 129

m da t.p.	DA1 C1		DA1 C2		DA2 (non sismica)		SISMICA (Ru=0.15)		R.c.calc/1.25
	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	
27	4714	-4150	3043	-2594	3770	-3320	4026	-3320	4980
28	4941	-4381	3194	-2738	3959	-3505	4225	-3505	5257
29	5176	-4619	3351	-2887	4153	-3695	4429	-3695	5543
30	5417	-4864	3512	-3040	4354	-3891	4639	-3891	5836
31	5666	-5116	3678	-3197	4561	-4092	4856	-4092	6139
32	5921	-5374	3849	-3359	4774	-4299	5078	-4299	6449
33	6184	-5640	4025	-3525	4994	-4512	5307	-4512	6768
34	6453	-5913	4206	-3696	5219	-4730	5542	-4730	7096
35	6731	-6194	4392	-3871	5451	-4955	5784	-4955	7433
36	7015	-6481	4582	-4051	5689	-5185	6031	-5185	7777
37	7306	-6775	4778	-4235	5933	-5420	6284	-5420	8130
38	7604	-7077	4978	-4423	6183	-5662	6544	-5662	8492
39	7909	-7386	5184	-4616	6440	-5909	6810	-5909	8863
40	8222	-7702	5394	-4813	6702	-6161	7082	-6161	9242
41	8541	-8024	5609	-5015	6971	-6420	7361	-6420	9629
42	8868	-8354	5829	-5221	7246	-6683	7645	-6683	10030
43	9202	-8691	6054	-5432	7527	-6953	7936	-6953	10430
44	9543	-9036	6284	-5647	7815	-7228	8233	-7228	10840
45	9891	-9387	6519	-5867	8108	-7510	8536	-7510	11260
46	10250	-9745	6758	-6091	8408	-7796	8845	-7796	11690
47	10610	-10110	7004	-6320	8715	-8090	9161	-8090	12130
48	10980	-10480	7253	-6553	9027	-8388	9483	-8388	12580
49	11360	-10870	7508	-6791	9346	-8692	9811	-8692	13040
50	11740	-11250	7766	-7031	9669	-9000	10140	-9000	13500

**IV34 ϕ 1200 PILA 1 - falda a 3 m da p.c.
testa palo a 2.5 m da p.c.
cinque sondaggi- $\xi_3=1.50$ PE 2019**

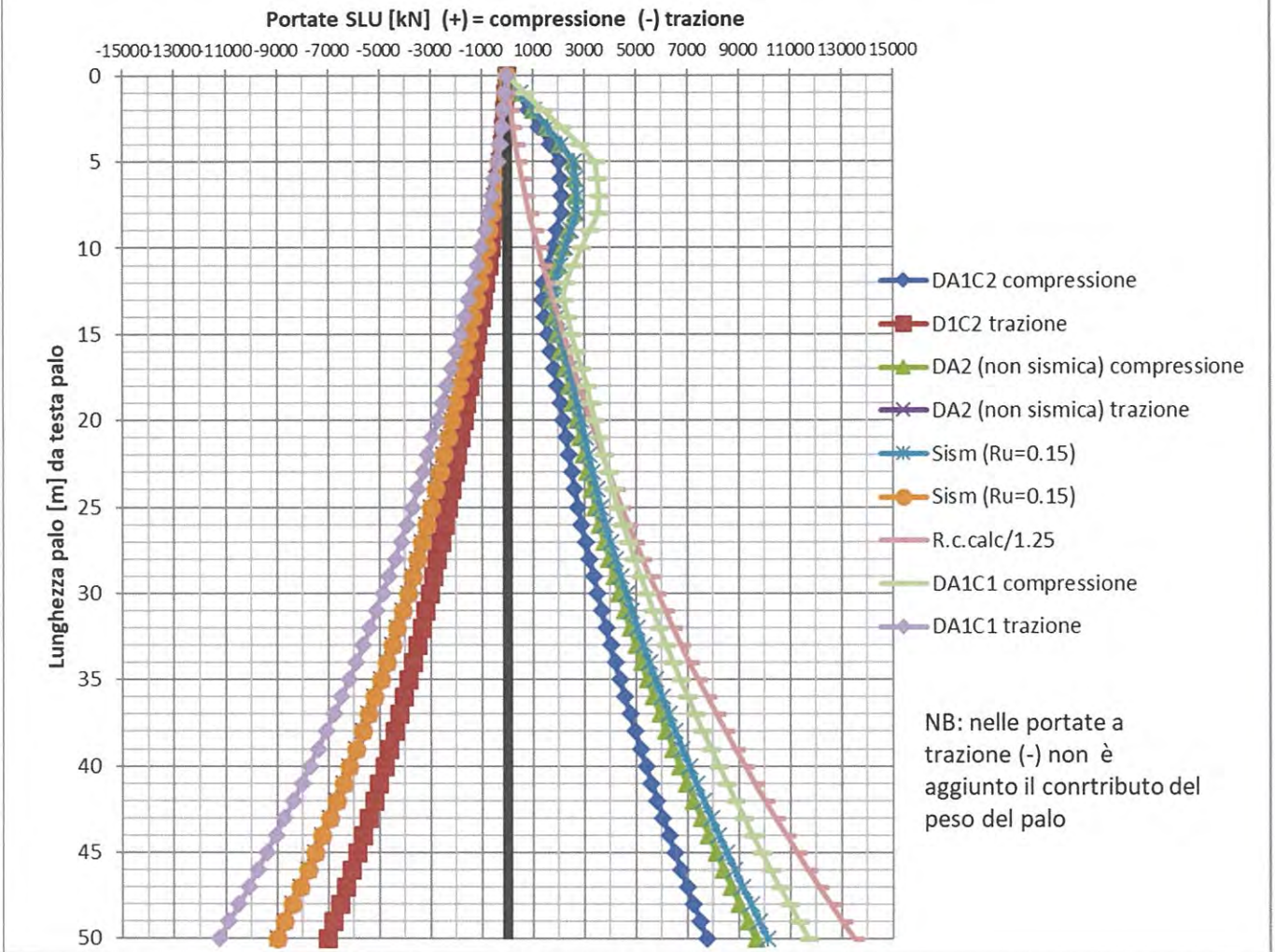



Figura 10-1: portate SLU pila 1.

Tabella 10-2: portate di progetto[kN]-palo ø1200 - Pila 2-3-4

m da t.p.	DA1 C1		DA1 C2		DA2 (non sismica)		SISMICA (Ru=0.15)		R.c.cale/1.25
	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	535	-55	315	-34	394	-44	404	-44	66
2	1089	-128	642	-80	804	-102	823	-102	153
3	1654	-212	977	-133	1224	-170	1252	-170	255
4	2229	-307	1320	-192	1653	-246	1691	-246	369
5	2620	-413	1555	-258	1946	-330	1994	-330	495
6	2240	-528	1338	-330	1671	-423	1728	-423	634
7	1871	-654	1128	-409	1404	-523	1470	-523	785
8	1513	-790	925	-494	1146	-632	1222	-632	948
9	1388	-915	859	-572	1061	-732	1146	-732	1098
10	1494	-1024	927	-640	1143	-819	1238	-819	1228
11	1606	-1139	999	-712	1232	-911	1336	-911	1367
12	1725	-1261	1076	-788	1326	-1009	1440	-1009	1514
13	1851	-1391	1157	-869	1427	-1113	1551	-1113	1669
14	1985	-1528	1244	-955	1534	-1222	1667	-1222	1833
15	2125	-1672	1336	-1045	1647	-1337	1790	-1337	2006
16	2273	-1823	1432	-1139	1766	-1458	1918	-1458	2187
17	2428	-1981	1534	-1238	1892	-1585	2053	-1585	2377
18	2590	-2146	1640	-1341	2024	-1717	2195	-1717	2575
19	2759	-2318	1752	-1449	2162	-1855	2342	-1855	2782
20	2935	-2498	1868	-1561	2306	-1998	2496	-1998	2997
21	3118	-2684	1989	-1677	2456	-2147	2655	-2147	3221
22	3309	-2878	2115	-1799	2613	-2303	2822	-2303	3454
23	3505	-3078	2246	-1924	2775	-2463	2993	-2463	3694
24	3710	-3286	2381	-2054	2943	-2629	3171	-2629	3943
25	3922	-3501	2522	-2188	3118	-2801	3356	-2801	4201
26	4140	-3723	2668	-2327	3299	-2978	3546	-2978	4467
27	4366	-3952	2818	-2470	3487	-3162	3743	-3162	4743
28	4599	-4189	2974	-2618	3680	-3351	3946	-3351	5026
29	4839	-4432	3134	-2770	3880	-3546	4155	-3546	5318
30	5086	-4682	3299	-2926	4085	-3745	4370	-3745	5618
31	5340	-4939	3469	-3087	4297	-3952	4592	-3952	5927
32	5602	-5205	3644	-3253	4516	-4164	4820	-4164	6245
33	5870	-5476	3824	-3423	4740	-4381	5054	-4381	6572
34	6146	-5755	4009	-3597	4971	-4604	5294	-4604	6906
35	6428	-6041	4198	-3775	5207	-4832	5540	-4832	7249
36	6718	-6334	4393	-3959	5451	-5068	5793	-5068	7601
37	7015	-6634	4593	-4146	5700	-5308	6051	-5308	7961
38	7319	-6942	4797	-4339	5955	-5553	6316	-5553	8330

GENERAL CONTRACTOR

Cepav due 

ALTA SORVEGLIANZA


ITALFERR
 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE

Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
124 di 129

m da t.p.	DA1 C1		DA1 C2		DA2 (non sismica)		SISMICA (Ru=0.15)		R.c.calc/1.25
	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	
39	7630	-7256	5006	-4535	6216	-5805	6587	-5805	8708
40	7948	-7578	5221	-4736	6484	-6062	6864	-6062	9093
41	8274	-7906	5440	-4942	6758	-6325	7147	-6325	9488
42	8606	-8242	5664	-5151	7038	-6594	7437	-6594	9891
43	8946	-8585	5893	-5366	7324	-6868	7733	-6868	10300
44	9294	-8936	6127	-5585	7617	-7149	8035	-7149	10720
45	9649	-9295	6367	-5809	7917	-7436	8345	-7436	11150
46	10010	-9656	6609	-6035	8220	-7725	8657	-7725	11590
47	10370	-10030	6857	-6267	8530	-8022	8977	-8022	12030
48	10750	-10410	7111	-6504	8848	-8325	9304	-8325	12490
49	11130	-10790	7369	-6744	9171	-8633	9636	-8633	12950
50	11520	-11180	7632	-6990	9500	-8947	9975	-8947	13420

**IV34 ϕ 1200 PILA 2 - falda a 4 m da p.c.
testa palo a 2.5 m da p.c.
cinque sondaggi- $\xi_3=1.50$ PE 2019**

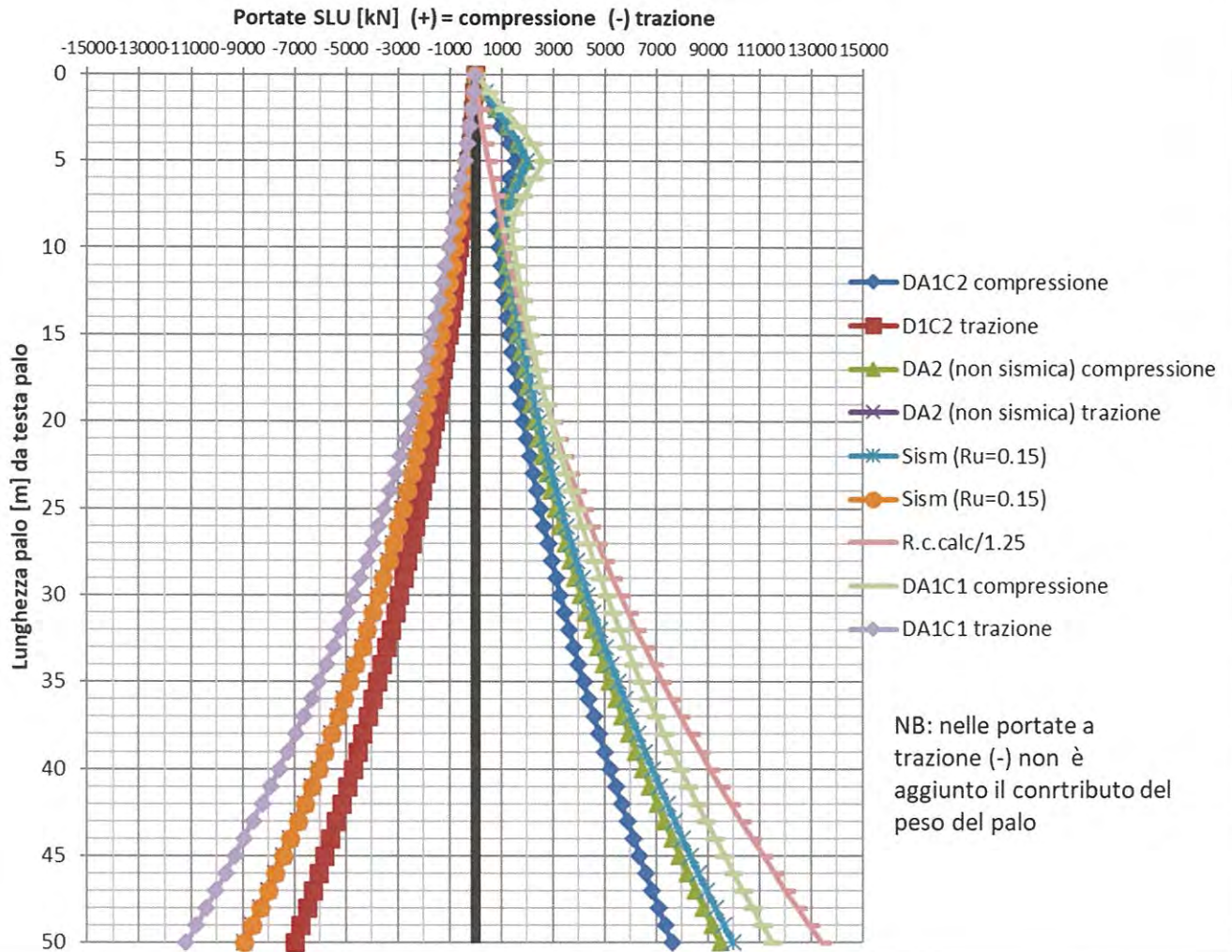


Figura 10-2: portate SLU pila 2

10.9 Verifica di portanza verticale dei diaframmi

Le sollecitazioni assiali di progetto atte alla verifica geotecnica di portanza verticale sono riportate nel paragrafo "Sollecitazioni sui diaframmi".

Lo sforzo normale massimo di compressione risulta, per il diaframma più sollecitato:

	Nmax (SLU) [kN]	Nmax (SLV) [kN]	L diaframma [m]
PILA 3	-7193	-5671	28

Di seguito si riportano in via tabulare e grafica i diagrammi di portanza del diaframma singolo forniti dal Progettista Geotecnico per l'opera in oggetto:

m da t.p.	DA1 C1		DA1 C2		DA2 (non sismica)		SISMICA (Ru=0.15)		R.c.calc/1.25
	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1322	-44	767	-28	960	-35	985	-35	53
2	2675	-119	1556	-74	1946	-95	1997	-95	143
3	4058	-225	2365	-140	2959	-180	3035	-180	270
4	5472	-361	3196	-225	3999	-289	4100	-289	433
5	6641	-527	3886	-330	4862	-422	4988	-422	633
6	6741	-724	3950	-452	4935	-579	5086	-579	869
7	6859	-940	4026	-587	5026	-752	5202	-752	1128
8	6995	-1172	4115	-733	5131	-938	5332	-938	1407
9	7147	-1422	4215	-889	5250	-1137	5477	-1137	1706
10	7199	-1689	4258	-1055	5298	-1351	5550	-1351	2026
11	7026	-1972	4170	-1232	5181	-1578	5459	-1578	2366
12	6933	-2272	4131	-1420	5126	-1818	5428	-1818	2727
13	7472	-2590	4465	-1619	5541	-2072	5868	-2072	3108
14	8028	-2924	4811	-1827	5971	-2339	6323	-2339	3509
15	8601	-3275	5169	-2047	6415	-2620	6793	-2620	3930
16	9191	-3643	5539	-2277	6874	-2914	7277	-2914	4372
17	8901	-4028	5392	-2517	6684	-3222	7112	-3222	4833
18	8405	-4430	5126	-2768	6343	-3544	6796	-3544	5315
19	7925	-4848	4872	-3030	6016	-3879	6495	-3879	5818
20	7462	-5284	4629	-3303	5704	-4227	6208	-4227	6341
21	7016	-5737	4398	-3585	5407	-4589	5936	-4589	6884
22	7347	-6076	4612	-3798	5671	-4861	6225	-4861	7291
23	7684	-6421	4830	-4013	5939	-5137	6519	-5137	7706
24	8027	-6773	5053	-4233	6213	-5419	6818	-5419	8128
25	8378	-7133	5281	-4458	6495	-5706	7125	-5706	8560
26	8740	-7504	5517	-4690	6786	-6003	7441	-6003	9005
27	9115	-7887	5761	-4930	7087	-6310	7768	-6310	9465
28	9500	-8282	6013	-5176	7398	-6625	8104	-6625	9938
29	9897	-8687	6273	-5430	7720	-6950	8450	-6950	10420



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev.
AFoglio
127 di 129

m da t.p.	DA1 C1		DA1 C2		DA2 (non sismica)		SISMICA (Ru=0.15)		R.c.calc/1.25
	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	Compressione	Trazione	
30	10310	-9106	6541	-5691	8051	-7285	8807	-7285	10930
31	10730	-9536	6818	-5960	8394	-7628	9175	-7628	11440
32	11160	-9977	7102	-6236	8746	-7982	9552	-7982	11970
33	11610	-10430	7396	-6520	9110	-8346	9942	-8346	12520
34	12060	-10890	7693	-6807	9478	-8714	10330	-8714	13070
35	12530	-11370	8004	-7107	9863	-9097	10750	-9097	13650
36	13010	-11860	8320	-7412	10260	-9487	11160	-9487	14230
37	13500	-12360	8646	-7725	10660	-9888	11590	-9888	14830
38	14000	-12870	8980	-8046	11070	-10300	12030	-10300	15450
39	14520	-13400	9320	-8372	11500	-10720	12480	-10720	16070
40	15040	-13930	9668	-8706	11930	-11140	12940	-11140	16710

IV34 PILA 3 - DIAFRAMMA 2.5x1.2 LATERALE - falda a 6.5

m da p.c.

testa palo a 1 m da p.c. PE 2019

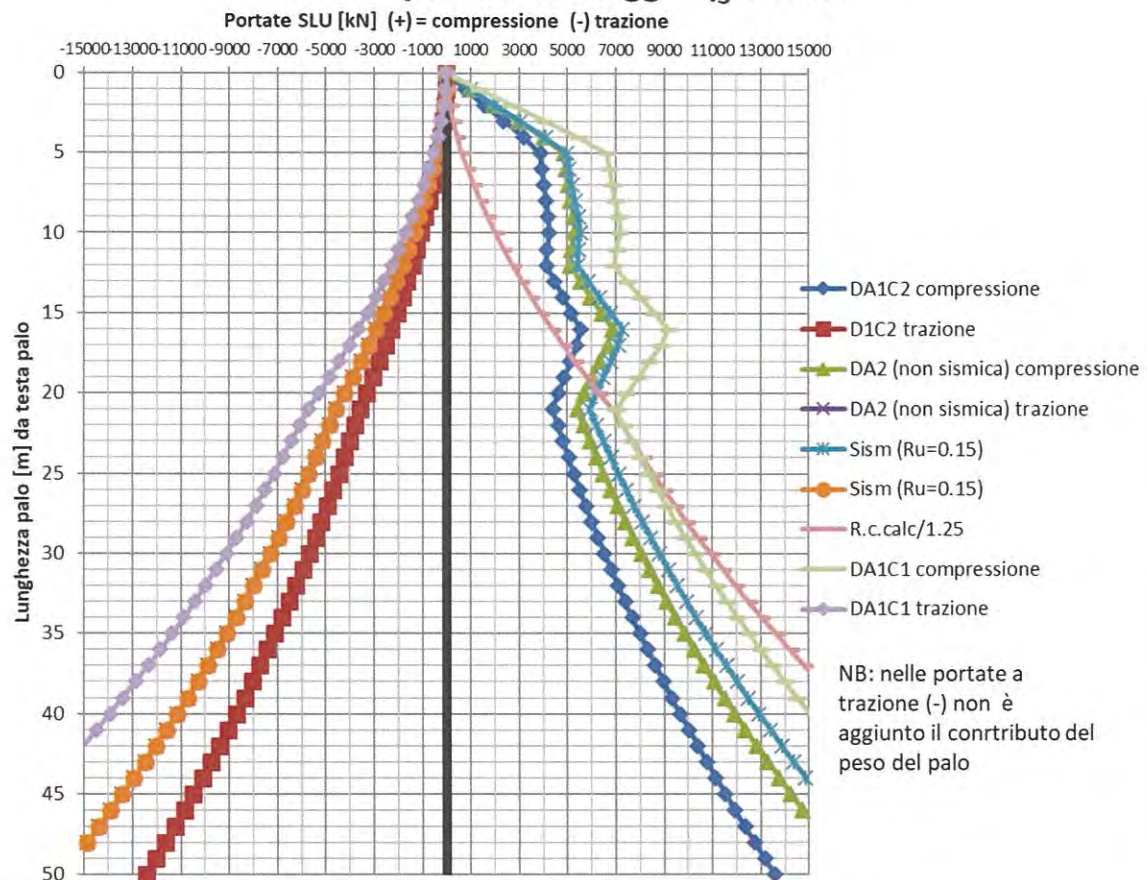
quattro sondaggi- $\xi_3=1.505$ 

Figura 10-3: portate SLU pila 3

11 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Si riporta, come richiesto dal DM 14/01/2008 al paragrafo 10.2, un giudizio di accettabilità dei risultati, condotto attraverso una verifica manuale dei calcoli numerici svolti. In realtà il calcolo condotto per le pile non ha richiesto l'ausilio di codici software, se non per alcune limitate valutazioni. Sono stati infatti utilizzati dei fogli di calcoli elettronici, in cui sono state implementate le formulazioni "manuali", allo scopo di rendere più agevole l'esecuzione di tutte le valutazioni numeriche e quindi molto più controllati rispetto analoghe valutazioni svolte tramite software e quindi meno controllabili. Ad ogni modo verranno nel seguito rifatte a tale scopo alcune calcolazioni, relativamente ai casi di carico più significativi (pesi e traffico) in termini di azioni verticali agenti e quindi maggiormente incidenti sulle verifiche finali rispetto ai restanti.

Per prima cosa si ricorda che il valore di carico distribuito valido per il cv in oggetto è pari a 148.5 kN/m.

I carichi da traffico vengono disposti invece come spiegato nel paragrafo "Azioni accidentali da traffico veicolare", ovvero al fine di massimizzare l'azione di compressione negli appoggi, oppure al fine di massimizzare l'azione flettente/verticale di compressione nelle pile.

La lunghezza di afferenza è stata valutata manualmente secondo uno schema semplificato di incastro-appoggio per la prima ed ultima campata, quindi assegnando una maggiore aliquota di carico alla pila rispetto alla spalla, mentre di incastro-incastro per tutte le campate intermedie, quindi assegnando a ciascuna pila metà del carico.

Le caratteristiche geometriche del cv sono:

	L campata [m]	H fusto [m]
SpA	40.00	3.80
P1	45.00	5.40
P2	55.00	6.80
P3	35.00	4.90
SpB		3.00

Si riporta di seguito il calcolo svolto manualmente e confrontato con i risultati esposti nei paragrafi precedenti, relativamente all'azione dei pesi verticali:

		VALORE CALCOLO MANUALE		VALORE CALCOLO DA MODELLO		Errore [%]
		Pesi q = 148.50 kN/m		Pesi q = 148.50 kN/m		
Luci						
L1	40.00					
Afferenza pila P1	47.50 -->	Pesi P1 N =	7053.75 kN	Pesi P1 N =	6954.00 kN	1.01%
L2	45.00					
Afferenza pila P1	50.00 -->	Pesi P1 N =	7425.00 kN	Pesi P1 N =	7612.00 kN	0.98%
L3	55.00					
Afferenza pila P3	49.38 -->	Pesi P1 N =	7332.19 kN	Pesi P1 N =	7846.00 kN	0.93%
L4	35.00					

Si riporta invece di seguito per il carico da traffico la ripartizione trasversale operata tramite Courbon, definite le eccentricità trasversali delle risultanti delle singole corsie rispetto l'asse appoggi, sia per carico distribuito sia per carichi tandem. Vengono determinate ora le azioni per ogni appoggio considerando le stese occupanti per intero



Doc. N.

Progetto
INORLotto
11Codifica Documento
E E2 CL IV 34A 4 001Rev. Foglio
A 129 di 129

l'impalcato; nel seguito si considererà poi il caso di sole due stese presenti al fine di massimizzare l'azione di sbilanciamento trasversale dei carichi.

Carico distribuito:

N°Travi	2	Carico_F	27 kN/m	Carico_F	7.5 kN/m	Carico_F	6.25 kN/m	q [kN/m]_MAX. TRAZ.	q [kN/m]_MAX COMPR.		
		eccentricità		eccentricità		eccentricità		Corsia 1+2	Corsia 1+2+3		
d_trave 1	-2.5 m	k1	1.0500	28.35	k1	0.4500	3.38	-0.1000	-0.63	31.73	31.10
d_trave 2	2.5 m	k2	-0.0500	-1.35	k2	0.5500	4.13	1.1000	6.88	2.78	9.65

Carico tandem:

N°Travi	2	Carico_F	600 kN	Carico_F	400 kN	Carico_F	0 kN	q [kN]_MAX. TRAZ.	q [kN]_MAX. COMPR.		
		eccentricità		eccentricità		eccentricità		Corsia 1+2	Corsia 1+2+3		
d_trave 1	-2.5 m	k1	1.0500	630.00	k1	0.4500	180.00	-0.1000	0.00	810.00	810.00
d_trave 2	2.5 m	k2	-0.0500	-30.00	k2	0.5500	220.00	1.1000	0.00	190.00	190.00

Folla:

N°Travi	2	APPOGGIO ESISTENTE	Carico_F	3.75 kN/m	Carico_F	3.75 kN/m	q [kN/m]_MAX. TRAZ.	q [kN/m]_MAX COMPR.		
		eccentricità		eccentricità		eccentricità		Folla Sx	Folla Sx+Dx	
d_trave 1	-2.5 m	SI	k1	1.5200	5.70	k1	-0.5200	-1.95	5.70	3.75
d_trave 2	2.5 m	SI	k2	-0.5200	-1.95	k2	1.5200	5.70	-1.95	3.75

Il controllo manuale rispetto ai numeri estratti dalle tabelle esposte in precedenza nella relazione conduce a:

	VALORE CALCOLO MANUALE			VALORE CALCOLO DA MODELLO			Errore [%]	VALORE CALCOLO DA MANUALE			VALORE CALCOLO DA MODELLO			Errore		
	MASSIMA COMPRESSIONE							MASSIMA TRAZIONE								
	Tandem	F	q	Tandem	F	q		Tandem	F	q	Tandem	F	q			
Luci																
L1	40.00															
Afferenza pila P1	47.50	-->	Traff. P1	N =	3291.88 kN	Traff. P1	N =	2995.00 kN	1.10	Traff. P1	N =	2816.88 kN	Traff. P1	N =	2212.00 kN	1.27
L2	45.00															
Afferenza pila P1	50.00	-->	Traff. P2	N =	3412.50 kN	Traff. P2	N =	3206.00 kN	1.06	Traff. P2	N =	2912.50 kN	Traff. P2	N =	2383.00 kN	1.22
L3	55.00															
Afferenza pila P3	49.38	-->	Traff. P3	N =	3382.34 kN	Traff. P3	N =	3120.00 kN	1.08	Traff. P3	N =	2888.59 kN	Traff. P3	N =	2314.00 kN	1.25
L4	35.00															

Gli errori riscontrati sono essenzialmente dovuti all'errore nella valutazione dell'afferenza per carichi verticali distribuiti applicati sull'impalcato. Tramite una valutazione più accurata, ad esempio attraverso un modello agli elementi finiti, è possibile cogliere la configurazione di carico più corretta per il calcolo dell'azione gravante sulle varie pile. Inoltre nel caso di massima trazione o flessione trasversale nella palificata è stata prevista nel calcolo manuale la presenza di almeno due colonne di carico, mentre può risultare più sfavorevole il caso di un'unica colonna di massima eccentricità, che conduce ad un carico verticale globale inferiore.