

	LINEE AEREE 380 kV IN SEMPLICE E DOPPIA TERNA	WBS : TE.FX.00.091 RE.21361.D1.C.70041
Realizzazione Impianti e Sviluppo	FONDAZIONI DI TIPO CR	Rev. 00 pag. 1 di 1

LINEE AEREE 380 kV IN SEMPLICE E DOPPIA TERNA

FONDAZIONI NORMALI DI CLASSE "CR"

FONDAZIONE TIPO F 111

RELAZIONE DI CALCOLO



00	Prima emissione				
Rev.	Descrizione	Elaborato	Verificato	Approva to	Data
SPAZIO RISERVATO AL		FORNITORE			

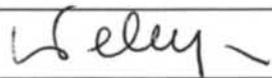
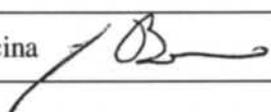
LINEE AEREE 380 KV IN SEMPLICE E DOPPIA TERNA

PROGETTO ESECUTIVO FONDAZIONI

FONDAZIONE TIPO F111

RELAZIONE DI CALCOLO

Prog. ISMES-T425; Doc. : RAT – ISMES-1250/2003

Redatto da:	G. Miglietta 	Maggio 2003
Verificato da:	R. Pellegrini 	Maggio 2003
Approvato da:	G. Bonacina 	Maggio 2003

LISTA DI DISTRIBUZIONE

- TERNA;

STORIA DELLE MODIFICHE

Data	Versione	Descrizione cambiamenti	Riferimento
Maggio 2003	00		

RIFERIMENTI

Normativa

- D. M. 9 gennaio 1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D. M. 14 febbraio 1992: "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D. M. 16 Gennaio 1996: Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- Circolare Ministero LL.PP. 14 Febbraio 1974 n. 11951: Applicazione delle norme sul cemento armato L. 5/11/71 n. 1086;
- Circolare Min. LL.PP. 4 Luglio 1996 n. 156AA.GG./STC.: Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi" di cui al Decreto Ministeriale 16 gennaio 1996;
- D. M. LL.PP. del 21 Marzo 1988, "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- D. M. LL.PP. del 5 Agosto 1998, "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne".

Documentazione tecnica

- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.71013 – Sostegno tipo L - Azioni trasmesse alle fondazioni di tipo CR e CS
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.71014 – Sostegno tipo NT - Azioni trasmesse alle fondazioni di tipo CR e CS
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.71015 – Sostegno tipo NV - Azioni trasmesse alle fondazioni di tipo CR e CS
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.71016 – Sostegno tipo M - Azioni trasmesse alle fondazioni di tipo CR e CS
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70051 – Fondazione tipo F111 – Disegno costruttivo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70020 – Moncone F130 – Relazione di calcolo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70021 – Moncone F131 – Relazione di calcolo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70022 – Moncone F132 – Relazione di calcolo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70023 – Moncone F133 – Relazione di calcolo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70024 – Moncone F134 – Relazione di calcolo
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70060 – Moncone F130 – Disegno costruttivo

- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70061 – Moncone F131 – Disegno costruttivo
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70062 – Moncone F132 – Disegno costruttivo
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70063 – Moncone F133 – Disegno costruttivo
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70064 – Moncone F134 – Disegno costruttivo

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	5
2	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	7
3	MATERIALI E TENSIONI AMMISSIBILI	8
4	CARICHI	9
5	VERIFICHE	10
5.1	Verifiche di stabilità	10
5.2	Verifiche strutturali	11

1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono illustrate le verifiche di stabilità e di resistenza strutturale della fondazione tipo F111 prevista per i sostegni tipo relativi alle linee aeree 380 kV a semplice terna.

La fondazione denominata **F111/H**, con H pari alla quota imposta (in cm) della fondazione, è prevista per i sostegni elencati in Tabella 1; i sostegni sono relativi alle linee aeree 380 kV **a semplice terna**:

TIPO FONDAZIONE	H (cm)	TIPO SOSTEGNO
F111/300	300	LV: 15 (+0/+4) ÷ 21 (+0/+4)
F111/310	310	LV: 24 (+0/+4) ÷ 33 (+0/+4)
F111/320	320	LV: 36 (+0/+4) ÷ 42 (+0/+4) NV: 15 (+0/+4) ÷ 27 (+0/+4) NT: 12 (+0/+4) e 15 (+0) ML: 18 (+0/+4) e 21 (+0)
F111/330	330	NV: 30 (+0/+4) ÷ 36 (+0/+4) NT: 15 (+4); 18 (+0/+4); 21 (+0/+4) ML: 21 (+4), 24 (+0/+4) ÷ 39 (+0/+4); MV: 18 (+0/+4) ÷ 30 (+0/+4);
F111/340	340	NV: 39 (+0/+4) e 42 (+0/+4) NT: 24 (+0/+4) ÷ 36 (+0/+4); ML: 42 (+4) ÷ 54 (+0/+4); MV: 33 (+4) ÷ 42 (+0/+4);
F111/350	350	NT: 39 (+0/+4) MV: 45 (+0/+4) ÷ 54 (+0/+4)

TABELLA 1

La tipologia fondazionale (a piedini separati) così come il sistema d'ancoraggio del sostegno (con moncone) e la forma (cassero) della fondazione sono state individuate da Terna.

La progettazione e le successive verifiche sono state eseguite in conformità alla Normativa vigente, tenendo in debito conto le prescrizioni sui carichi e sovraccarichi.

Le presenti fondazioni sono verificate per un "tipo di terreno" che, secondo la Normativa sulle linee aeree (D. M. LL.PP del 21 Marzo 1988, "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne"), è classificato come: ghiaia, sabbia ed argilla asciutta compatta.

I criteri di analisi e di calcolo adottati sono funzionali al grado di definizione delle opere e dei carichi in gioco; le elaborazioni sono state effettuate secondo gli ordinari metodi della Scienza delle costruzioni e le tecniche convenzionali normalmente impiegate per tali opere.

Le verifiche di resistenza strutturale sono state effettuate secondo il metodo delle tensioni ammissibili, mentre il calcolo della pressione sul terreno è stato effettuato secondo la teoria di Meyerhof.

I dimensionamenti e le verifiche sono state condotte considerando per ogni tipologia di sostegno individuata quella con condizioni di carico maggiormente penalizzante.

Le unità di misura adottate sono quelle del sistema internazionale (S.I).

2 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La fondazione del traliccio metallico di sostegno della rete elettrica aerea in oggetto è formata da quattro plinti isolati, uno per ciascun montante del traliccio, posti ad una distanza pari all'interasse dei montanti del traliccio stesso.

La quota d'imposta del plinto, funzione della tipologia del traliccio, è riportata in tabella 1.

Il plinto è composto da una parte inferiore (piede), di dimensioni massime 2,10x2,10 m per un'altezza complessiva di 0,80 m conformato a gradoni di altezza pari a 0,20 m, su cui è impostato un pilastro cilindrico (diametro di 0,70 m) avente altezza variabile; il pilastro fuoriesce dal piano campagna di 0,50 m.

La quota d'imposta del plinto (a meno dello spessore di 5 cm del cls magro su cui appoggia), funzione della tipologia del traliccio, è riportata in Tabella 1.

L'ancoraggio del traliccio al plinto è garantito da un moncone che trova ancoraggio, tramite opportune squadrette, nella parte inferiore del plinto (piede); la correlazione tra altezza fondazione, tipo di moncone e tipo di sostegno è riportata in Tabella 2.

Tabella 2

SOSTEGNO		MONCONE	FONDAZIONE
Tipo	Altezza Piedi	(Tipo/Altezza)	(Tipo/Altezza)
LV	15 (+0/+4) + 21 (+0/+4)	F130/335	F111/300
	24 (+0/+4) + 33 (+0/+4)	F130/345	F111/310
	36 (+0/+4) + 42 (+0/+4)	F130/355	F111/320
NV	15 (+0/+4) + 24 (+0/+4)	F131/355	F111/320
	27 (+0/+4)	F132/355	
	30 (+0/+4) + 36 (+0/+4)	F132/365	F111/330
	39 (+0/+4); 42 (+0/+4)	F132/375	F111/340
NT	12 (+0/+4); 15 (+0)	F131/355	F111/320
	15 (+4)	F131/365	F111/330
	18(+0/+4); 21 (+0/+4)		
	24 (+0/+4) + 36 (+0/+4)	F132/375	F111/340
39 (+0/+4)	F132/385	F111/350	
ML	18 (+0/+4); 21 (+0)	F132/355	F111/320
	21 (+4)	F132/365	F111/330
	24 (+0/+4) + 33 (+0/+4)		
	36 (+0)	F133/365	F111/340
36 (+4); 39 (+0/+4)			
42 (+0/+4) + 54 (+0/+4)	F134/375	F111/340	
MV	18 (+0/+4) + 30 (+0/+4)	F132/365	F111/330
	33 (+0/+4) + 42 (+0/+4)	F133/375	F111/340
	45 (+0/+4) + 54 (+0/+4)	F134/385	F111/350

3 MATERIALI E TENSIONI AMMISSIBILI

Materiali

Le caratteristiche dei materiali da impiegare sono:

- Calcestruzzo per opere di fondazione: $R_{ck} \geq 250 \text{ daN/mm}^2$
- Peso specifico cls: $\gamma_c = 2158 \text{ daN/m}^3$

Quest'ultimo dato ($\gamma_c = 2158 \text{ daN/m}^3$) è dato dalla Normativa sulle elinee aeree (D. M. LL.PP del 21 Marzo 1988, "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne").

- Barre d'armatura per c. a.: Fe B 44 K

Tensioni Ammissibili

- Calcestruzzo per opere di fondazione ($R_{ck} 250 \text{ daN/cm}^2$):
 - a flessione e pressoflessione $\bar{\sigma}_c = 85 \text{ daN/cm}^2$
 - a compressione semplice $\bar{\sigma}_c = 60 \text{ daN/cm}^2$

nel caso di compressione trasmessa dalle squadrette del moncone, considerando che questa interessa un'area limitata ben confinata, si ammette una sollecitazione max ammissibile pari a:

 - compressione locale: $60/0,83$ $\bar{\sigma}_{cloc} = 73 \text{ daN/cm}^2$
 - a taglio $\bar{\tau}_c = 5,3 \text{ daN/cm}^2$
 $\bar{\tau}_{cI} = 16,8 \text{ daN/cm}^2$
- Acciaio: Fe B 44 K: $\bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2$

Caratteristiche del terreno

I parametri geotecnici, in accordo alla Normativa sulle linee aeree (D. M. LL.PP del 21 Marzo 1988, "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne") per il "tipo di terreno" di riferimento assunto, valgono:

- Peso specifico terreno: $\gamma_t = 1570 \text{ daN/m}^3$
- Angolo di inclinazione (inferiore a - 1 m dal p.c.): $\alpha_1 = 30^\circ$
- Angolo di inclinazione (superiore a - 1 m dal p.c.): $\alpha_2 = 20^\circ$
- Pressione ammissibile terreno: $q_t = 3,9 \text{ daN/cm}^2$

Il valore dell'angolo di inclinazione, per lo spessore di 1m dal piano campagna, è stato diminuito come da richiesta Terna (ipotesi conservativa).

4 CARICHI

I carichi, per i quali vengono verificati le fondazioni, derivano dall'analisi dei carichi effettuate da TERNA (vedere documenti in riferimento).

Nella Tabella 3 sono riportati i valori max dei carichi per i sostegni tipo utilizzabili con il presente plinto.

Tabella 3

TIPO FONDAZIONE	TIPO SOSTEGNO	CARICO (daN)		
		Compr.	Trazione	Taglio (Tx; Ty)
F111/300	LV: 21 (+4)	70200	63451	4898 (4156; 2591)
F111/310	LV: 33 (+4)	78833	69091	4122 (3650; 1916)
F111/320	LV: 42 (+4)	84255	72495	3867 (3527; 1586)
	NV: 27 (+4)	83038	74101	4731 (4040; 2462)
	NT: 15 (+0)	78038	73158	7022 (4777; 5147)
	ML: 21 (+0)	78926	73625	6438 (5047; 3996)
F111/330	NV: 36 (+4)	89438	77984	4272 (3765; 2019)
	NT: 21 (+4)	82317	77960	5274 (3964; 3479)
	ML: 39 (+4);	93898	79102	4433 (3928; 2056)
	MV: 30 (+4);	89494	79206	4380 (3795; 2188)
F111/340	NV: 42 (+4)	93264	80239	4102 (3690; 1792)
	NT: 36 (+4);	89186	83625	4394 (3614; 2500)
	ML: 54 (+4);	102921	83680	4555 (4269; 1589)
	MV: 42 (+4);	96204	82549	3963 (3582, 1695)
F111/350	NT: 39 (+4)	90587	84599	4303 (3669; 2249)
	MV: 54 (+4)	103396	85702	4233 (4001; 1383)

I carichi sono considerati agenti alla quota di interfaccia traliccio-fondazione (+ 0,50 m dal p.c.).

5 VERIFICHE

Per la fondazione, sono state effettuate due tipi di verifiche:

- verifiche di stabilità;
- verifiche di resistenza strutturale.

Il primo tipo comprende la verifica della minima e massima pressione trasmessa al terreno di fondazione, il secondo tipo comprende il calcolo delle tensioni nel c. a..

5.1 Verifiche di stabilità

- Minima pressione (sollevamento)

consiste nel verificare che il peso del plinto più il peso del terreno gravante su di esso sia superiore alla max azione di trazione trasmessa dal traliccio; in caso di trazione, il terreno gravante è pari al terreno compreso fra la base del plinto e le generatrici di un conoide inclinate sulla verticale dell'angolo α_1 , sino ad - 1 m dal p. c., e di α_2 , da - 1 m da p.c. sino al p. c..

I valori del peso proprio plinto e del terreno gravante, per le varie altezze di plinto, sono riportati in Tabella 4, così come il coefficiente di sicurezza al sollevamento, pari al rapporto tra il peso totale ed la max trazione applicata.

Tabella 4

	Peso plinto (daN)	Peso terr. grav (daN)	Peso totale (daN)	Max trazione (daN)	γ
F111/300	7196	57787	64983	63451	1,02
F111/310	7279	62213	69492	69091	1
F111/320	7362	66836	74198	74101	1
F111/330	7445	71661	79106	79206	1
F111/340	7528	76692	84220	83680	1
F111/350	7611	81933	89544	85702	1,04

- Massima pressione

consiste nel verificare che la pressione media trasmessa al terreno dal plinto non superi il valore ammissibile del terreno; in questo caso, il terreno gravante è pari al solo terreno che grava direttamente sulla base del plinto con angolo d'inclinazione $\alpha = 0^\circ$

Nel caso di compressione, si assume che l'azione tagliante trasmessa dal traliccio venga trasferita interamente alla base del plinto (ipotesi conservativa), senza quindi considerare il contributo che il terreno, circostante il plinto, offre a tale tipo di carico.

Il carico trasmesso dal traliccio è considerato agire nel centro della base del plinto in virtù della disposizione prevista per il moncone (vedi disegno fondazione).

I valori del peso proprio plinto, del terreno gravante, della max azione di compressione con i corrispettivi valori del taglio (T_x e T_y), del carico totale gravante alla base plinto e della max pressione trasmessa dallo stesso sono riportati in tabella 5.

Nell'ultima colonna della tabella 5 viene inoltre riportato il coefficiente di sicurezza, valutato come rapporto tra la max pressione calcolata ed la pressione ammissibile del terreno ($q_t = 3,9 \text{ daN/cm}^2$).

	Peso plinto (daN)	Peso terr. grav. (daN)	Max compr. (daN)	T_x (daN)	T_y (daN)	Carico tot. (daN)	Max pressione (daN/cm ²)	Coeff. sicurezza γ
F111/300	7196	14755	70200	4156	2591	92151	2,71	1,44
F111/310	7279	15387	78833	3650	1916	101499	2,81	1,39
F111/320	7362	16019	78038	4777	5147	101419	3,36	1,16
F111/330	7445	16651	89494	3795	2188	113590	3,15	1,24
F111/340	7528	17283	102921	4269	1589	127732	3,47	1,12
F111/350	7611	17915	103396	4001	1383	128922	3,46	1,12

Tabella 5

5.2 Verifiche strutturali

Per il plinto in oggetto si verifica:

- lo stato tensionale nel cls e nell'armatura del piede del plinto;
- lo stato tensionale nel cls ed nell'armatura del pilastro cilindrico;
- lo stato tensionale nel cls, conseguente alle azioni trasmesse dal moncone.

a) Stato tensionale nel piede (2,10 x 2,10 m altezza 0,80 m)

Sia per l'armatura inferiore che superiore si ipotizza uno schema a traliccio (asta tesa per l'armatura e biella compressa per il cls); per l'armatura inferiore si assume un carico pari alla max pressione trasmessa al terreno, mentre per l'armatura superiore si assume un carico pari al max peso di terreno gravante più il peso proprio del piede stesso.

Armatura inferiore (7 dia 12; A = 7,91 cm²):

- area di carico: $[(210+110)/2] * 70 = 11200 \text{ cm}^2$
- carico N: $(3,47 - 3,4 * 1570/10^6) * 11200 = 32886 \text{ daN}$
- tensione max armatura: $32886 * \text{tg } 25^\circ / 7,91 = 1939 \text{ daN/cm}^2$
($\leq \bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2$)

Armatura superiore (6 dia 12; A = 6,79 cm²):

- carico N: $(81933 + 4955) / 4 = 21722 \text{ daN}$

- tensione max armatura: $21722 * \operatorname{tg} 25^\circ / 6,79 = 1492 \text{ daN/cm}^2$
 $(\leq \bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2)$

calcestruzzo:

- max sollecitazione di taglio: $32886 / [80 * (210 + 70)/2] = 2,9 \text{ daN/cm}^2$
 $(\leq \tau_c = 5,3 \text{ daN/cm}^2)$

b) Stato tensionale nel pilastro (diametro = 0,70 m)

Come successivamente definito (punto c), le azioni corrispondenti ai carichi verticali trasmessi dal traliccio sono considerate trasferite interamente al piede di fondazione, il pilastro è, pertanto, da considerarsi sollecitato dalla sola azione tagliante trasmessa dal traliccio; il valore di tale azione non deve comunque essere inferiore a 5000 daN (input Terna).

Le azioni interne nel pilastro sono state calcolate utilizzando per l'intera fondazione (piede e pilastro) uno schema statico di trave su suolo elastico alla Winkler, soggetto al taglio di progetto applicato in sommità del pilastro.

I vincoli introdotti sono rappresentati da un letto di molle orizzontali, poste lungo tutta l'altezza della fondazione, ed un letto di molle verticali, poste sotto la base del plinto; per il pilastro, in virtù della sezione circolare dello stesso, l'azione orizzontale della molla è considerata agire su una larghezza efficace pari a 2 D, dove D è il diametro del palo.

Per il tipo di terreno valido nel presente progetto, si è assunto un valore della costante elastica (verticale) di Winkler pari a 10 daN/m³; il calcolo è stato effettuato per due altezze rappresentative del pilastro (3 m e 2,2 m) e per una forza orizzontale pari a 5000 daN.

Sono stati, inoltre, considerati differenti valori della costante elastica di Winkler, precisamente:

- K1, valore orizzontale e verticale = 10 daN/m³;
- K2, valore orizzontale e verticale = 0,5 * 10 daN/m³;
- K3, valore orizzontale e verticale = 0,1 * 10 daN/m³;
- K4, valore orizzontale = 0,1 * 10 daN/m³, valore verticale = 10 daN/m³.

L'andamento del momento nel pilastro, funzione della distanza dal suo spiccato dal piede e per i vari valori di K, è rappresentato in Fig. 1 di seguito allegata.

Dalla figura risulta che il momento flettente nel pilastro non supera il valore di 6000 daNm, operando a favore di sicurezza si assume tale valore come valore rappresentativo del pilastro; nel caso della fondazione F 111 si ha:

- azione tagliante max in sommità: = 7022 daN
 - max momento flettente: $6000 * (7022/5000) = 8426 \text{ daNm}$
 - Armatura: (10 dia 14) = 15,39 cm²

- Tensione massima nel cls: $\sigma_c = 55 \text{ daN/cm}^2$
 $(\leq \bar{\sigma}_c = 85 \text{ daN/cm}^2)$

- Tensione massima nell'armatura: $\sigma_a = 2474 \text{ daN/cm}^2$
 $(\leq \bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2)$

c) **Verifica interfaccia moncone-fondazione**

Le verifiche sono fatte nei riguardi delle sole azioni trasmesse dal moncone alla fondazione, le verifiche condotte riguardano pertanto la compressione locale del calcestruzzo ed il punzonamento nello stesso; le verifiche del relativo moncone sono riportate nella relazione specifica indicata in "Riferimenti".

Per la verifica dell'interfaccia fra moncone e palo si è fatta l'ipotesi che la sollecitazione di trazione/compressione venga trasferita alla fondazione tramite il solo contrasto offerto dalle apposite squadrette previste sul moncone (si trascura pertanto il contributo eventualmente offerto dall'attrito moncone-cls di fondazione), e che la stessa si ripartisca in parti uguali sulle squadrette di ancoraggio.

Nel caso della fondazione F111 sono previsti i monconi tipo: F130, F131, F132, F133 ed F134.

La Tabella 6, per ogni tipo di moncone, riporta il numero ed i livelli delle squadrette oltre al tipo e lunghezza della stesse.

Tabella 6

Moncone	Squadretta		
	n.	n. livelli	Profilo/lunghezza (mm)
F130	2	1	150x150/390
	1	1	150x150/140
F131	2	1	150x150/390
	1	1	150x150/140
F132	2	1	180x180/380
	1	1	180x180/150
F133	2	1	180x180/390
	1	1	180x180/150
F134	2	1	180x180/410
	1	1	180x180/150

Compressione locale nel cls

La Tabella 7 riporta, sempre per ogni tipo di moncone impiegato, i max carichi applicati al moncone, le aree di contatto delle squadrette e le corrispondenti max sollecitazione di compressione locale sul cls (da "Relazioni di calcolo dei monconi" in riferimento).

Tabella 7

Moncone	Area di contatto squadrette (cm ²)	Max carico (tipo di sostegno) (daN)	Max compressione cls (daN/ cm ²)
F130	1155	+84255 (LV 42 +4)	73
F131	1155	+82317 (NT 21 +4)	71
F132	1314	+93264 (NV 42 +4)	71
F133	1350	+96204 (MV 42 +4)	71
F134	1422	+103396 (MV 54 +4)	73

Come risulta dalla Tabella 7, le max compressioni risultano sempre di valore inferiore od uguale al valore ammissibile pari a $\bar{\sigma}_{c/loc} = 73 \text{ daN/cm}^2$

Punzonamento nel cls

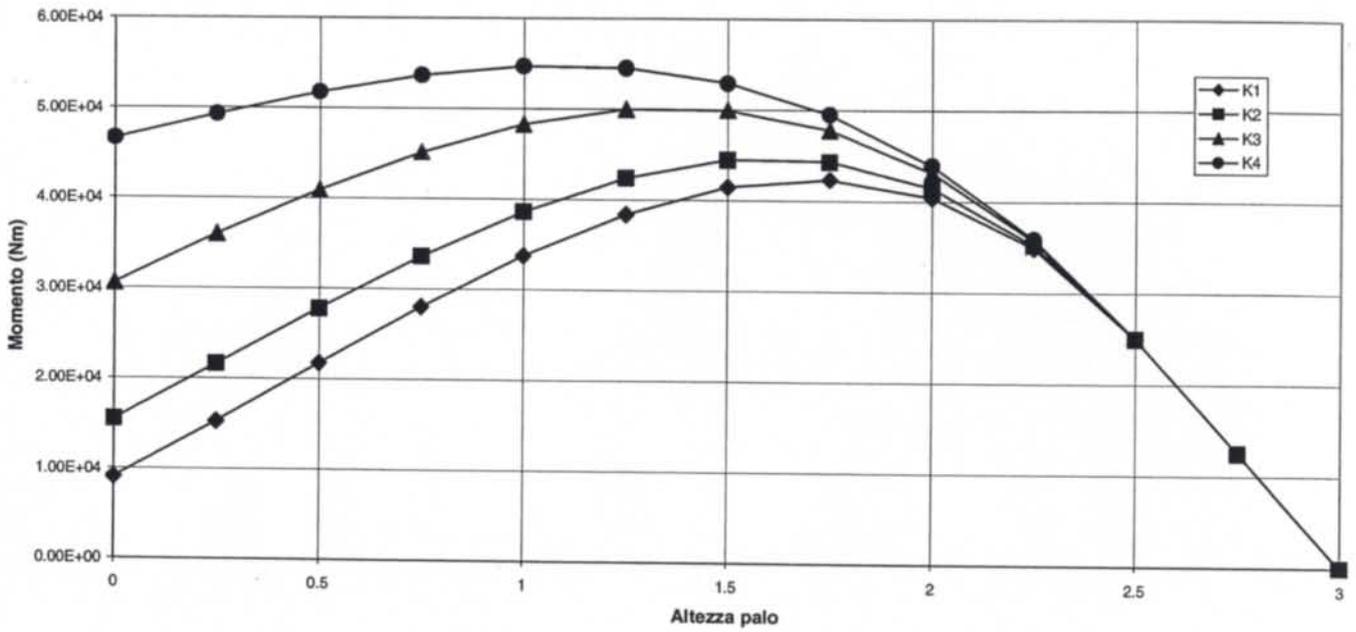
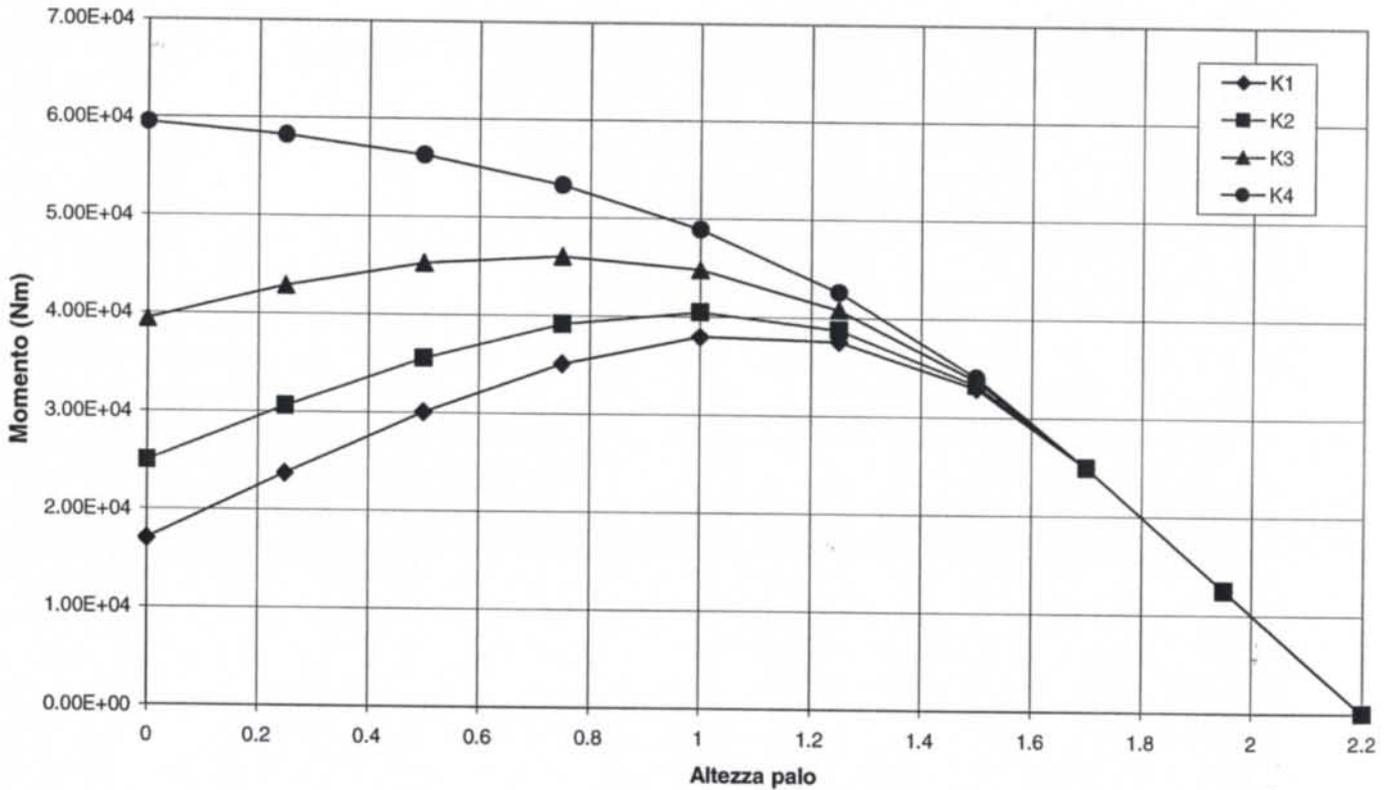
Posto:

distanza tra ala orizzontale squadrette e bordo inferiore plinto = 50 cm
lato piastra fittizia, con area pari all'area contatto squadrette = 38 cm

si ottiene:

max tensione tangenziale: $103396 / (38 + 50) * 4 * 50 = 5,8 \text{ daN/cm}^2$

valore di poco superiore all'ammissibile ($\tau_c = 5,3 \text{ daN/cm}^2$) comunque accettabile in considerazione della ipotesi conservativa assunta per il trasferimento del carico tra moncone e cls.

Momento al variare della K

Altezza palo 2.2 m - Momento al variare della K

Fig 1