

|                                                                                  |                                                  |                                                  |
|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|
|  | LINEE AEREE 380 kV IN SEMPLICE<br>E DOPPIA TERNA | WBS : TE.FX.00.091<br><b>RE.21361.D1.C.70046</b> |
| Realizzazione Impianti e Sviluppo                                                | <b>FONDAZIONI DI TIPO CR</b>                     | Rev. 01 pag. 1 di 1                              |

LINEE AEREE 380 kV IN SEMPLICE E DOPPIA TERNA

**FONDAZIONI NORMALI DI CLASSE "CR"**

**FONDAZIONE TIPO F 116**

**RELAZIONE DI CALCOLO**



|                     |                                                   |           |            |            |      |
|---------------------|---------------------------------------------------|-----------|------------|------------|------|
|                     |                                                   |           |            |            |      |
| 01                  | Modificato profili squadrette monconi F141 e F142 |           |            |            |      |
| 00                  | Prima emissione                                   |           |            |            |      |
| Rev.                | Descrizione                                       | Elaborato | Verificato | Approva to | Data |
| SPAZIO RISERVATO AL |                                                   | FORNITORE |            |            |      |

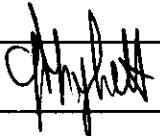
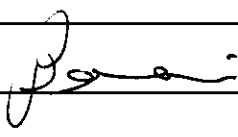
## LINEE AEREE 380 KV IN SEMPLICE E DOPPIA TERNA

### PROGETTO ESECUTIVO FONDAZIONI

### FONDAZIONE TIPO F116

#### RELAZIONE DI CALCOLO

Prog. ISMES-T425; Doc. : RAT – ISMES-1255/2003

|                |                                                                                                    |             |
|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 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       |                                                    |             |
| Giugno 2003 | 01       | Modificato profili squadrette monconi: F141 e F142 |             |
|             |          |                                                    |             |
|             |          |                                                    |             |

## 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.71012 – Sostegno tipo E - Azioni trasmesse alle fondazioni di tipo CR e CS
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.72015 – Sostegno tipo V - Azioni trasmesse alle fondazioni di tipo CR e CS
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.72011 – Sostegno tipo C - Azioni trasmesse alle fondazioni di tipo CR e CS
- 
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70056 – Fondazione tipo F116 – Disegno costruttivo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70031 – Moncone F141 – Relazione di calcolo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70032– Moncone F142– Relazione di calcolo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70036 – Moncone F154 – Relazione di calcolo
- Doc. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70037– Moncone F155 – Relazione di calcolo
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70071– Moncone F141 – Disegno costruttivo
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70072– Moncone F142 – Disegno costruttivo

- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70076 – Moncone F154 – Disegno costruttivo
- Dis. TERNA n.: RE.21361.D1.C.70077 – Moncone F155 – Disegno costruttivo

**INDICE**

|          |                                               |           |
|----------|-----------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUZIONE.....</b>                      | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>DESCRIZIONE DELL'OPERA.....</b>            | <b>7</b>  |
|          | VL eVV 7                                      |           |
| <b>3</b> | <b>MATERIALI E TENSIONI AMMISSIBILI .....</b> | <b>8</b>  |
| <b>4</b> | <b>CARICHI .....</b>                          | <b>9</b>  |
| <b>5</b> | <b>VERIFICHE.....</b>                         | <b>10</b> |
| 5.1      | Verifiche di stabilità.....                   | 10        |
| 5.2      | Verifiche strutturali.....                    | 12        |

## 1 INTRODUZIONE

Nella presente relazione sono illustrate le verifiche di stabilità e di resistenza strutturale della fondazione tipo F116 prevista per i sostegni tipo relativi alle linee aeree 380 kV a semplice e doppia terna.

La fondazione denominata **F116/H**, con H pari alla quota imposta (in cm) della fondazione, è prevista per i sostegni elencati in Tabella 1, precisamente:

- Tab. 1/A relativi alle linee aeree 380 kV **a semplice terna**;
- Tab 1/B relativi alle linee aeree 380 kV **a doppia terna**.

| TIPO FONDAZIONE | H (cm) | TIPO SOSTEGNO               |
|-----------------|--------|-----------------------------|
| <b>F116/340</b> | 340    | EA: 18 (+0/+4) + 33 (+0/+4) |
| <b>F116/350</b> | 350    | EA: 36 (+0/+4) + 42 (+0/+4) |
| <b>F116/370</b> | 370    | EP: 15 (+0/+4) + 30 (+0/+4) |
| <b>F116/380</b> | 380    | EP: 33 (+0/+4) + 42 (+0/+4) |

*TABELLA 1/A*

| TIPO FONDAZIONE | H (cm) | TIPO SOSTEGNO                                                         |
|-----------------|--------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>F116/370</b> | 370    | VL: 15 (+0/+5); + 54 (+0/+5)<br>VV: 15 (+0/+5); + 54 (+0/+5)          |
| <b>F116/410</b> | 410    | CA: 15 (+0/+5); + 36 (+0/+5)<br>CD: 15 (+0/+5); + 30 (+0/+5)          |
| <b>F116/420</b> | 420    | CA: 39 (+0/+5); + 54 (+0/+5)<br>CD: 33 (+0/+5); + 51 (+0/+5); 54 (+0) |
| <b>F116/430</b> | 430    | CD: 54 (+5);                                                          |

*TABELLA 1/B*

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 4,10 x 4,10 m per un'altezza complessiva di 1,80 m conformato a gradoni di altezza pari a 0,20 m, su cui è impostato un pilastro cilindrico (diametro di 0,80 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/A per la semplice terna e Tabella 2/B per la doppia terna.

Tabella 2/A

| SOSTEGNO |                         | MONCONE<br>(Tipo/Altezza) | FONDAZIONE<br>(Tipo/Altezza) |
|----------|-------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Tipo     | Altezza Piedi           |                           |                              |
| EA       | 18 (+0/+4) + 33 (+0/+4) | F141/375                  | F116/340                     |
|          | 36 (+0/+4) + 42 (+0/+4) | F141/385                  | F116/350                     |
| EP       | 15 (+0/+4) + 30 (+0/+4) | F142/405                  | F116/370                     |
|          | 33 (+0/+4) + 42 (+0/+4) | F142/415                  | F116/380                     |

Tabella 2/B

| SOSTEGNO |                                    | MONCONE<br>(Tipo/Altezza) | FONDAZIONE<br>(Tipo/Altezza) |
|----------|------------------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Tipo     | Altezza Piedi                      |                           |                              |
| VL eVV   | 15 (+0/+5) + 54 (+0/+5)            | F154/405                  | F116/370                     |
| CA       | 15 (+0/+5) + 36 (+0/+5)            | F155/445                  | F116/410                     |
|          | 39 (+0/+5) + 54 (+0/+5)            | F155/455                  | F116/420                     |
| CD       | 15 (+0/+5) + 30 (+0/+5)            | F155/445                  | F116/410                     |
|          | 33 (+0/+5) + 51 (+0/+5)<br>54 (+0) | F155/455                  | F116/420                     |
|          | 54 (+5)                            | F155/465                  | F116/430                     |



### 3 MATERIALI E TENSIONI AMMISSIBILI

#### Materiali

Le caratteristiche dei materiali da impiegare sono:

- Calcestruzzo per opere di fondazione:
- Peso specifico cls:

$$R_{ck} \geq 250 \text{ daN/mm}^2$$

$$\gamma_c = 2158 \text{ daN/m}^3$$

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: 60/0,83

$$\bar{\sigma}_c = 73 \text{ daN/cm}^2$$

- a taglio

$$\tau_c = 5,3 \text{ daN/cm}^2$$

$$\tau_{cI} = 16,8 \text{ daN/cm}^2$$

- Acciaio: Fe B 44 K:

$$\bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2$$

#### Caratteristiche del terreno

I parametri geotecnici, in accordo alla Normativa sulle 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") per il "tipo di terreno" di riferimento assunto, valgono:

- Peso specifico terreno:
- Angolo di inclinazione (inferiore a - 1 m):
- Angolo di inclinazione (superiore a - 1 m):
- Pressione ammissibile terreno:

$$\gamma_t = 1570 \text{ daN/m}^3$$

$$\alpha_1 = 30^\circ$$

$$\alpha_2 = 20^\circ$$

$$q_t = 3,9 \text{ daN/cm}^2$$

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/A sono riportati i valori max dei carichi per i sostegni tipo della semplice terna utilizzabili con il presente plinto, mentre in Tabella 3/B quelli relativi ai sostegni della duplice terna.

*Tabella 3/A*

| TIPO FONDAZIONE | TIPO SOSTEGNO | CARICO (daN) |          |                   |
|-----------------|---------------|--------------|----------|-------------------|
|                 |               | Compr.       | Trazione | Taglio (Tx; Ty)   |
| <b>F116/340</b> | EA: 33 (+4)   | 216900       | 192078   | 9062 (8873; 1843) |
| <b>F116/350</b> | EA: 42 (+4)   | 228276       | 198825   | 8516 (8374; 1548) |
| <b>F116/370</b> | EP: 30 (+4)   | 257769       | 222738   | 7013 (5800; 3942) |
| <b>F116/380</b> | EP: 42 (+4)   | 263237       | 223578   | 6647 (5880; 3101) |

*Tabella 3/B*

| TIPO FONDAZIONE | TIPO SOSTEGNO | CARICO (daN) |          |                   |
|-----------------|---------------|--------------|----------|-------------------|
|                 |               | Compr.       | Trazione | Taglio (Tx; Ty)   |
| <b>F116/370</b> | VL: 54 (+5)   | 261732       | 218166   | 8853 (8457; 2616) |
|                 | VV 54 (+5)    | 264459       | 220519   | 8930 (8930; 69)   |
| <b>F116/410</b> | CA: 36 (+5)   | 293510       | 266904   | 7224 (7044; 1602) |
|                 | CD: 30 (+5)   | 302800       | 266188   | 6245 (2397; 5766) |
| <b>F116/420</b> | CA: 54 (+5)   | 313836       | 274623   | 7792 (7698; 1207) |
|                 | CD: 54 (+0)   | 326562       | 276784   | 6133 (3348; 5365) |
| <b>F116/430</b> | CD: 54 (+5)   | 332102       | 279822   | 6324 (3348; 5365) |

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  $\alpha_1$ , sino ad - 1 m dal p. c., e di  $\alpha_2$ , 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, così come il coefficiente di sicurezza al sollevamento, pari al rapporto tra il peso totale ed la max trazione applicata, sono riportati in Tabella 4/A per la semplice terna e Tabella 4/B per la doppia terna.

Tabella 4/A

|                 | Peso plinto<br>(daN) | Peso terr.<br>grav (daN) | Peso totale<br>(daN) | Max trazione<br>(daN) | $\gamma$    |
|-----------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
| <b>F116/340</b> | 34012                | 159498                   | 193511               | 192078                | <b>1</b>    |
| <b>F116/350</b> | 34121                | 169025                   | 203145               | 198825                | <b>1,02</b> |
| <b>F116/370</b> | 34338                | 188942                   | 223280               | 222738                | <b>1</b>    |
| <b>F116/380</b> | 34446                | 199341                   | 233787               | 223578                | <b>1,05</b> |

Tabella 4/B

|                 | Peso plinto<br>(daN) | Peso terr.<br>grav (daN) | Peso totale<br>(daN) | Max trazione<br>(daN) | $\gamma$    |
|-----------------|----------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------|-------------|
| <b>F116/370</b> | 34338                | 188942                   | 223280               | 220519                | <b>1,01</b> |
| <b>F116/410</b> | 34771                | 232353                   | 267124               | 266904                | <b>1</b>    |
| <b>F116/420</b> | 34880                | 243975                   | 278855               | 276784                | <b>1</b>    |
| <b>F116/430</b> | 34988                | 255913                   | 290902               | 279822                | <b>1,04</b> |

- 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/A per la semplice terna ed in Tabella 5/B per la doppia terna.

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<br>plinto<br>(daN) | Peso<br>terr.<br>grav.<br>(daN) | Max<br>compr.<br>(daN) | $T_x$<br>(daN) | $T_y$<br>(daN) | Carico<br>tot.<br>(daN) | Max<br>pressione<br>(daN/cm <sup>2</sup> ) | Coeff.<br>sicurezza<br>$\gamma$ |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>F116/340</b> | 34012                   | 60313                           | 216900                 | 8873           | 1843           | 311225                  | <b>1,98</b>                                | <b>1,97</b>                     |
| <b>F116/350</b> | 34121                   | 62873                           | 228276                 | 8374           | 1548           | 325270                  | <b>2,06</b>                                | <b>1,89</b>                     |
| <b>F116/370</b> | 34338                   | 67993                           | 257769                 | 5800           | 3942           | 360100                  | <b>2,27</b>                                | <b>1,72</b>                     |
| <b>F116/380</b> | 34988                   | 70159                           | 263237                 | 5880           | 3101           | 368384                  | <b>2,31</b>                                | <b>1,69</b>                     |

Tabella 5/A

|                 | Peso<br>plinto<br>(daN) | Peso<br>terr.<br>grav.<br>(daN) | Max<br>compr.<br>(daN) | $T_x$<br>(daN) | $T_y$<br>(daN) | Carico<br>tot.<br>(daN) | Max<br>pressione<br>(daN/cm <sup>2</sup> ) | Coeff.<br>sicurezza<br>$\gamma$ |
|-----------------|-------------------------|---------------------------------|------------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>F116/370</b> | 34338                   | 67993                           | 264459                 | 12186          | 69             | 366790                  | <b>2,34</b>                                | <b>1,67</b>                     |
| <b>F116/410</b> | 34771                   | 78235                           | 302800                 | 2397           | 5766           | 415806                  | <b>2,59</b>                                | <b>1,51</b>                     |
| <b>F116/420</b> | 34880                   | 80795                           | 326562                 | 3348           | 5365           | 442237                  | <b>2,75</b>                                | <b>1,42</b>                     |
| <b>F116/430</b> | 34988                   | 83355                           | 332102                 | 3348           | 5365           | 450445                  | <b>2,81</b>                                | <b>1,39</b>                     |

Tabella 5/B

## 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 (4,10 x 4,10 m altezza 1,80 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 (16 dia 16; A = 32,16 cm<sup>2</sup>):*

- area di carico:  $[(410+110)/2] * 170 = 44200 \text{ cm}^2$
- carico N:  $(2,81 - 4,3*1570/10^6)*44200 = 94363 \text{ daN}$
- tensione max armatura:  $94363 * \text{tg } 25^\circ / 32,16 = 1368 \text{ daN/cm}^2$   
( $\leq \bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2$ )

*Armatura superiore (di calcolo 6+4 dia 16; A = 20,10 cm<sup>2</sup>):*

- carico N:  $(255913 + 31735) / 4 = 71912 \text{ daN}$
- tensione max armatura:  $71912 * \text{tg } 25^\circ / 20,10 = 1668 \text{ daN/cm}^2$   
( $\leq \bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2$ )

*calcestruzzo:*

- max sollecitazione di taglio:  $94363 / [180 * (410 + 80)/2] = 2,1 \text{ daN/cm}^2$   
( $\leq \tau_c = 5,3 \text{ daN/cm}^2$ )

### b) Stato tensionale nel pilastro (diametro circolare di 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/m<sup>3</sup>; 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/m<sup>3</sup>;
- K2, valore orizzontale e verticale = 0,5 \* 10 daN/m<sup>3</sup>;
- K3, valore orizzontale e verticale = 0,1 \* 10 daN/m<sup>3</sup>;
- K4, valore orizzontale = 0,1 \* 10 daN/m<sup>3</sup>, valore verticale = 10 daN/m<sup>3</sup>.

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 116 si ha:

- azione tagliante max in sommità: = 9062 daN
- max momento flettente:  $6000 * (9062/5000)$  = 10874 daNm
- Armatura: 10 dia 14 = 15,39 cm<sup>2</sup>
- Tensione massima nel cls:  $\sigma_c = 53 \text{ daN/cm}^2$   
( $\leq \bar{\sigma}_c = 85 \text{ daN/cm}^2$ )
- Tensione massima nell'armatura:  $\sigma_a = 2623 \text{ daN/cm}^2$   
valore di poco superiore al valore ammissibile  $\bar{\sigma}_a = 2600 \text{ daN/cm}^2$ , comunque accettabile in considerazione dell'eseguità della differenza e dell'ipotesi conservativa assunta.

#### 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-cla di fondazione), ripartendosi in parti uguali sui diversi livelli delle squadrette di ancoraggio.

Nel caso della fondazione F116 sono previsti i monconi tipo: F141, F142, F154 ed F155.

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

Tabella 6

| Moncone | Squadretta |            |                        |
|---------|------------|------------|------------------------|
|         | n.         | n. livelli | Profilo/lunghezza (mm) |
| F141    | 4x4        | 3          | 180x180/180            |
| F142    | 4x4        | 4          | 180x180/170            |
| F154    | 4x3        | 3          | 180x180/170            |
| F155    | 4x4        | 4          | 180x180/160            |

### Compressione locale 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 <sup>2</sup> ) | Max carico (tipo di sostegno) (daN) | Max compressione cls (daN/ cm <sup>2</sup> ) |
|---------|------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------|
| F141    | 3888                                           | +228276 (EA 42 +4)                  | <b>59</b>                                    |
| F142    | 4896                                           | +263237 (EP 42 +4)                  | <b>54</b>                                    |
| F154    | 3672                                           | +264459 (VV 54 +5)                  | <b>72</b>                                    |
| F155    | 4608                                           | +332102 (CD 54 +5)                  | <b>72</b>                                    |

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

### Punzonamento nel cls

Per il moncone F142, posto:

- distanza minima tra ala orizzontale squadrette e bordo inferiore plinto = 50 cm
- distanza max tra ala orizzontale squadrette e bordo inferiore plinto = 110 cm
- lato piastra fittizia, con area pari all'area contatto di F142 / 4 = 32 cm

si ottiene:

- tensione tangenziale:  $(263237/4) / (32 + 50) * 4 * 50 = 4 \text{ daN/cm}^2$
- tensione tangenziale:  $263237 / (32 + 110) * 4 * 110 = 4,2 \text{ daN/cm}^2$

Per il moncone F154, posto:

- distanza minima tra ala orizzontale squadrette e bordo inferiore plinto = 55 cm
- distanza max tra ala orizzontale squadrette e bordo inferiore plinto = 95 cm
- lato piastra fittizia, con area pari all'area contatto di F154 / 3 = 35cm

si ottiene:

- tensione tangenziale:  $(264459/3) / (35 + 55) * 4 * 55 = 4,5 \text{ daN/cm}^2$
- tensione tangenziale:  $264459 / (35 + 95) * 4 * 95 = 5,3 \text{ daN/cm}^2$

Per il moncone F155, posto:

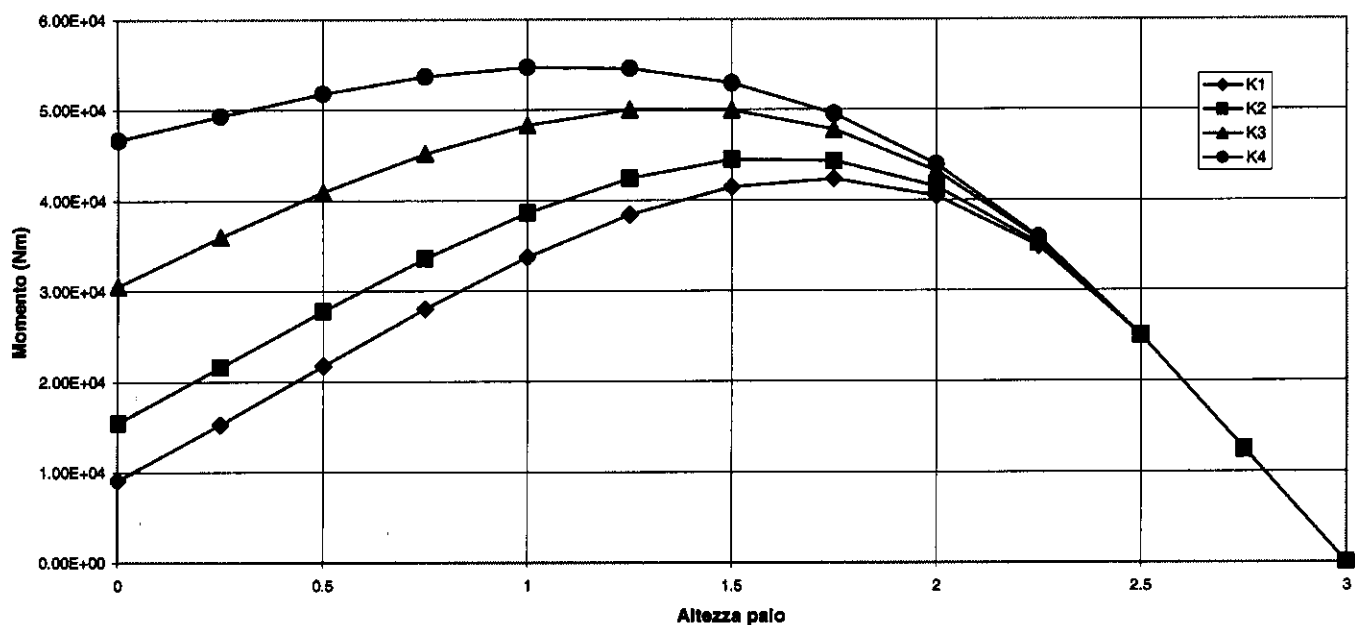
- distanza minima tra ala orizzontale squadrette e bordo inferiore plinto = 50 cm
- distanza max tra ala orizzontale squadrette e bordo inferiore plinto = 110 cm
- lato piastra fittizia, con area pari all'area contatto di F155 / 4 = 34cm

si ottiene:

- tensione tangenziale:  $(332102/4) / (34 + 50) * 4 * 50 = 4,9 \text{ daN/cm}^2$
- tensione tangenziale:  $332102 / (34 + 110) * 4 * 110 = 5,2 \text{ daN/cm}^2$

In tutti i casi il valore della tensione di taglio risulta inferiore od uguale al valore ammissibile ( $\tau_c = 5,3 \text{ daN/cm}^2$ ).

Momento al variare della K



Altezza palo 2.2 m - Momento al variare della K

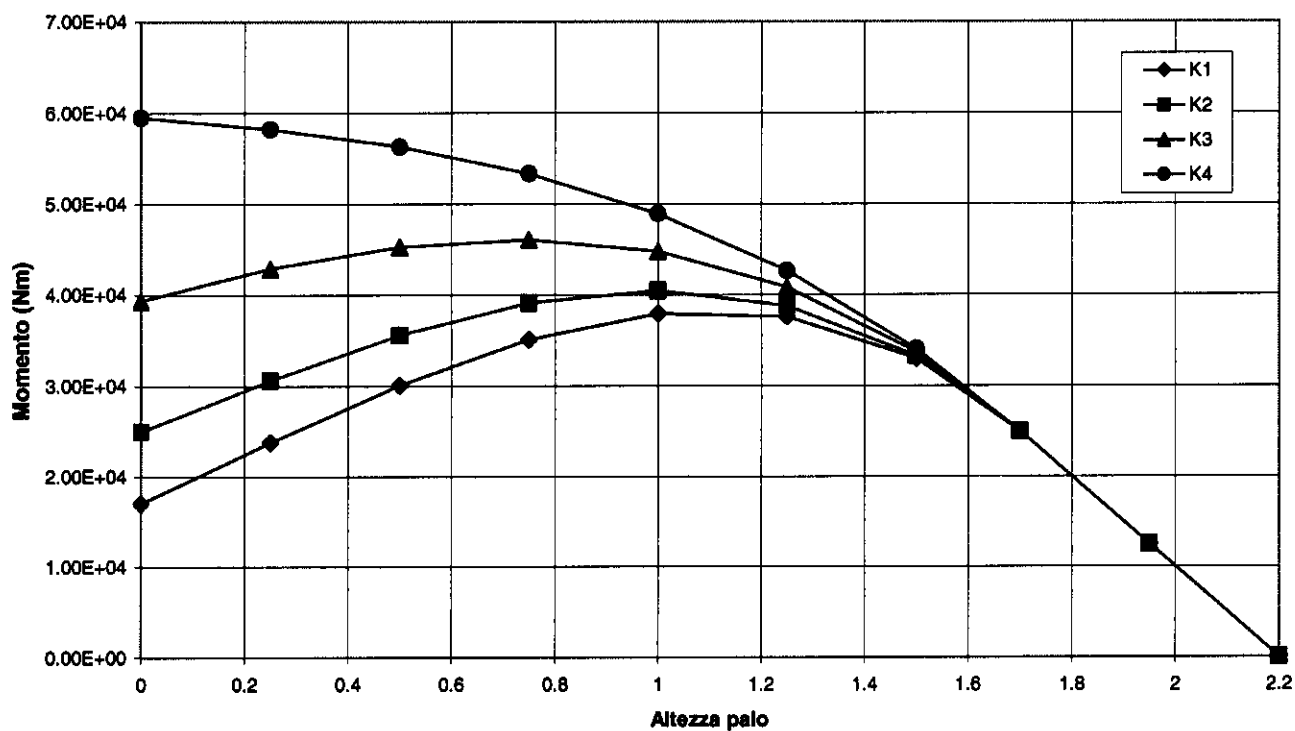


Fig. 1