



**I.E.S. s.r.l. UNINOMINALE**

Dir. Tec. FOINI dott. EMILIO – isc. P.I. BS-1119

Dir. Tec. BIASETTI Ing. MASSIMO – isc. Ing. Ind. BS-6091

Pec. [emiliofoini@raccomandata-ar.com](mailto:emiliofoini@raccomandata-ar.com)



## **SPECIFICA TECNICA:**

### **PALI E BRACCI PER I.P. SU LINEE AEREE**



**I.E.S. s.r.l.**

Via Ottorino Villa 5, 25124 Brescia

P.IVA e C.F. 02482340987

Emilio Foini: [emiliofoini@sicurezza.bs.it](mailto:emiliofoini@sicurezza.bs.it)

Massimo Biasetti: [massimobiasetti@sicurezza.bs.it](mailto:massimobiasetti@sicurezza.bs.it)

Segreteria: [ies@sicurezza.bs.it](mailto:ies@sicurezza.bs.it)



## Sommario



1. GENERALITA':	3
2. NORME DI RIFERIMENTO:	3
3. DATI DI PROGETTO: Norma di Riferimento CEI 11-4	3
3.1. Zona Installazione:	3
3.2. Interasse massimo tra i sostegni:	3
3.3. Altezza del Sostegno e della Linea Aerea:	3
3.4. Definizione del tipo di Conduttore:	4
3.5. Definizione del Parametro di Tesatura:	4
4. PROCESSO PRODUTTIVO PALI:	4
4.1. Lavorazioni Standard Base e Cima Pali:	4
4.2. TABELLA 1: PALI RASTREMATI _ 10 m	5
4.3. TABELLA 2: PALI OTTAGONALI _ 10 m [Specifica ENEL Distribuzione - DS 3010]	5
5. PROCESSO PRODUTTIVO BRACCI:	7
5.1. TABELLA 3: Bracci con Supporti Band-It	7
6. TOLLERANZE DIMENSIONALI GENERALI UNI EN 40 - 2 : 2004 :	8
7. PROTEZIONI SUPERFICIALI:	8
7.1. Zincatura a caldo	8
7.2. Verniciatura a polveri con polimerizzazione a forno	8
8. MARCATURA CE:	9





## **I.E.S. s.r.l. UNINOMINALE**

Dir. Tec. FOINI dott. EMILIO – isc. P.I. BS-1119  
Dir. Tec. BIASETTI Ing. MASSIMO – isc. Ing. Ind. BS-6091  
Pec. [emiliofoini@raccomandata-ar.com](mailto:emiliofoini@raccomandata-ar.com)



### **1. GENERALITA':**

La presente specifica ha lo scopo di fissare le caratteristiche costruttive minime - Pali per Illuminazione Pubblica con Linee in Cavo Aereo.

### **2. NORME DI RIFERIMENTO:**

- Norma CEI 11-4 del 1998-09: Esecuzione delle Linee Elettriche Aeree Esterne
- Norma UNI EN ISO 9001:2008: Sistemi di Qualità
- Norma UNI EN 10219 - 1 e 2 del 2006: Profilati cavi formati a freddo non legati per strutture saldate
- Norma UNI EN 10025 - 1 e 2 del 2005: Prodotti Laminati a caldo di acciai non legati per impieghi strutturali
- Norma UNI EN 40 - 1 del 1992: Pali per illuminazione. Termini e Definizioni
- Norma UNI EN 40 - 5 del 2003: Specifiche per Pali per illuminazione Pubblica in acciaio
- Norma UNI EN 40 - 5 del 2003: Specifiche per Pali per illuminazione Pubblica in acciaio
- Norma UNI EN 40 - 3-1 e 2 del 2001: Pali per Illuminazione Pubblica. Progettazione e Verifica
- Norma UNI EN 40 - 3-3 del 2004: Pali per Illuminazione Pubblica. Progettazione e Verifica
- Norma UNI EN 40 - 2 del 2004: Pali per Illuminazione Pubblica. Requisiti Generali e Dimensioni
- Norma UNI EN ISO 1461: 2000: Rivestimenti di Zincatura per immersione a caldo su prodotti ferrosi ed articoli in acciaio. Specificazioni e metodi di prova
- Norma UNI EN ISO 2409: 2007: Collaudi Verniciatura
- Norma UNI EN 287-1: 2007: Prove di qualificazione dei Saldatori per fusione
- Norma UNI EN ISO 15607: 2005: Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici
- Norma UNI EN ISO 15613: 2005: Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Qualificazione sulla base di prove di saldatura di pre - produzione.
- Norma UNI EN ISO 15614-1: 2005: Specificazione e qualificazione delle procedure di saldatura per materiali metallici - Parte 1: Saldatura ad arco e a gas.
- Norma UNI EN 10204: 2005: Tipi di documenti di controllo.

### **3. DATI DI PROGETTO: Norma di Riferimento CEI 11-4**

Secondo la Normativa in oggetto nella stesura del Capitolato Tecnico dovranno essere evidenziati i seguenti dati di progetto:

#### **3.1. Zona Installazione:**

**Zona A:** Località con Altitudine < di 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare

**Zona B:** Tutte le Località dell'Italia Settentrionale e le Località con Altitudine > di 800 m s.l.m. dell'Italia Centrale, Meridionale ed Insulare.

#### **3.2. Interasse massimo tra i sostegni:**

In base alla Planimetria di progetto dovranno essere individuati gli interassi tra i sostegni della linea aerea; si deve tenere conto che l'interasse minimo non può essere minore di 3,7 volte l'altezza dei pali fuori terra.

#### **3.3. Altezza del Sostegno e della Linea Aerea:**

L'altezza dei sostegni viene fissata a 9 m fuori terra; pertanto la campata minima risulta essere di 33,3 m.

**I.E.S. s.r.l.**

Via Ottorino Villa 5, 25124 Brescia  
P.IVA e C.F. 02482340987

Emilio Foini: [emiliofoini@sicurezza.bs.it](mailto:emiliofoini@sicurezza.bs.it)  
Massimo Biasetti: [massimobiasetti@sicurezza.bs.it](mailto:massimobiasetti@sicurezza.bs.it)  
Segreteria: [ies@sicurezza.bs.it](mailto:ies@sicurezza.bs.it)

Tel. 0303534524 Fax. 0303534517  
Reg. Imprese BS - 02482340987 - R.E.A. n° 452977 - Cap. Sociale 10.000,00 euro I.V.



L'altezza della Linea Aerea viene fissata ad 8,5 m fuori terra, in modo da garantire, anche in presenza di passaggi di strade comunali / statali, un'altezza franco terra di 7,3 m franco terra.

### 3.4. Definizione del tipo di Conduttore:

Per Linee in Cavo Aereo di Alimentazione per Impianti di Illuminazione Pubblica generalmente si utilizzano:

- Tipo Autoportante Bipolare 2 x 10 mm<sup>2</sup> [Peso 250 Kg/Km - Diametro 16,2 mm]
- Tipo Autoportante Quadripolare 4 x 10 mm<sup>2</sup> [Peso 500 Kg/Km - Diametro 19,5 mm]

### 3.5. Definizione del Parametro di Tesatura:

Tale parametro rappresenta il rapporto tra l'interasse dei sostegni e la freccia di posa con la seguente formula:

$$\text{- Parametro Tesatura} = \frac{I^2}{8 \times F} \quad \text{dove: } I = \text{Interasse tra i sostegni [m]} \text{ ed } F = \text{freccia di posa del cavo [m]}$$

Il Parametro di Tesatura generalmente utilizzato, in queste condizioni di progetto, è 175; con tale valore per Interassi di 35 m, si ottengono frecce di posa pari a 0,875 m. (2,5 % dell'Interasse)

In casi particolari possono essere definiti dei Parametri di Tesatura differenti a seconda delle necessità sulle frecce di posa o su interassi particolari.

Dal Parametro di Tesatura si ricavano inoltre i dati per le verifiche a resistenza dei sostegni e dei conduttori infatti:

$$\text{- Parametro Tesatura} = \frac{T}{P} \quad \text{dove: } T = \text{Azione massima sul conduttore e sul sostegno [daN]}$$

$$P = \sqrt{\text{Peso\_Cavo}^2 + \text{Azione\_Vento\_su\_Cavo}^2} \quad [\text{daN}]$$

Per la verifica dei sostegni, oltre ai carichi dovuti alla presenza della Linea Aerea, dovranno essere considerati i carichi dovuti dall'azione del Vento sui sostegni stessi, sui corpi illuminanti e sugli eventuali accessori installati (*Bracci, Tronchetti etc.....*).

## 4. PROCESSO PRODUTTIVO PALI:

### *Tipo Rastremato:*

Pali Rastremati Saldati, prodotti con un Sistema Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2000, ottenuti mediante di Tubolari ERW in Acciaio S 235 JR UNI EN 10219 e successiva Saldatura Circonferenziale eseguita con procedimento Automatico MAG omologato secondo Norma UNI EN ISO 15614-1.

### *Tipo Ottagonale:*

Pali troncoconici a sezione ottagonali, prodotti con un Sistema Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2000, ottenuti mediante piegatura a freddo di Lamiera in acciaio S235JR o S355JO UNI EN 10025-1/2 e successiva saldatura longitudinale eseguita con procedimento automatico MAG omologato secondo Norma UNI EN ISO 15614-1.

### 4.1. Lavorazioni Standard Base e Cima Pali:

I pali, predisposti per l'infissione nel blocco di fondazione, sono completi delle seguenti lavorazioni standard di base:

- Manicotto tubolare Termorestringente Tipo PLA delle lunghezze standard di 450 mm in polietilene reticolato tramite irradiazione con adesivo semicristallino ad alto valore di aderenza, Certificati secondo Norma EN 12068, adatti al rivestimento dei pali di Illuminazione Pubblica nel punto d'interro, applicata a caldo sulla mezzaria della sezione di incastro.

I Pali inoltre devono essere completi delle seguenti lavorazioni standard alla cima:

- N. 01 Foro 20 mm a 300 mm cima palo per ingresso cavi
- Finitura e calibrazione cima palo con Codolo 60 x 120 mm con eliminazione di bave ed imperfezioni di lavorazione



**Note Tecniche:**

Le asole ingresso cavi e di ispezione dovranno essere eseguite mediante taglio a plasma / laser sul prodotto grezzo; eventuali sbavature di taglio dovranno essere completamente rimosse prima dei trattamenti superficiali previsti.

**4.2. TABELLA 1: PALI RASTREMATI \_ 10 m**

Codice Prodotto	L mm	D base	d cima	Infissione I	Spessore	Peso Zincato
<b>Altezza Fuori Terra 9 m</b>						
<b>RS 10 A</b>	9800	152	89 / 60	800	4	120
<b>RS 10 B</b>	9800	168	89 / 60	800	4	130
<b>RS 10 C</b>	9800	193	114 / 60	800	4	156
<b>RS 10 D</b>	10000	219	139 / 60	1000	5	218
<b>RS 10 E</b>	10000	219	139 / 60	1000	6	260

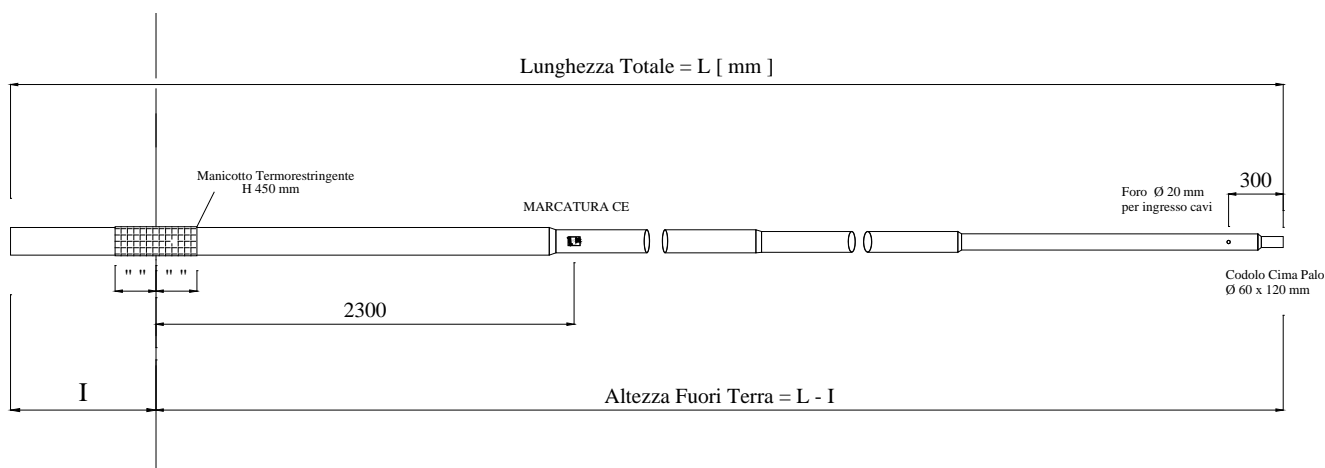
**Legenda Pali:** divisione delle tipologie in base alla Planimetria di progetto

- **Tipo A:** Palo Rettifilo / Tiro deviato < 15°
- **Tipo B:** Palo Rettifilo / Tiro deviato < 20°
- **Tipo C:** Palo Misto con Tiro deviato < 35°
- **Tipo D:** Palo Amarro con Tiro deviato < 60°
- **Tipo E:** Palo Amarro con Tiro deviato fino a 90°

**Note Tecniche:**

La divisione effettuata nella Legenda considera i Pali nella configurazione Testa-palo con i seguenti dati di Progetto:

- Località Installazione → Zona B
- Interasse di Linea → 35 m
- Altezza Linea Aerea → 8,5 m fuori terra
- Tipo di Conduttore → Cavo Autoportante Quadripolare 4 x 10 mm<sup>2</sup>
- Parametro di Tesatura → 175.

**- Schema Lavorazioni Pali Rastremati****4.3. TABELLA 2: PALI OTTAGONALI \_ 10 m [Specifica ENEL Distribuzione - DS 3010]**

Codice Prodotto	L mm	D base	d cima	Infissione I	Spessore Tipo Mat.	Peso Zincato
<b>Altezza Fuori Terra 9 m</b>						
<b>10 A 10</b>	10000	250	100 / 60	1000	3 / S 235	130
<b>10 B 14</b>	10000	290	140 / 60	1000	3 / S 235	160
<b>10 C 15</b>	10000	300	150 / 60	1000	3 / S 355	168
<b>10 D 15</b>	10000	310	150 / 60	1000	3.5 / S 355	199

**Legenda Pali:** divisione delle tipologie in base alla Planimetria di progetto

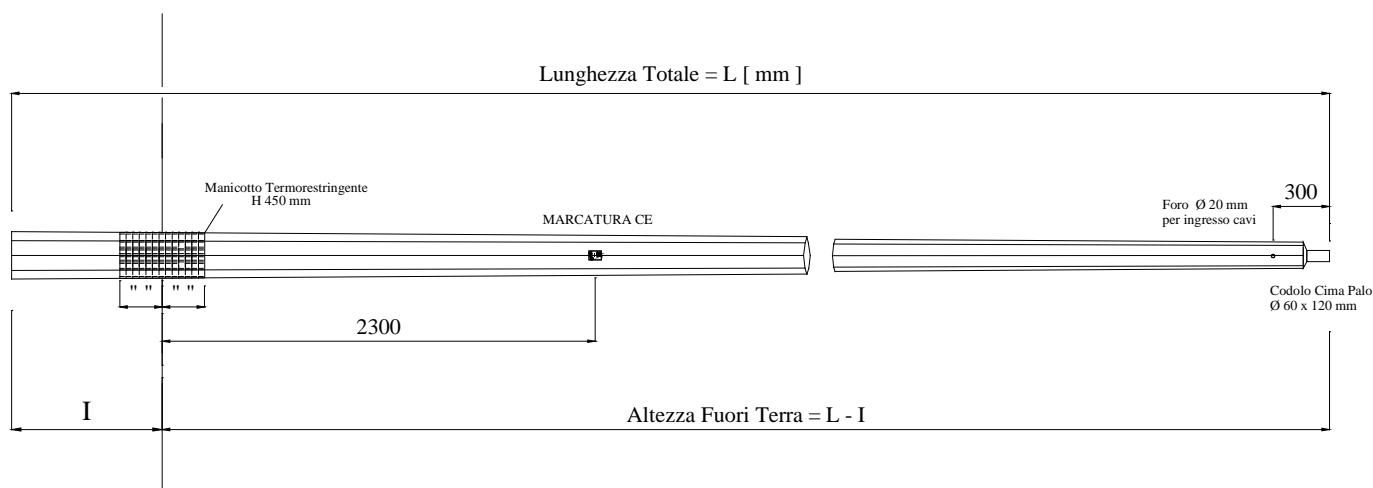
- **Tipo 10 A 10** : Palo Rettifilo / Tiro deviato < 25°
- **Tipo 10 B 14** : Palo Rettifilo / Tiro deviato < 40°
- **Tipo 10 C 15** : Palo Amarro / Tiro deviato < 60°
- **Tipo 10 D 15** : Palo Amarro / Tiro deviato < 90°

**Note Tecniche:**

La divisione effettuata nella Legenda considera i Pali nella configurazione Testapalo con i seguenti dati di Progetto :

- Località Installazione → Zona B
- Interasse di Linea → 35 m
- Altezza Linea Aerea → 8,5 m fuori terra
- Tipo di Conduttore → Cavo Autoportante Quadripolare 4 x 10 mm<sup>2</sup>
- Parametro di Tesatura → 175.

**- Schema Lavorazioni Pali Ottagonali**



## 5. PROCESSO PRODUTTIVO BRACCI:

I Bracci devono essere costruiti, con un Sistema Qualità Certificato UNI EN ISO 9001:2000, utilizzando tubi saldati ERW in acciaio S235JR UNI EN 10219-1/2, le saldature di unione devono essere realizzate da personale munito di qualifica secondo Norma EN 287-1:2004/A2:2006.

Le curvature dovranno essere realizzate mediante calandrate a freddo su appositi stampi, e non dovranno essere presenti strozzature e schiacciamenti che deformino in maniera irregolare la sezione cilindrica del tubo.

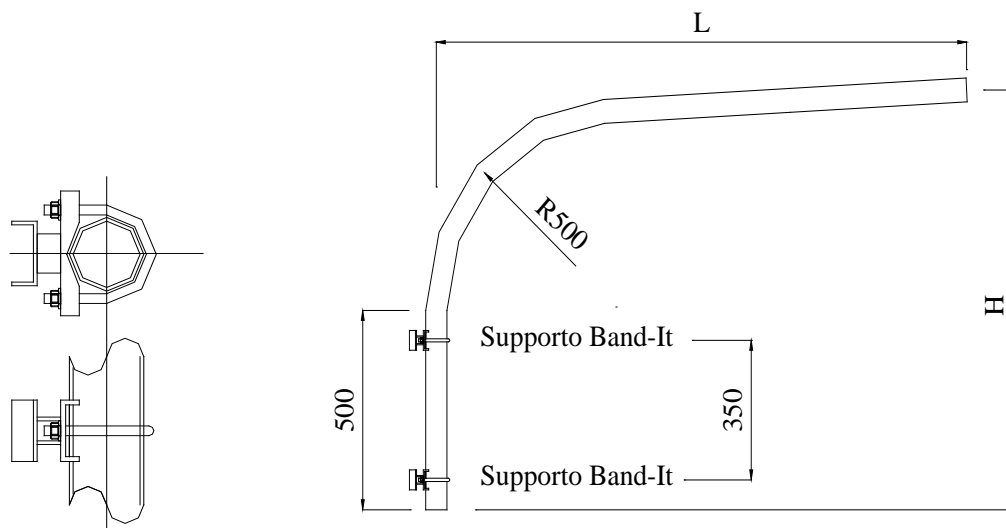
### Note Tecniche:

*I componenti non devono presentare parti taglienti o spigoli vivi, eventuali sbavature di taglio dovranno essere completamente rimosse prima dei trattamenti superficiali previsti.*

### 5.1. TABELLA 3: Bracci con Supporti Band-It

Codice Prodotto	L Aggetto mm	H Altezza mm	Ø Tubo mm	Peso Zincato
B1_500	500	811	60 x 3	5,5
B1_1000	1000	1028	60 x 3	7,5
B1_1500	1500	1053	60 x 3	9,5
B1_2000	2000	1079	60 x 4	16,0

#### - Schema Lavorazioni Bracci e Supporti Band-It



## 6. TOLLERANZE DIMENSIONALI GENERALI UNI EN 40 - 2 : 2004 :

- Lunghezza totale:  $\pm 25$  mm ( per lunghezze  $> 10$  m  $\pm 0,6$  % )
- Diametri :  $\pm 3$  %
- Circonferenza :  $\pm 1$  %
- Spessore Lamiera :  $\pm 10$  % ( Spessore Minimo sul prodotto finito 3,8 mm )
- Tolleranza sulla Rettilinearità :

## 7. PROTEZIONI SUPERFICIALI:

### 7.1. Zincatura a caldo

Per la protezione contro la corrosione i Pali ed i Bracci, dopo le lavorazioni meccaniche dovranno essere Zincati a caldo a Norme UNI EN 1461 con un rivestimento di zinco pari a  $350 \text{ g/m}^2$  e con spessori minimi di  $55 \mu\text{m}$  e medi di  $70 \mu\text{m}$ .

Tutte le lavorazioni meccaniche dovranno essere eseguite prima della Zincatura a caldo; unica esclusione la ri - filettatura dei dadi saltati testa-palo che può essere eseguita in fase di ripristino ed imballo del materiale.

Il processo di Zincatura a caldo può essere riassunto nelle seguenti fasi:

#### A ) Processo di pulizia superficiale :

- Sgrassaggio in soluzione alcalina
- Decapaggio in Acido Cloridrico  $\text{HCl} = 120\text{-}130 \text{ g / lt.}$
- Lavaggio e Flussaggio in soluzione di  $\text{ZnCl}_2 - \text{NH}_4\text{Cl}$
- Asciugatura in essiccatoio

#### B ) Processo Termico

- Zincatura in bagno di zinco fuso a  $440 / 460^\circ$  in accordo con i requisiti della Norma UNI EN 1179 / 99,5% Zn

#### C ) Controllo qualità, ripristino ed imballaggio effettuato secondo le specifiche richieste .

Eventuali piccole mancanze di zinco dovranno essere riportate mediante applicazione di adeguate vernici zincanti nel rispetto della Normativa di riferimento ( UNI EN 1461 )

### 7.2. Verniciatura a polveri con polimerizzazione a forno

Dopo la Zincatura a caldo può essere richiesta la verniciatura dei Pali e dei Bracci, che deve essere realizzata mediante ciclo a polveri poliesteri qui sotto riportato:

#### A ) Pulizia delle superfici zincate con macchina levigatrice per eliminare imperfezioni e grumi di zinco;

#### B ) Fosfo - sgrassaggio flow - coating per eliminare eventuali presenze di elementi chimici esterni ( oli etc.. );

- Risciacquo con acqua di rete;
- Decapaggio flow - coating a base di acido fosforico per un tempo di 5 minuti a temperatura di  $50^\circ$ , per creare una buona aderenza per la vernice e successivo risciacquo con acqua di rete;
- Passivazione flow - coating con zirconio per fissare la superficie dello zinco ed evitare nel tempo fenomeni di ossidazione e di blistering e successivo risciacquo con acqua di rete e demineralizzata;
- Asciugatura in forno a  $130 / 150^\circ$ ;
- Applicazione delle polveri poliestere in cabina fino a raggiungere  $70 / 80$  micron di spessore;
- Polimerizzazione in forno a temperatura costante di  $190^\circ$  per un tempo minimo di 50 minuti;

#### C ) Controllo qualità ed imballaggio effettuato singolarmente per ogni palo o braccio.

Per evitare danneggiamenti della verniciatura durante la movimentazione, il trasporto e lo stoccaggio del materiale, i pali ed i bracci dovranno essere provvisti di imballo singolo e successivamente riposti in fasci protetti da pallets e/o liste di legno adeguate alle dimensioni dei prodotti.

Caratteristiche Tecniche minime del rivestimento:

- Spessore medio:  $70 \mu\text{m}$ ;
- Prova di piegamento ( mandrino cilindrico ) UNI EN ISO 1519;
- Prova di piegamento ( mandrino conico ) UNI EN ISO 6860;
- Prova di imbutitura UNI EN ISO 1520;
- Prova di quadrettatura UNI EN ISO 2409;





In sede di fornitura, potranno essere richieste a campione, prove sulle caratteristiche meccaniche del rivestimento (Quadrettatura / Imbutitura e prove di Piegamento) per la verifica della qualità del rivestimento.

## 8. MARCATURA CE:

I pali devono essere provvisti di *Marcatura CE* in conformità alla Legislazione Vigente (Direttiva “*Prodotti da Costruzione 89/106/CEE del 21/12/1988 emendata dalla Direttiva 93/68/CEE del 22/07/1993; recepita in Italia con il DPR 246/93 del 21/04/1993*).

La Marcatura di ogni singolo palo in ossequio alla Normativa EN 40-5 dovrà riportare le seguenti indicazioni:

- Norma di riferimento EN 40-5,
- Identificazione del Costruttore,
- Numero Certificato di autorizzazione alla produzione ed alla marcatura CE,
- Anno di fabbricazione,
- Codice Prodotto identificativo

### **ESEMPIO Targa identificativa Marcatura CE**

 EN 40-5
RIFERIMENTI CERTIFICATO CONFORMITA' PRODUTTORE
CODICE PRODOTTO
ANNO PRODUZIONE
RIFERIMENTI PRODUTTORE

Per la marcatura del palo sono ammesse applicazioni di targhe rivettate od adesive di materiale non ossidabile con caratteri di altezza non inferiore a 5 mm; durante le fasi di imballo, trasporto e movimentazione del materiale è necessario evitare contatti e fregamenti che possano provocare danni da impedire la leggibilità e la durata nel tempo della marcatura stessa.

Per quanto concerne la posizione dell'applicazione delle marcature si rimanda ai disegni costruttivi in allegato.

