

**MATERIAL PARA ILUMINAÇÃO PÚBLICA
COLUNAS DE BETÃO PRÉ-ESFORÇADO POLIDO
Características e Ensaios**

**EDP
DMA-C71-521/E
JULHO 1999**

SUMÁRIO

1 OBJECTO	3
2 CAMPO DE APLICAÇÃO	3
3 DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA	5
4 TERMOS E DEFINIÇÕES	16
5 CARACTERÍSTICAS DAS COLUNAS	19
5.1 Silhuetas e dimensões principais das colunas	19
5.2 Materiais	19
5.3 Profundidade de enterramento	20
5.4 Dimensões da peça de fixação da luminária.....	20
5.5 Ângulo da inclinação da peça de fixação da luminária	20
5.6 Porta do compartimento eléctrico	20
5.7 Dimensões da abertura de visita	21
5.8 Orifícios de entrada e saída de cabos.....	21
5.9 Caminhos de cabos eléctricos	21
5.10 Recobrimento das armaduras	21
5.11 Rugosidade da superfície aparente da coluna.....	22
5.12 Armaduras suplementares.....	22
5.13 Terminal de terra	22
5.14 Tolerâncias	22
6 MARCAÇÃO	22
7 CARGAS DE CÁLCULO.....	23
8 DIMENSIONAMENTO	24
9 ENSAIOS DE TIPO E ENSAIOS DE SÉRIE	24
10 ENSAIOS DE RECEPÇÃO	28
FIGURAS	
Fig.1 - Terminologia das colunas de iluminação pública.....	29
Fig.2 - Peça de fixação da luminária.....	30
Fig.3 - Entrada de cabo	31
Fig.4 - Silhuetas das colunas	32
Fig.5 -Acessórios decorativos	33

1 OBJECTO

O presente documento trata da especificação das características das colunas de betão pré-esforçado polido destinadas a redes de IP exploradas pela EDP, e dos ensaios a que serão submetidas para comprovação dessas características.

2 CAMPO DE APLICAÇÃO

O presente documento é aplicável às 48 colunas de fuste tronco-cónico indicadas no QUADRO I (ver Página 4), colunas estas com alturas nominais de 8, 10 e 12 m.

O referido QUADRO I inclui os seguintes conjuntos de colunas:

- Colunas direitas (B1 a B3: três colunas)
- Colunas com braço direito tronco-cónico, simples, duplos, triplos ou quádruplos, de 0,75 m de projecção horizontal (B4 a B15: doze colunas)
- Colunas com braço direito tronco-piramidal rectangular, simples, duplo, triplo ou quádruplo, de 1,00 m ou 1,25 m de projecção horizontal (B16 a B39: vinte e quatro colunas)
- Colunas com braço curvo, simples, duplos ou triplos (B40 a B48: nove colunas)

As colunas com braço (B4 a B48), no total de 45, são obtidas pela combinação de determinados fustes com determinados braços, como se explicita no QUADRO I (3 fustes x 4 braços + 3 fustes x 8 braços + 3 fustes x 3 braços = 45 colunas com braço).

QUADRO I - Colunas de betão pré-esforçado polido

COLUNAS NORMALIZADAS Silhuetas ⇒ Dimensões principais ↓			Coluna direita, de fuste tronco-cónico	Coluna com braço direito, de fuste tronco-cónico e braço direito tronco-cónico (simples, duplo triplo ou quádruplo)		Coluna com braço direito, de fuste tronco-cónico e braço direito tronco-piramidal rectangular (simples, duplo, triplo ou quádruplo)		Coluna com braço curvo, de fuste tronco-cónico e braço de secção circular (simples, duplo ou triplo)			
REF. DAS COLUNAS DIREITAS E DAS COLUNAS COM BRAÇO	Altura nominal da coluna (m)	Proj. do braço da coluna, w (m)		REF. DAS 3 COLUNAS DIREITAS	Fuste tronco-cónico para braço direito tronco-cónico REF. DOS 3 FUSTES	Braço direito tronco-cónico (simples, duplo, triplo, quádruplo) REF. DOS 4 BRAÇOS	Fuste tronco-cónico para braço direito tronco-piramidal REF. DOS 3 FUSTES	Braço direito tronco-piramidal rectangular (simples, duplo, triplo ou quádruplo) REF. DOS 8 BRAÇOS	Fuste tronco-cónico para braço curvo de secção circular REF. DOS 3 FUSTES	Braço curvo de secção circular (simples, duplo ou triplo) REF. DOS 3 BRAÇOS	
B1	8	Sem braço	B1								
B2	10		B2								
B3	12		B3								
B4 B5 B6 B7	8	0.75	BFEBDC08		BBDS075 BBDD075 BBDT075 BBDQ075						
B8 B9 B10 B11	10			BFEBDC10		BBDS075 BBDD075 BBDT075 BBDQ075					
B12 B13 B14 B15	12				BFEBDC12		BBDS075 BBDD075 BBDT075 BBDQ075				
B16 B17 B18 B19 B20 B21 B22 B23	8					1,00	BFEBDP08		BBDS100 BBDD100 BBDT100 BBDQ100 BBDS150 BBDD150 BBDT150 BBDQ150		
			1,50								
B24 B25 B26 B27 B28 B29 B30 B31	10		1,00	BFEBDP10				BBDS100 BBDD100 BBDT100 BBDQ100 BBDS150 BBDD150 BBDT150 BBDQ150			
			1,50								
B32 B33 B34 B35 B36 B37 B38 B39	12		1,00		BFEBDP12			BBDS100 BBDD100 BBDT100 BBDQ100 BBDS150 BBDD150 BBDT150 BBDQ150			
			1,50								
B40 B41 B42	8		1,25							BFEBCC08	BBCS125 BBCD125 BBCT125
B43 B44 B45	10									BFEBCC10	BBCS125 BBCD125 BBCT125
B46 B47 B48	12						BFEBCC12	BBCS125 BBCD125 BBCT125			

3. DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

As colunas abrangidas pelo presente documento devem atender às partes aplicáveis das seguintes publicações:

COLUNAS DE IP

EN 40-1:1991	Candélabres. Définitions et termes
EN 40-2:1976	Candélabres. Dimensions et tolérances.
EN 40-3:1982	Candélabres d'éclairage public. Matériaux
EN 40-4:1982	Candélabres d'éclairage public. Protection de surface des candélabres d'éclairage public métalliques
EN 40-5:1982	Candélabres d'éclairage public. Compartiments électriques et passages des cables
EN 40-6:1982	Candélabres d'éclairage public. Charges de calcul
EN 40-8:1982	Candélabres d'éclairage public. Vérification du projet au moyen d'essais.
EN 40-9:1982	Candélabres d'éclairage public. Prescriptions spéciales pour les candélabres d'éclairage public en béton armé et en béton précontraint.
BS 5649: Part 7:1985	Lighting columns. Verification of structural design by calculation.
DMA-C71-510/E JUL 1994	Material de Iluminação Pública. Colunas e braços de colunas. Características e ensaios.
DMA-C71-520/E OUT 1995	Material de Iluminação Pública. Colunas de betão. Características e ensaios.
DMA-C71-511/E JULHO 1999	Material de Iluminação Pública. Colunas de aço com graus de protecção IP*3 e IK10. Características e ensaios.

POSTES DE BETÃO

DMA-C67-200/E: 1997	Apoios para Linhas Aéreas de BT, MT e AT. Postes de Betão Armado. Características e Ensaios.
DMA-C67-205/E: 1997	Apoios para Linhas Aéreas de BT. Postes de Betão de Fuste ou em I ou em U. Características e Ensaios.
DMA-C67-210/E: 1997	Apoios para Linhas Aéreas de MT. Postes de Betão para Postos de Transformação Aéreas. Características e Ensaios.
DMA-C67-215/E: 1997	Apoios para Linhas Aéreas de MT e AT. Postes de Betão de Fuste em I . Características e Ensaios.
DMA-C67-220/E: 1997	Apoios para Linhas Aéreas de BT, MT e AT. Postes de Betão Equi-resistentes. Características e Ensaios.
NP - 261:1961	Linhas Eléctricas. Postes de betão. Dimensionamento, fabricação e ensaios.
P - 628:1967	Linhas Eléctricas. Postes de Betão Armado. Dimensões das cabeças, furação, ligação à terra e marcação.
prEN12843:1999	Precast concrete masts and poles

REGULAMENTOS

REBAP	Regulamento de Estruturas de Betão Armado e Pré-esforçado.
RSLEAT	Regulamento de Segurança de Linhas Eléctricas de Alta Tensão.
RSRDEBT	Regulamento de Segurança de Redes de Distribuição de Energia Eléctrica em Baixa Tensão (RSRDEEBT).

CIMENTOS

NPEN196.1:1990	Métodos de ensaio de cimentos. Determinação das resistências mecânicas.
NPEN196.2:1990	Métodos de ensaio de cimentos. Análise química de cimentos.
NPEN196.3:1990	Métodos de ensaio de cimentos. Determinação do tempo de presa e da expansibilidade.
NPEN196.4:1990	Métodos de ensaio de cimentos. Determinação quantitativa dos cimentos.
NPEN196.5:1990	Métodos de ensaio de cimentos. Determinação da finura.
NPEN196.7:1990	Métodos de ensaio de cimentos. Métodos de colheita e preparação de amostras de cimento.
NPEN196.21:1990	Métodos de ensaio de cimentos. Determinação do teor em cloretos, dióxido de carbono e álcalis nos cimentos.
NP952:1973	Cimento portland normal. Determinação do teor em magnésio. Processo complexométrico.
NP2064:1991	Cimentos. Definições, composição, especificações e critérios de conformidade.
NP2065:1991	Cimentos. Condições de fornecimento e recepção.
LNEC E 29	Cimentos. Determinação da resistência mecânica.
LNEC E 49	Cimentos. Determinação do teor em sulfuretos.
LNEC E 56	Cimentos portland. Determinação do teor em álcalis solúveis em água.
LNEC E 59	Cimentos. Determinação da perda ao fogo
LNEC E 61	Cimentos. Determinação do teor em sulfatos.
LNEC E 64	Cimentos. Determinação da massa volúmica.
LNEC E 65	Cimentos. Determinação da resistência mecânica.

LNEC E 66	Cimentos. Determinação da superfície específica.
LNEC E 229	Cimentos. Ensaio de expansibilidade. Processo de autoclave.
LNEC E 231	Cimentos. Determinação do teor em halogenetos.
LNEC E 328	Cimentos. Preparação da pasta normal.
LNEC E 329	Cimentos. Determinação dos tempos de presa.
LNEC E 330	Cimentos. Ensaio de expansibilidade. Processo de Le Chatelier.
LNEC E 331	Cimentos. Determinação do resíduo de peneiração.
LNEC E332	Cimentos. Preparação das amostra para análise química.
LNEC E 333	Cimentos. Determinação do teor em matéria insolúvel em solução de ácido clorídrico e de carbonato de sódio.
LNEC E 339	Cimentos. Determinação do teor em sílica.
LNEC E 340	Cimentos. Determinação do teor em óxido de cálcio.
LNEC E 341	Cimentos. Determinação do teor em óxido de magnésio.
INERTES	
NP85:1964	Areias para argamassas e betões. Pesquisa da matéria orgânica pelo processo do ácido tânico.
NP86:1972	Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas muito finas e matérias solúveis.
NP581:1969	Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água das britas e godos.
NP953:1973	Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas muito leves.

NP954:1973	Inertes para argamassas e betões. Determinação das massas volúmicas e da absorção de água das areias.
NP955:1973	Inertes para argamassas e betões. Determinação da baridade.
NP956:1973	Inertes para argamassas e betões. Determinação dos teores em água total e em água superficial.
NP957:1973	Inertes para argamassas e betões. Determinação dos teores em água superficial das areias.
NP1039:1973	Inertes para argamassas e betões. Determinação da resistência ao esmagamento.
NP1378:1976	Agregados . Ensaio de alteração pelo sulfato de sódio ou pelo sulfato de magnésio.
NP1379:1976	Inertes para argamassas e betões. Análise granulométrica.
NP1380:1976	Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em partículas friáveis.
NP1381:1976	Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade potencial com álcalis do ligante. Processo da barra de argamassa.
NP1382:1976	Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor de álcalis solúveis. Processo por espectrofotometria de chama.
NP2106:1984	Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfatos.
NP2107:1984	Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em sulfuretos.
LNEC E 159	Agregados. Determinação da reactividade potencial.
LNEC E 196	Solos. Análise granulométrica.
LNEC E 222	Agregados. Determinação do teor em partículas moles.

LNEC E 223	Agregados. Determinação do índice volumétrico.
LNEC E 237	Agregados. Ensaio de desgaste pela máquina de Los Angeles.
LNEC E 251	Inertes para argamassas e betões. Ensaio de reactividade com os sulfatos em presença de hidróxido de cálcio.
LNEC E 253	Inertes para argamassas e betões. Determinação do teor em halogenetos solúveis.
LNEC E 355	Inertes para argamassas e betões. Classes granulométricas.
LNEC E 373:1993	Inertes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade.
LNEC E 415	Inertes para argamassas e betões. Determinação da reactividade potencial com os álcalis. Análise petrográfica.

ÁGUAS

NP411:1966	Água. Determinação do valor do pH.
NP413:1966	Água. Determinação do teor em sulfatos.
NP421:1966	Águas. Determinação da alcalinidade.
NP423:1966	Água. Determinação do teor em cloretos.
NP505:1966	Água. Determinação do teor em resíduo.
NP507:1966	Água. Determinação do teor em magnésio.
NP625:1966	Água. Determinação do teor em sódio. Processo gravimétrico.
NP626:1966	Água. Determinação do teor em potássio. Processo colorimétrico.
NP730:1978	Águas. Determinação do teor de azoto amoniacal (Processo expedito).

NP1414:1977	Águas. Determinação do consumo químico de oxigénio de águas de amassadura e de águas em contacto com betões. Processo do dicromato de potássio.
NP1416:1977	Águas. Determinação da agressividade para o carbonato de cálcio de águas de amassadura e de águas em contacto com betões.
NP1418:1977	Águas. Determinação do teor de sulfuretos dissolvidos de água de amassadura e de águas em contacto com betões. Método volumétrico.
NP1418:1977	Águas. Determinação do teor de sulfuretos dissolvidos de água de amassadura e de águas em contacto com betões. Método volumétrico.
LNEC 372:1993	Água de amassadura para betões. Características e verificação da conformidade.
LNEC E 379	Águas. Determinação do teor de ortofosfatos por espectrofotometria. Processo por redução pelo ácido ascórbico.
LNEC E 380	Águas. Determinação do resíduo em suspensão, do resíduo dissolvido e do resíduo total.
LNEC E 381	Águas. Determinação dos teores de sódio e de potássio por fotometria de chama.
LNEC E 382	Águas. Determinação do teor de nitratos. Método de redução com a liga de Devarda.
LNEC E 417	Águas. Determinação do teor de zinco.
ADJUVANTES	
LNEC E 374:1993	Adjuvantes para argamassas e betões. Características e verificação da conformidade.

AÇOS

NPEN10002-1:1991	Materiais metálicos. Ensaio de tracção. Parte 1: Método de ensaio (a temperatura ambiente).
NPEN10002-2:1992	Materiais metálicos. Ensaio de tracção. Parte 2: Verificação do sistema de medição da força da máquina de ensaio de tracção.
EN10002-4:1994	Metallic materials. Tensile test. Part 4: Verification of extensometers used in uniaxial testing.
NPEN10020:1989	Definição e classificação dos aços.
NPEN10027-1:1993	Sistemas de designação dos aços. Parte 1: Designação simbólica, símbolos principais.
NPEN10027-2	Sistemas de designação dos aços. Parte 2: Sistema numérico.
NPEN10079	Definição dos produtos de aço.
ENV10080:1995	Steel for the reinforcement of concrete. Weldable ribbed reinforcing steel B500. Technical delivery conditions for bars, coils and welded fabric.
EN10138	Prestressing Steel, Parts 1 - 5.
EN 10204:1991	Steel and iron and steel products. Inspection documents.
ISO 6934-1:1991	Acier pour armatures de précontrainte. Partie 1: Spécifications générales.
ISO 6934-2:1991	Acier pour armatures de précontrainte. Partie 2: Fil tréfilé à froid.
ISO 6934-3:1991	Acier pour armatures de précontrainte. Partie 3: Fil trempé et revenu.
ISO 6934-4:1991	Acier pour armatures de précontrainte. Partie 4: Torons.
ISO 6934-4:1991	Acier pour armatures de précontrainte. Partie 4: Torons.. Rectificatif technique 1: 1992.

ISO 6935-1:1991	Acier à béton pour armatures passives. Partie 1: Barres lisses.
ISO 6935-2:1991	Acier à béton pour armatures passives. Partie 1: Barres nervurées.
ISO 6935-3:1991	Acier à béton pour armatures passives. Partie 1: Treillis soudés.
ISO 10065	Barres en acier pour béton armé. Essais de pliage-dépliage.
ISO 10287:1992	Acier à béton pour armatures passives. Détermination de la résistance des joints des treillis soudés.
ISO 10544:1992	Cold reduced steel wire for reinforcement of concrete and the manufacture of welded fabric.
ISO 10606: 1995	Acier à béton pour armatures passives. Détermination de l'allongement total pour cent sous charge maximale.
ECISS	Information Circular IC10: Designation system for steel. Additional symbols for steel
NP2451:1988 (EURONORM 18)	Produtos siderúrgicos. Colheita e preparação de amostras e de provetes.
BETÃO	
NP87:1964	Consistência do betão. Ensaio de abaixamento.
NPENV206:1993	Betão, produção, colocação e critérios de conformidade.
NP414:1964	Consistência do betão. Ensaio de espalhamento.
NP1383:1976	Betões. Preparação de provetes para ensaios de compressão e de flexão.
NP1384:1976	Betões. Determinação da massa volúmica do betão fresco.
NP1385:1976	Betões. Determinação da composição do betão fresco.

NP1387:1976	Betões. Determinação do tempo de presa.
ISO 4012:1978	Concrete. Determination of compressive strength of test specimens.
ISO 7034	Cores of hardened concret. Taking, examination and testing in compression.
LNEC E 226	Betão. Ensaio de compressão.
LNEC E 227	Betão. Ensaio de flexão.
LNEC E 228	Betão. Determinação da trabalhabilidade Vêbê.
LNEC E 378	Guia para a utilização de ligantes hidráulicos.

QUALIDADE

EN 45011:1989	General criteria for certification bodies operating quality system certification.
NPEN ISO 9001:1995	Sistemas da qualidade. Modelo de garantia da qualidade na concepção/desenvolvimento, produção, instalação e assistência após venda.
NPEN ISO 9002:1995	Sistemas da qualidade. Modelo de garantia da qualidade na produção, instalação e assistência após venda.
ISO 2859-1:1991	Sampling procedures for inspection by attributes.

ESTRUTURAS DE BETÃO

ENV 1991-1:1994 Eurocode 1	Basis of design and Actions on Structures.
ENV 1992 -1-1:1991 Eurocode 2	Design of concrete structures, Part 1: General rules for buildings. Part 1b: Precast concrete elements and structures.
ENV 1992 -1-3:1994 Eurocode 2	Design of concrete structures, Part 1.3: General rules - Precastconcrete elements and structures.
prEN3369:1999	Common rules for precast concrete products

INVÓLUCROS

NP EN60529:1994	Graus de protecção assegurados pelos invólucros.
EN 50102:1994	Degrés de protection fournis par les boîtiers destinés à l'équipement

REVESTIMENTOS METÁLICOS

ISO 1459:1973	Revêtements métalliques. Protection contre la corrosion par galvanisation à chaud. Principes directeurs
ISO 1460:1973	Revêtements métalliques. Protection contre la corrosion par galvanisation à chaud. Principes directeurs
ISO 1461:1973	Revêtements métalliques. Revêtements de galvanisation à chaud sur produits finis en fer. Spécification.
NP - 525:1988	Produtos zincados. Determinação da massa por unidade de superfície e da espessura média do revestimento.

SÍMBOLOS GRÁFICOS

NP608 1970	Sinalização de segurança. Símbolo de tensão eléctrica perigosa.
------------	---

4. TERMOS E DEFINIÇÕES

4.1 - Coluna

Apoio destinado a suportar uma ou várias luminárias e constituído por uma ou várias partes: um fuste, eventualmente uma extensão superior e, se necessário, um braço.

4.2 - Altura nominal (da coluna)

Distância entre o ponto de fixação da luminária e o nível do solo relativamente às colunas de enterrar (ver figura 1).

4.3 - Coluna (direita)

Coluna sem braço destinada a suportar directamente a luminária (ver figura 1).

4.4 - Coluna com braço

Coluna destinada a suportar uma ou várias luminárias por meio de um braço simples ou múltiplo, desmontável ou não.

4.5 - Braço

Elemento constitutivo da coluna destinado a suportar uma luminária a uma certa distância do eixo da parte rectilínea inferior do fuste, de forma simples ou múltipla, e formando com a coluna um conjunto, desmontável ou não (ver figura 1).

Nota: No contexto do presente documento, os braços podem ser direitos (simples, duplos, triplos ou quádruplos) ou curvos (simples, duplos ou triplos).

4.6 - Projeção (horizontal) do braço

Distância horizontal do ponto de fixação da luminária à vertical traçada pelo centro da secção do fuste ao nível do solo (ver figura 1).

4.7 - Peça de fixação do braço

Peça destinada a fixar o braço ao fuste, quando o braço é desmontável. Esta peça pode ter a mesma secção transversal que a do extremo superior do fuste ou uma secção diferente (ver figura 1).

4.8 - Peça de fixação da luminária

Peça destinada a fixar a luminária à coluna. Esta peça é, em geral, uma parte suplementar da coluna ou o braço, com a mesma secção transversal ou com secção transversal diferente (ver figuras 1 e 2).

4.9 - Ângulo da inclinação da peça de fixação da luminária (no caso da coluna com braço)

Ângulo formado pelo eixo da peça de fixação da luminária com a horizontal (ver figura 1).

4.10 - Porta ou tampa de visita

Porta ou tampa da abertura de visita (ver figura 1).

4.11 - Abertura de visita

Abertura na coluna que permite o acesso ao compartimento eléctrico (ver figura 1).

4.12 - Compartimento eléctrico

Espaço no interior do fuste, acessível através da abertura de visita, destinado ao alojamento do material eléctrico necessário à alimentação da(s) luminária(s) (ver figura 1).

4.13 - Entrada de cabo

Abertura na parte enterrada que permite a passagem dos cabos eléctricos de alimentação (ver figuras 1 e 3).

4.14 - Profundidade de enterramento da coluna (ver figura 1)

Comprimento da parte enterrada da coluna (ver figura 1)

4.15 - Flecha

Deslocamento do ponto de fixação da luminária resultante, por um lado, das forças exteriores exercidas sobre a coluna, o braço e a luminária e, por outro lado, dos pesos da coluna, do braço e da luminária.

4.16 - Candeeiro

Conjunto formado por uma coluna, uma ou mais luminárias e o material eléctrico de alimentação.

4.17 - Ensaio de tipo

Ensaio ou série de ensaios efectuados sobre um modelo para ensaio de tipo, tendo por finalidade verificar a conformidade de concepção de um dado produto às prescrições da norma apropriada.

4.18 - Ensaio de série

Ensaio previsto para ser efectuado de maneira repetitiva sobre os produtos fabricados em série, quer sob a forma de ensaios individuais (também chamados ensaios de rotina), quer sob a forma de ensaios sobre amostras, com vista a verificar que uma dada fabricação satisfaz a critérios definidos.

5 CARACTERÍSTICAS DAS COLUNAS

5.1 SILHUETAS E DIMENSÕES PRINCIPAIS

As silhuetas das colunas abrangidas pelo presente documento estão ilustradas na figura 4. As dimensões principais - altura nominal, no caso das colunas direitas, e altura nominal e projecção do braço, no caso das colunas com braço -, estão indicadas no QUADRO I, onde igualmente se indicam as referências das colunas, dos fustes e dos braços.

Os braços direitos das colunas são simples, duplos, triplos ou quádruplos, com 0,75 m, 1,00 m ou 1,50 m de projecção horizontal.

Os braços direitos de 0,75 m de projecção horizontal devem ter geometria tronco-cónica e devem poder ser aplicados em qualquer um dos fustes das colunas B4 a B15.

Os braços direitos de 1,00 m e 1,50 m de projecção horizontal, têm geometria tronco-piramidal rectangular e devem poder ser aplicados em qualquer um dos fustes das colunas B16 a B39.

Os braços curvos das colunas podem ser simples, duplos ou triplos, com 1,25 m de projecção horizontal. A secção transversal corrente destes braços é circular. Estes braços devem poder ser aplicados em qualquer um dos fustes das colunas B40 a B48.

O eixo longitudinal da peça de fixação da luminária deve ser tangente à geratriz do braço no ponto de ligação desta peça ao braço.

Nota: Às colunas de betão são por vezes associados determinados elementos decorativos (bases, anéis, etc), que podem modificar em maior ou menor grau as silhuetas das colunas (ver figura 5).

5.2 Materiais

Os materiais devem ser de acordo com a parte 9 da EN 40.

O ligante a utilizar deve ser o cimento Portland Normal.

O valor característico da tensão de rotura por compressão do betão utilizado no fabrico das colunas, quando da transmissão do pré-esforço, não deve ser inferior a 25 Mpa (valor referido a provetes cilíndricos com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura).

O valor característico da tensão de rotura por compressão do betão utilizado no fabrico das colunas, aos 28 dias de idade, não deve ser inferior a 32 MPa (valor referido a provetes cilíndricos com 15 cm de diâmetro e 30 cm de altura).

O aumento de massa sofrido pelo betão no ensaio de absorção de água especificado no Anexo C da parte 9 da Norma EN 40 não deve ultrapassar os valores seguintes:

- 2,5% da massa seca após 10 minutos de imersão;
- 6,5% da massa seca após 24 h de imersão.

O valor da máxima tensão inicial no betão da coluna, quando da transmissão do pré-esforço, não deve ser superior a 0,6 do valor característico da tensão de rotura à compressão do betão quando da transmissão do pré-esforço.

5.3 Profundidade de enterramento

A profundidade de enterramento do fuste da coluna deve ser função da respectiva altura nominal da coluna, de acordo com o QUADRO II

QUADRO II
Profundidade de enterramento

Altura nominal da coluna	Comprimento de enterramento
8	1200
10	1500
12	1700

5.4 Dimensões da peça de fixação da luminária

A peça de fixação da luminária deve ter as seguintes dimensões (ver fig. 3)

Comprimento livre, l: 100 mm

Diâmetro exterior, d: 60 mm

Diâmetro interior (mínimo): 18 mm

Nota: Os cabos de alimentação das luminárias são, regra geral, do tipo HO5VV-F 2x1,5 mm² (ou 3x1,5 mm²)

5.5 Ângulo de inclinação da peça de fixação da luminária

O ângulo da inclinação da peça de fixação da luminária deve ser igual a 15°, nas colunas com braço direito, e a 25° nas colunas com braço curvo.

5.6 Porta do compartimento eléctrico

A porta do compartimento eléctrico deve ser de material resistente à corrosão ou protegido contra a corrosão.

A porta deve fechar com um ou dois parafusos M8, de aço inoxidável, qualidade A2, de cabeça cilíndrica, sextavado interior, imperdível (ou de aço ou de latão, de cabeça triangular, quando explicitamente solicitado).

A porta deve assegurar no mínimo as seguintes protecções:

- IP 45 (NP EN 60529)
- IK 10 (EN 50102)

5.7 Dimensões da abertura de visita

A altura e a largura da abertura de visita não devem ser inferiores a 230 mm e 90 mm, respectivamente (valores provisórios).

5.8 Orifícios de entrada e saída de cabos

Os fustes das colunas devem ter dois orifícios, diametralmente opostos e à mesma cota, com a forma e dimensões indicadas na figura 3 (150 mm x 50 mm), devendo um deles situar-se na prumada da abertura de visita.

O bordo inferior de cada um destes furos deve situar-se a 500 mm da secção de encastramento do fuste, como se indica na figura 3.

5.9 - Caminhos de cabos eléctricos

Nas colunas direitas e nas colunas com braço, o caminho de cabos eléctricos, entre o compartimento eléctrico e a peça de fixação da luminária, deve ter um diâmetro de, pelo menos, 18 mm.

Os caminhos de cabos eléctricos, entre as entradas de cabos e o compartimento eléctrico devem ter um diâmetro de, pelo menos, 100 mm.

Nota: Nas colunas com braço múltiplo, o caminho de cabos, entre o compartimento eléctrico e a secção do fuste onde é feita a derivação para as luminárias, deve permitir o enfiamento de tantos cabos HO5VV-F-3x1,5mm² (Diâmetro exterior do cabo = 9,8 mm) quantas as luminárias.

5.10 Recobrimento das armaduras

O recobrimento das armaduras deve respeitar as disposições do parágrafo 2.2.2 da parte 9 da Norma EN 40.

5.11 - Rugosidade da superfície aparente da coluna

Acima da secção de encastramento da coluna, a sua superfície exterior deve ser polida. Abaixo da secção de encastramento, a superfície exterior do fuste deve ter a rugosidade proporcionada pela natureza das paredes do próprio molde nas condições normais de fabricação.

Nota: Aquando da qualificação, o fabricante deve fornecer à EDP amostras inequivocamente identificadas do grau de polimento oferecido.

5.12 - Armaduras suplementares

As colunas de betão pré-esforçado devem ser dotadas das armaduras ordinárias previstas na secção 4.3 da parte 9 da Norma EN 40.

5.13 Terminal de terra

5.14 Tolerâncias

As dimensões das colunas, dos fustes e dos braços devem satisfazer os valores das tolerâncias fixadas pelo fabricante nos respectivos projectos, que por sua vez devem ser compatíveis com as tolerâncias especificadas na secção 8 da parte 2 da Norma EN 40.

Os fios da armadura de pré-esforço não devem apresentar desvios superiores a 3 mm, relativamente à localização prevista.

6. MARCAÇÃO

As colunas direitas, os fustes e os braços devem ser marcadas, de forma indelével e bem legível, com pelo menos as seguintes indicações:

- nome ou marca do fabricante;
- ano e semana de fabrico, de acordo com a Norma ISSO 8601, em representação truncada, na forma YYWww (exemplo: 99W30, para a 30ª semana de 1999);
- referência do produto
- traço horizontal na secção de encastramento do fuste.

7. CARGAS DE CÁLCULO

As cargas de cálculo a considerar no dimensionamento das colunas (direitas e com braço) devem ser de acordo com a parte 6 da Norma EN40, e admitindo ainda as seguintes hipóteses complementares:

- a) Não é aplicável o último parágrafo da secção 2.3.2 da parte 6 da Norma EN40.
- b) O factor K para a secção 2.2.6 da parte 6 da Norma EN 40 (Anexo A – Particularidades Nacionais) é igual a 2,2.
- c) A luminária tipo das colunas direitas e das colunas com braço, de 8m, 10m e 12 m de altura nominal, tem 2500 cm² de superfície plana de exposição ao vento em qualquer direcção, e uma massa de 25 kg.
- d) Para vento actuando horizontalmente, os coeficientes de forma longitudinal, vertical e transversal das luminárias tipo têm, respectivamente, os valores seguintes: $C_l=1$; $C_v=0$; $C_t=0$.
- e) Nas colunas direitas, o centro de massa e o centro de pressão da luminária tipo estão ambos situados 0,5 m acima do topo do fuste, sobre a linha de eixo da peça de fixação da luminária.
- f) Nas colunas com braços de 0,75 m de projecção horizontal, o centro de massa e o centro de pressão da luminária tipo estão ambos situados sobre a linha de eixo da peça de fixação da luminária, a 1,25 m do eixo do fuste.
- g) Nas colunas com braços de 1,00 m de projecção horizontal, os centro de massa e de pressão da luminária tipo estão ambos situados sobre a linha de eixo da peça de fixação da luminária, a 1,50 m do eixo do fuste.
- h) Nas colunas com braços de 1,25 m de projecção horizontal, os centro de massa e de pressão da luminária tipo estão ambos situados sobre a linha de eixo da peça de fixação da luminária, a 1,75 m do eixo do fuste.
- i) Nas colunas com braços de 1,50 m de projecção horizontal, os centro de massa e de pressão da luminária tipo estão ambos situados sobre a linha de eixo da peça de fixação da luminária, a 2,00 m do eixo do fuste.
- j) Nas colunas com braço simples, o braço pode ser montado paralela ou ortogonalmente à abertura de visita (exceptuam-se os casos de colunas em que o sistema construtivo de fixação do braço ao fuste apenas permita uma destas posições).

l) Nas colunas com braço duplo, o braço pode ser montado paralela ou ortogonalmente à abertura de visita (exceptuam-se os casos de colunas em que o sistema construtivo de fixação do braço ao fuste apenas permita uma destas posições).

m) Nas colunas com braços triplos ou quádruplos, braços podem ser montados em qualquer posição relativamente à abertura de visita (exceptuam-se os casos de colunas em que o sistema construtivo de fixação do braço ao fuste apenas permita determinadas posições).

8. DIMENSIONAMENTO

As colunas (direitas e com braço) devem ser dimensionadas analítica e experimentalmente.

O dimensionamento analítico deve ser efectuado, preferencialmente, segundo a Norma BS 5649: Part 7.

O dimensionamento experimental deve ser feito de acordo com a parte 8 da Norma EN40-8. O factor γ_t para a alínea e) da secção 7 da parte 8 da Norma EN 40 deve ser igual a 1,25.

9. ENSAIOS

Os ensaios de tipo e de série a realizar sobre os materiais e sobre as colunas (colunas direitas e colunas com braço) estão indicados no QUADRO III.

9.1. Ensaio de tracção para verificação de propriedades mecânicas, efectuado segundo a Norma EN 10002-1, sobre provetes extraídos de todas as barras utilizadas no fabrico da armadura da coluna a submeter ao ensaio de tipo indicado em 9.11, e inequivocamente identificados (1 provete de cada barra)

9.2. Ensaio de tracção para verificação de propriedades mecânicas, efectuado segundo a Norma EN 10002-1, sobre provetes extraídos de barras destinadas ao fabrico das armaduras principais e secundárias das colunas.

9.3. Ensaio de resistência à compressão de provetes de betão utilizado no fabrico das colunas a submeter ao ensaio de tipo indicado em 9.11 de acordo com a parte 9 da norma EN 40

9.4. Ensaio de resistência à compressão de provetes de betão utilizado no fabrico das colunas, de acordo com a parte 9 da Norma EN 40.

9.5. Ensaio de absorção de água pelo betão, de acordo com a parte 9 da Norma EN 40.

QUADRO III
Ensaio de tipo e de série de colunas

Ensaio	Produto	Secção deste documento	Ensaio de tipo	Ensaio de série	
Ensaio sobre os materiais	Aço e betão para colunas (direita ou com braço)	9.1	X		
		9.2		X	
		9.3	X		
		9.4		X	
		9.5	X	X	
Ensaio sobre o produto acabado	Colunas direitas	9.6	X	X	
		9.7	X	X	
		9.8	X	X	
		9.9	X	X	
		9.10	X		
		9.26	X		
		9.27	X		
	Colunas com braço direito, de fuste tronco-cónico e braço tronco-cónico	9.6	X	X	
		9.7	X	X	
		9.8	X	X	
		9.9	X	X	
		9.11	X		
		9.12	X		
		9.13	X		
		9.14	X		
		9.26	X		
		9.27	X		
		Colunas com braço direito, de fuste tronco-cónico e braço tronco-piramidal octogonal	9.6	X	X
			9.7	X	X
			9.8	X	X
	9.9		X	X	
	9.10		X		
	9.15		X		
	9.16		X		
	9.17		X		
	9.18		X		
	9.19		X		
	9.20		X		
	9.21		X		
	9.22		X		
9.26	X				
9.27	x				
Colunas com braço curvo, de fuste tronco-cónico	9.6	X	X		
	9.7	X	X		
	9.8	X	X		
	9.9	X	X		
	9.10	X			
	9.23	X			
	9.24	X			
	9.25	X			
	9.26	X			
	9.27	x			

9.6. Verificação, por inspecção visual, da não existência de defeitos de execução, de acordo com a parte 9 da Norma EN 40.

9.7. Ensaio de determinação da espessura de recobrimento de betão, de acordo com a parte 9 da Norma EN 40.

9.8. Verificação de dimensões e ângulos, de acordo com a parte 2 da Norma EN 40.

9.9 Verificação, por inspecção visual, da marcação.

9.10. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna direita, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 ($\gamma_t = 1,25$).

9.11. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito simples de 0,75 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 ($\gamma_t = 1,25$).

9.12. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito duplo de 0,75 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 ($\gamma_t = 1,25$).

9.13. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito triplo de 0,75 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 ($\gamma_t = 1,25$).

9.14. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito quádruplo de 0,75 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).

9.15. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito simples de 1,00 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).

9.16. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito duplo de 1,00 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).

9.17. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito triplo de 1,00 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).

- 9.18. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito quádruplo de 1,00 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.19. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito simples de 1,50 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.20. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito duplo de 1,50 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.21. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito triplo de 1,50 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.22. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço direito quádruplo de 1,50 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.23. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço curvo simples de 1,25 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.24. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço curvo duplo, de 1,25 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.25. Ensaio de verificação da concepção estrutural de coluna com braço curvo triplo de 1,25 m de projecção horizontal, segundo a parte 8 da Norma EN 40, tendo em conta o valor de γ_t especificado na secção 8 do presente documento ($\gamma_t = 1,25$).
- 9.26. Ensaio de verificação dos índices IP da porta/fuste, segundo a NP EN 60529.
- 9.27. Ensaio de verificação do índice IK da porta/fuste, segundo a norma EN 50102

10 ENSAIOS DE RECEPÇÃO

Todas as colunas de IP destinadas às redes de IP da EDP devem, em princípio, ser apresentadas a ensaios de recepção.

Quando a verificação da qualidade de um lote for feita por meio de inspeções de recepção, os ensaios a realizar são os indicados no QUADRO III como ensaios de série.

10.1 Amostra

Cada lote apresentado a ensaios de recepção deve ser constituído por colunas de um só tipo (colunas com a mesma referência EDP).

De cada lote apresentado a ensaios de recepção deve ser escolhida aleatoriamente, pelo representante da EDP, uma amostra de dimensão não inferior à indicada no QUADRO IV, em função da dimensão do lote. Sobre cada coluna da amostra incidirão os ensaios indicados no QUADRO III sob a designação de ensaios de série.

QUADRO IV
Dimensão mínima da amostra de cada lote apresentado a recepção

Dimensão do lote	Dimensão mínima da amostra
1 a 3	Igual à do lote
4 a 500	3
501 a 1200	5

10.2 Critério de aceitação

Se os resultados obtidos em todos os ensaios, sobre todos os elementos da amostra, forem considerados satisfatórios, o lote deve ser aceite.

Se os resultados obtidos nos ensaios, sobre duas ou mais colunas da amostra, não forem satisfatórios, o lote deve ser rejeitado.

Se os resultados de um ou mais ensaios, sobre uma única coluna da amostra, não forem satisfatórios, deve ser escolhida do lote, aleatoriamente, pelo representante da EDP, uma segunda amostra, com a mesma dimensão da primeira amostra, sobre a qual devem ser realizados apenas esse ou esses ensaios. O lote deve ser aceite se os resultados dos ensaios sobre todos os elementos desta segunda amostra forem considerados satisfatórios. Em caso contrário, o lote deve ser rejeitado.

Nota: Quando a dimensão do lote não o permitir, não haverá lugar a escolha da 2ª amostra.

COLUNAS

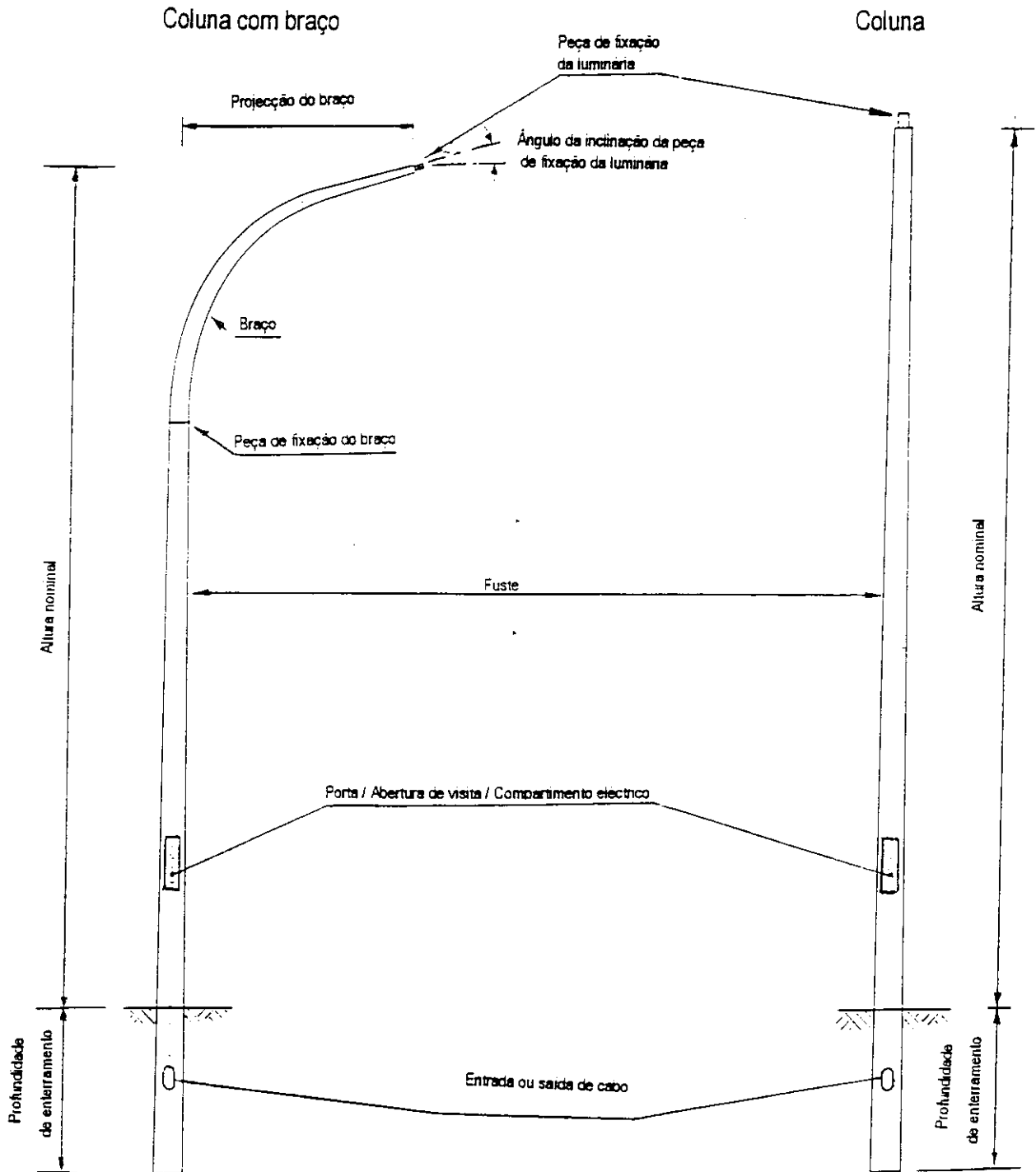


Fig. 1 - Terminologia das Colunas de Iluminação Pública

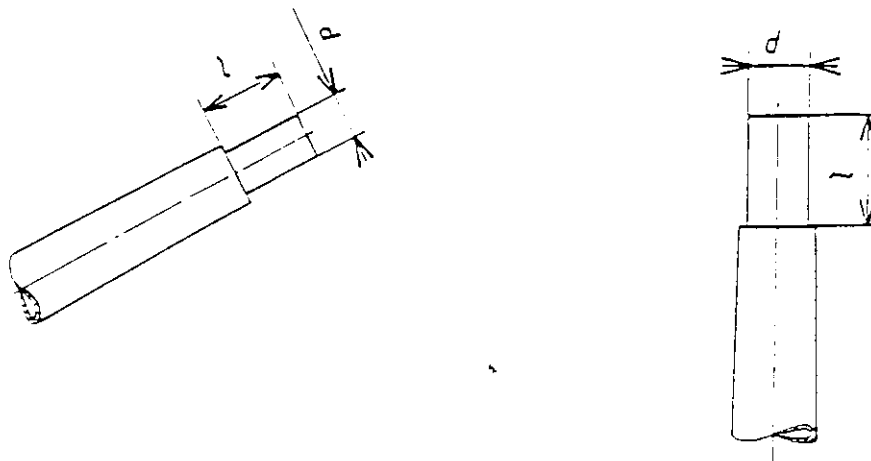


Fig. 2 - Peça de fixação da luminária

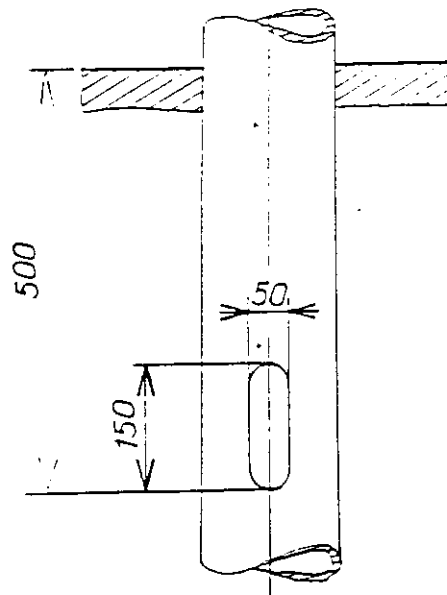


Fig. 3 - Entrada de cabo


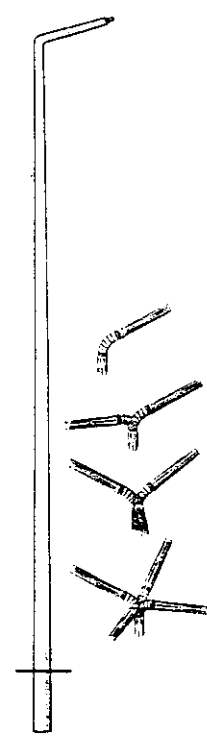
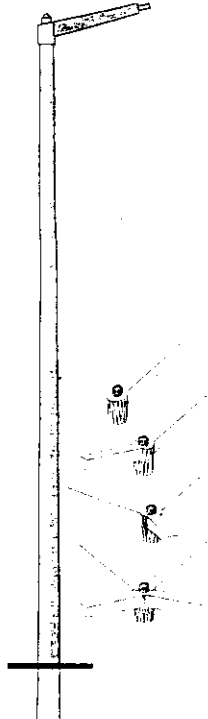
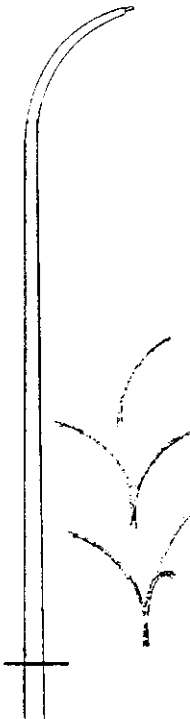
Colunas B1 a B3	Colunas B4 a B15	Colunas B16 a B39	Colunas B40 a B48
Coluna direita, de fuste tronco-cónico	Coluna com braço direito, de fuste tronco-cónico e braço direito tronco-cónico (simples, duplo triplo ou quádruplo)	Coluna com braço direito, de fuste tronco-cónico e braço direito tronco-piramidal rectangular (simples, duplo, triplo ou quádruplo)	Coluna com braço curvo, de fuste tronco-cónico e braço curvo de secção circular (simples, duplo ou triplo)
Altura nominal 8 m, 10 m e 12 m	Altura nominal 8 m, 10 m e 12 m	Altura nominal 8 m, 10 m e 12 m	Altura nominal 8 m, 10 m e 12 m
	Projeção do braço 0,75 m	Projeção do braço 1,00 m e 1,50 m	Projeção do braço 1,25 m
			

Fig. 4 Silhuetas das colunas

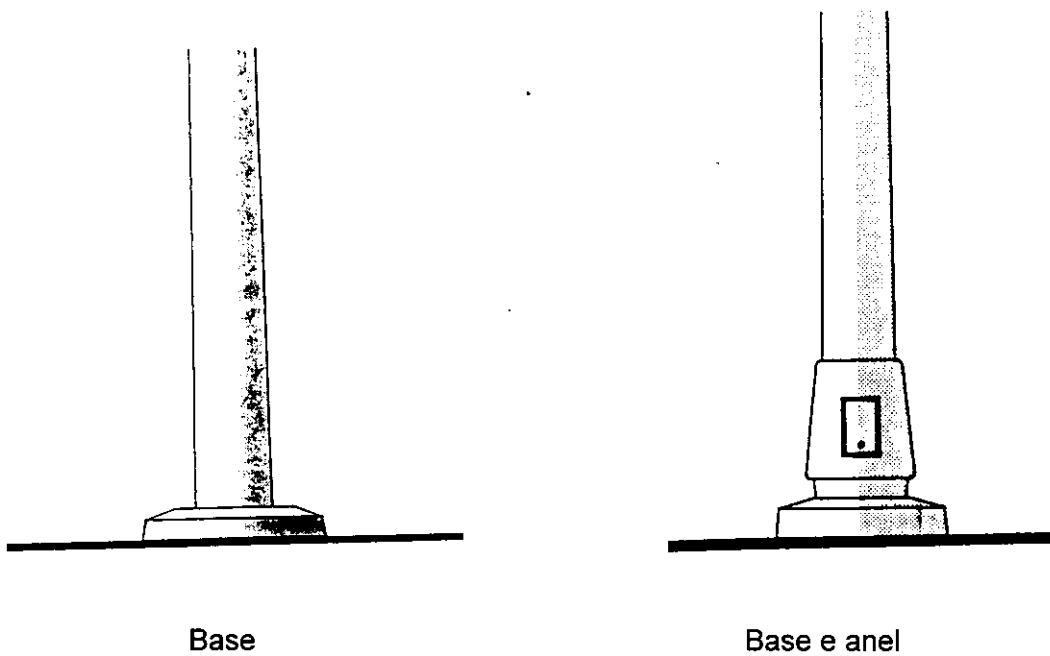


Fig.5 - Acessórios decorativos