



## 1. Ambito de aplicación

Instalaciones de alumbrado de vías urbanas hasta un máximo de cuatro carriles de circulación, con anchuras normalizadas de 7, 9, 12, 14 y 17 metros, mediante lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión, sobre postes o báculos, quedando excluidas las vías peatonales, zonas ajardinadas y la red de suministro eléctrico para cuyo estudio se consultará la NTE "IER-Instalaciones de Electricidad. Red Exterior."

## 2. Información previa

### Urbanística

Geometría de los espacios a iluminar comprendiendo perfiles, tipo de las vías, distancia y altura de los edificios y del arbolado en los márgenes de las vías

### De las instalaciones

Características de suministro de la energía eléctrica.

### Legal

Instrucción M1009 del Reglamento electrotécnico para baja Tensión. Disposiciones legales y técnicas de Organismos Locales y Compañías de Suministro Eléctrico.

## 3. Criterio de diseño

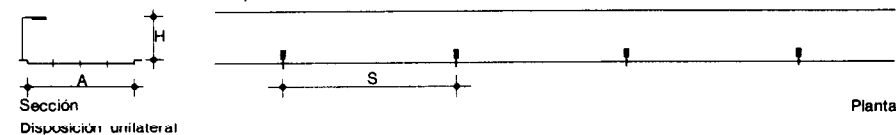
### Disposición en planta

Para la disposición en planta de los puntos de luz, se comenzará por la distribución de éstos en curvas, cruces o plazas, y una vez situados éstos, se distribuirán los tramos rectos ajustándose lo más posible a la separación  $S$  elegida en Cálculo.

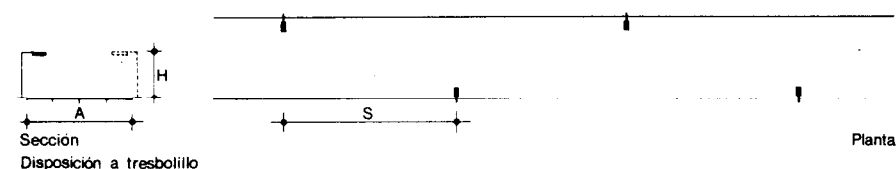
### Disposición en tramos rectos

Para vías con tráfico en ambos sentidos; se consideran tres formas básicas de distribución de luminarias:

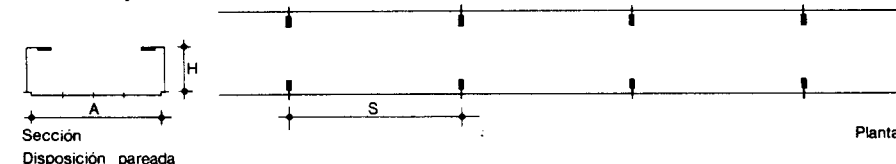
- Unilateral. Cuando los puntos de luz se disponen en un mismo lado de la calzada. Se utilizará generalmente cuando el ancho  $A$  de la vía sea igual o inferior a la altura  $H$  de montaje de las luminarias elegida en Cálculo.



- Tresbolillo. Cuando los puntos de luz se disponen en ambos lados de la vía a tresbolillo o en zig-zag. Se utilizará principalmente si el ancho  $A$  de la vía es de 1 a 1,5 veces la altura  $H$  de montaje de las luminarias elegida en Cálculo.

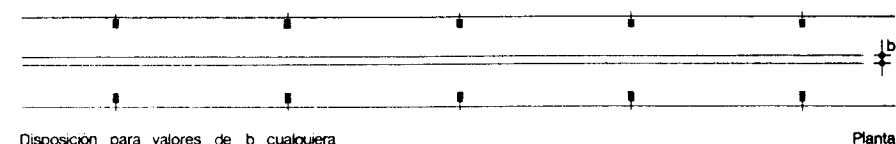


- Pareada. Cuando los puntos de luz se disponen uno opuesto al otro. Se utilizará ante todo cuando el ancho  $A$  de la vía sea mayor de 1,5 veces la altura de montaje de las luminarias elegida en Cálculo.



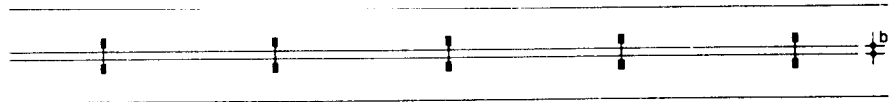
En vías que tengan mediana de separación entre las dos bandas de circulación los puntos de luz podrán disponerse con postes o báculos de brazo doble, situados en la mediana central, cuando la anchura de ésta esté comprendida entre uno y tres metros.

Para anchuras de medianas superiores a 3 m no se emplearán brazos dobles. En cualquier caso la disposición se estudiará como si se tratara de dos calzadas independientes, dando lugar a una de las siguientes combinaciones más frecuentes:



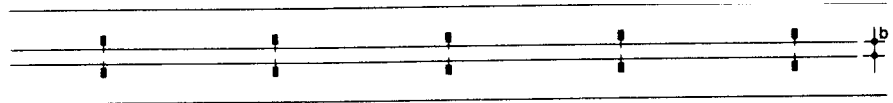
Disposición para valores de  $b$  cualquiera

Planta



Disposición para valores de b entre 1 y 3m

Planta



Disposición para valores de b mayores de 3m

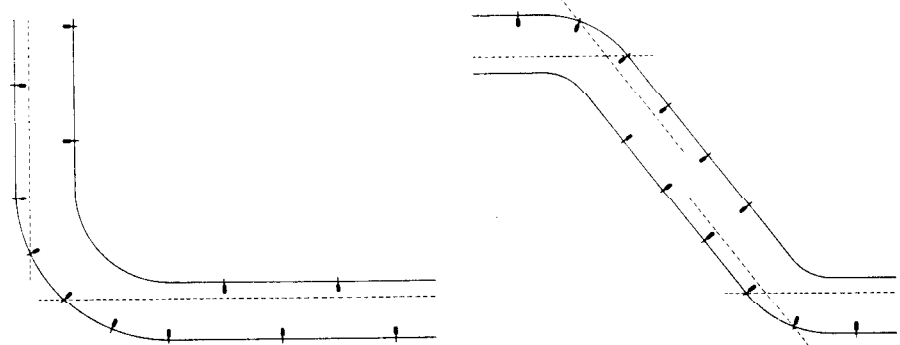
Planta

## Disposición en curvas

Se consideran tramos curvos, a efectos de iluminación, aquellos cuyo radio medio sea menor de 300 m, si su radio fuese mayor se considerarán como tramos rectos.

Si el ancho A de la vía es menor de 1,5 veces la altura H de montaje, los puntos de luz deben situarse en la parte exterior de la curva, disponiéndose un punto de luz en la prolongación de los ejes de circulación. La separación entre puntos de luz deberá ser tanto menor cuanto mayor sea el radio de curvatura, variando entre  $3/4$  y  $1/2$  de la separación media elegida en el apartado de Cálculo para tramos rectos.

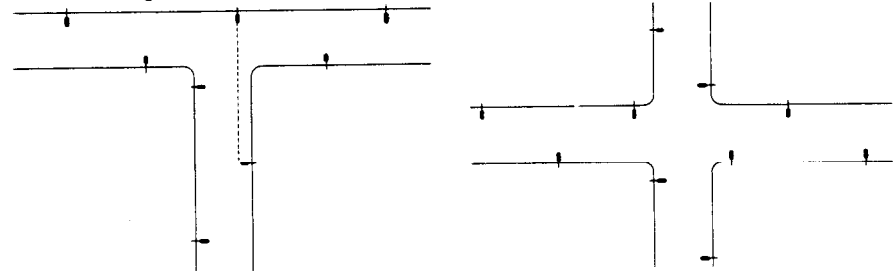
Para vías cuyo ancho es mayor de 1,5 veces la altura H de montaje la distribución debe ser pareada. En cualquier caso debe evitarse la distribución a tresbolillo.



Plantas

## Disposición en cruces

La disposición de los puntos de luz será la indicada en las figuras, teniendo en cuenta que la iluminación de los cruces de dos vías ha de ser igual o superior a la mayor de las iluminaciones de las vías que concurran en él.



Plantas

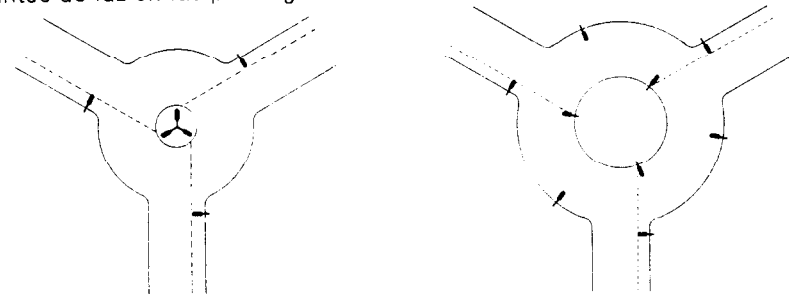
## Disposición en plazas

La altura H de montaje de los puntos de luz, ha de ser igual a la de los puntos de luz de la vía principal que confluya en la plaza a iluminar.

Si para la zona central no se obtiene una iluminación mayor o igual a 1,5 veces la iluminación media de la calzada, será necesaria una iluminación suplementaria.

Si la parte central de la plaza tiene un diámetro menor de 18 m se instalará en su centro un punto de luz especial en poste o báculo de brazo múltiple.

Si su diámetro es mayor de 18 m o tiene arbolado en el centro, se dispondrán puntos de luz en las prolongaciones de los ejes de circulación.

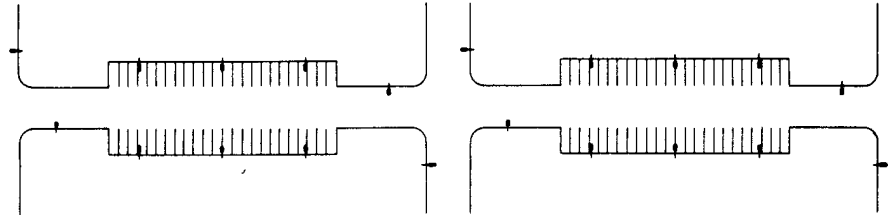


Plantas



### Disposición en aparcamientos

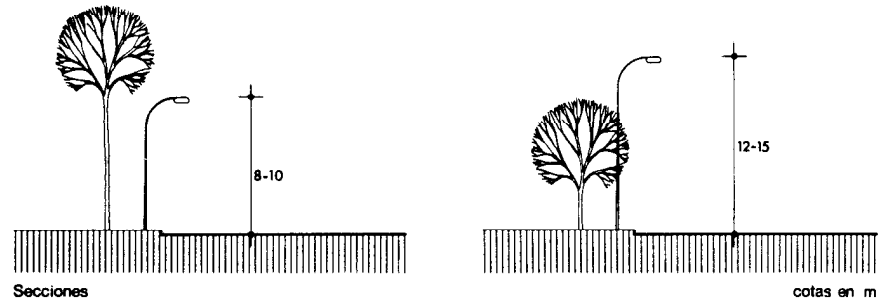
Los puntos de luz en aparcamientos, o bandas de estacionamiento en los márgenes de las vías de tráfico rodado, se distribuirán asimilando aquéllos a tramos rectos, cuyo ancho de calzada sea la suma del ancho de la banda de circulación más la profundidad de la banda o bandas de aparcamiento.



Plantas

### Disposición en alzado

Para la disposición en alzado de los puntos de luz, la altura adoptada, será la altura H de montaje elegida en el apartado de Cálculo, si bien hay casos especiales en que ésta ha de fijarse en función de otros conceptos, como es el caso de vías de circulación con arbolado en sus márgenes. Si los árboles son de gran porte y se pueden despejar hasta una altura de 8 ó 10 m, se colocarán las luminarias a esa altura, si los árboles son de pequeño porte, se dispondrán a una altura de 12 ó 15 m.

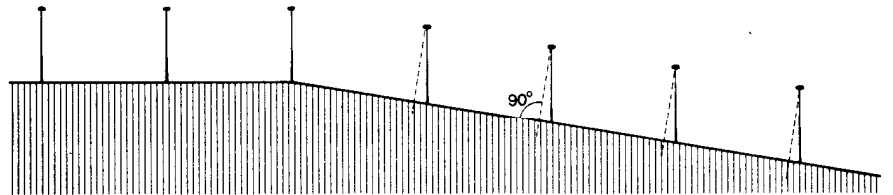


Secciones

cotas en m

### Disposición en vías en pendiente

Cuando se realice la iluminación de una vía con pendiente, se inclinarán las luminarias de forma que su eje de simetría sea perpendicular al eje de la calzada, situándose un punto de luz en los cambios de rasante. En este caso han de utilizarse luminarias de apertura de haz corto o intermedio, según la clasificación de luminarias de 1975 de la Comisión Internacional de Iluminación-CIE:



Sección

### Especificación

**IEE-10 Punto de luz sobre báculo**  
-P·Forma·V·Tipo·C·H·E·  
J·A·B·L

**IEE-11 Punto de luz sobre poste**  
-P·Forma·V·Tipo·C·H·E·A  
·B·L

### Símbolo Aplicación

Para la iluminación de espacios de tráfico rodado o mixto, rodado y peatonal.

Para la iluminación de espacios de tráfico rodado o mixto, rodado y peatonal.

## 4. Planos de obra

**IEE-Plantas**

Representación por su símbolo de los puntos de luz indicando el valor dado a los parámetros.

Escala

1:1000

**IEE-Secciones**

Sección transversal de las diferentes vías.

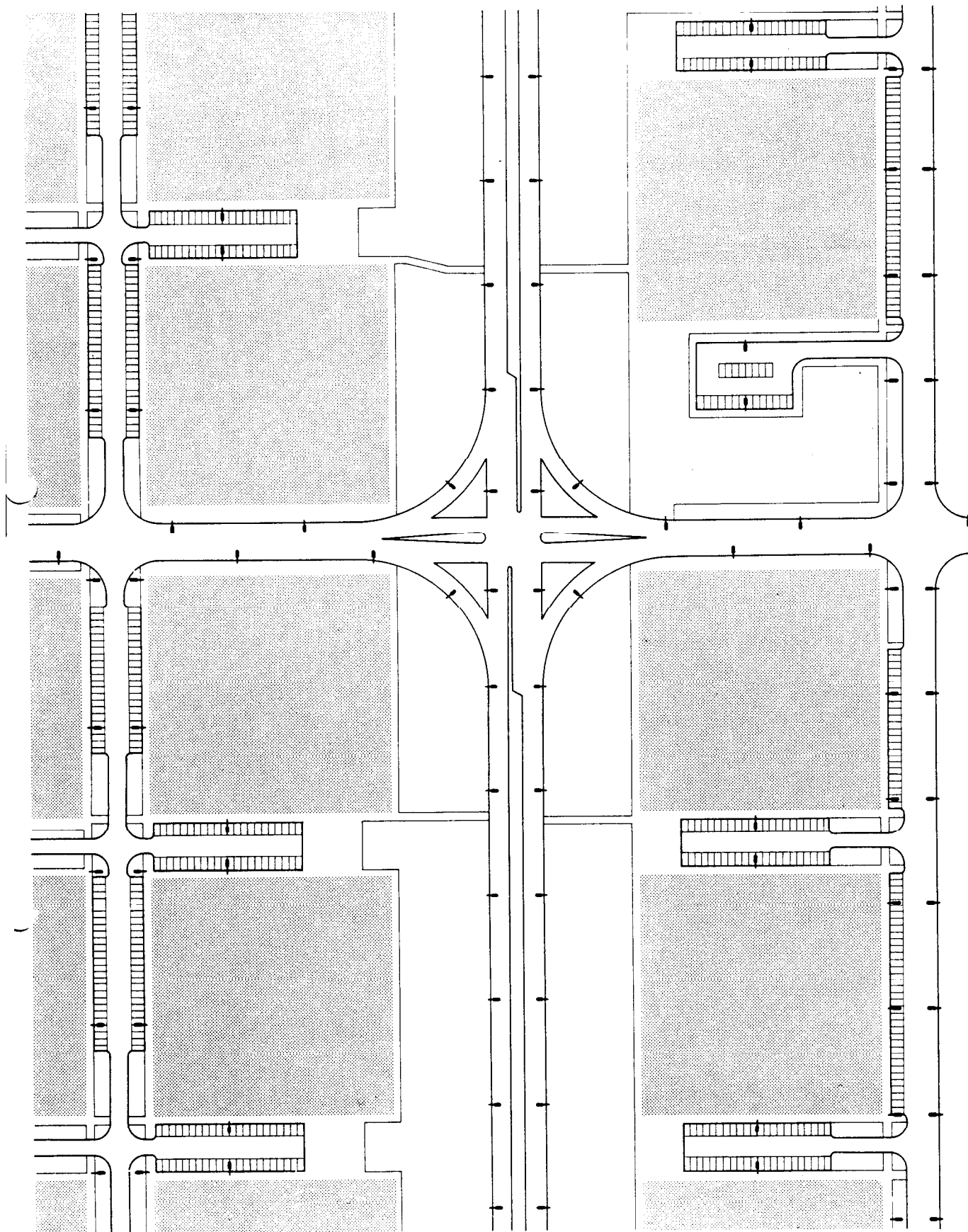
1:100

**IEE-Detalles**

Representación gráfica de los detalles de elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

1:5

## 5. Esquema



Planta



**1. Ambito de aplicación**

El cálculo de esta norma se ha realizado para lámparas de descarga de vapor de sodio a alta presión, instaladas en luminarias especificadas en el apartado de Construcción, y montadas sobre baculos cuyos parámetros corresponden a los indicados en el apartado correspondiente de Construcción.

**2. Hipótesis de cálculo**

Para el cálculo se han tenido en cuenta las recomendaciones "Comisión internacional de iluminación" CIE que figuran en su documento n.º 12 (1975) 2.ª edición.

El cálculo de esta norma se ha realizado para vías tipificadas según su ancho.

Cuando las vías tengan incorporadas banda o bandas de aparcamiento, se considera ancho de entrada a las tablas la suma del ancho de la vía más la banda o bandas de aparcamiento.

El cálculo se ha realizado para báculos separados 1 m del bordillo de la calzada con alrededores oscuros y para un pavimento del tipo R. III, que es uno de los más desfavorables dentro de los usuales, según la clasificación de las recomendaciones CIE.

Los valores de luminancia que figuran en las tablas son valores iniciales, no obstante los límites de variación considerados, están afectados de un coeficiente depreciación de 0,8 por ensuciamiento de la luminaria, depreciación de la lámpara y montaje del punto de luz.

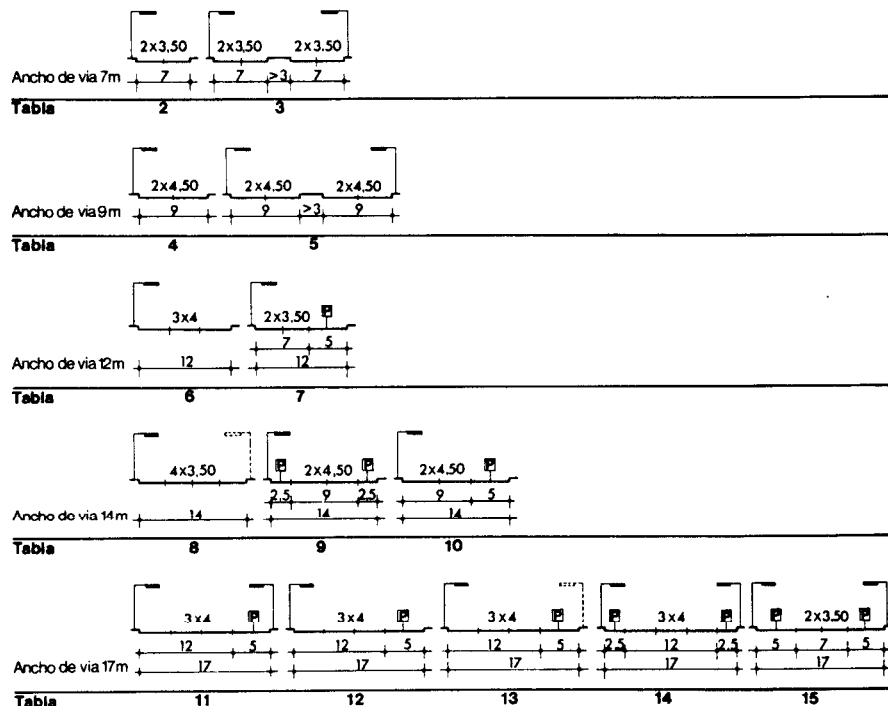
La clase de alumbrado se ha fijado como D, E o DE de las consideradas en la clasificación de la recomendación CIE, en función del uso de la vía. Respondiendo D a un tráfico mixto importante y E a uno más moderado.

**3. Cálculo de las separaciones S**

Primero: Se elige la vía, dentro de las tipificadas, en función de su ancho y de la existencia, o no, de banda o bandas de aparcamiento, fijando asimismo la disposición en planta: unilateral, tresbolillo y pareada, en la Tabla 1.

Se ha establecido en la presente norma la siguiente tipología de vías y disposiciones de puntos de luz:

Tabla 1



Segundo: Para cada una de estas vías se han considerado los casos más usuales en función de: altura del punto de luz H, potencia de la lámpara P, tipo de luminaria.

Tercero: Para cada grupo de estos valores, las Tablas 2 a la 15 ofrecen el campo de variación de separaciones S, que cumplen con las recomendaciones CIE, eligiéndose el que mejor se adapte a las condiciones de trazado.

- Para una mayor información, de acuerdo con las recomendaciones CIE, figurarán los datos de:
- luminancia media en lux
- Luminancia media en-cd/m<sup>2</sup>
- Relación de luminancias acera-calzada
- Uniformidad media de luminancia
- Uniformidad extrema longitudinal de luminancia
- Deslumbramiento molesto
- Deslumbramiento perturbador

\*Los valores indicados en las tablas corresponden solo a la calzada, excluyéndose el aparcamiento

Altura del punto de luz H en m	Potencia de la lámpara P en w	Tipo de luminaria	Separación S en m	Luminancia media en lux	Relación de luminancias acera-calzada	Luminancia media en cd/m <sup>2</sup>	Uniformidad media de luminancia	Uniformidad extrema longitudinal de luminancia	Deslumbramiento molesto	Deslumbramiento perturbador
--------------------------------	-------------------------------	-------------------	-------------------	-------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------	--	-------------------------	-----------------------------

Tabla 2				24	0,65	1,7	0,53	0,72	4,7	16,1
8	150	II	30	22	0,65	1,6	0,51	0,67	4,7	16,5
			34	21	0,65	1,5	0,49	0,64	4,8	17,0
			36	20	0,65	1,4	0,46	0,63	4,8	17,1
			38	19	0,65	1,4	0,43	0,63	4,8	17,5
			40	18	0,65	1,3	0,40	0,63	4,8	18,1
8	150	III	26	25	0,43	1,9	0,49	0,82	5,1	6,4
			28	23	0,43	1,7	0,49	0,77	5,1	6,6
			30	21	0,43	1,6	0,47	0,73	5,0	6,8
			32	20	0,43	1,5	0,46	0,71	5,0	6,9
			34	19	0,43	1,4	0,47	0,69	5,0	7,0
			36	18	0,43	1,3	0,46	0,65	5,0	7,2
10	150	II	22	25	0,83	1,9	0,61	0,90	5,1	11,8
			24	23	0,83	1,8	0,62	0,87	5,1	12,1
			26	22	0,83	1,6	0,61	0,86	5,1	12,4
			28	20	0,83	1,5	0,60	0,82	5,1	12,5
			30	19	0,83	1,4	0,59	0,84	5,2	12,8
			32	18	0,83	1,3	0,57	0,86	5,2	13,1
10	150	III	20	27	0,54	1,9	0,62	0,91	5,1	5,2
			22	25	0,54	1,7	0,60	0,92	5,1	5,3
			24	23	0,54	1,6	0,60	0,89	5,1	5,4
			26	21	0,54	1,5	0,61	0,87	5,2	5,4
			28	19	0,54	1,4	0,60	0,84	5,2	5,5
			30	18	0,54	1,3	0,59	0,80	5,2	5,7

Tabla 3				41	0,60	2,9	0,68	0,80	5,3	10,7
10	250	I	30	38	0,60	2,8	0,66	0,77	5,3	10,8
			32	36	0,60	2,6	0,65	0,70	5,3	11,2
			34	34	0,60	2,3	0,64	0,67	5,4	11,6
			36							

Tabla 4				36	0,46	2,5	0,47	0,89	5,3	10,3
10	250	I	32	34	0,46	2,4	0,46	0,83	5,3	10,6
			34	32	0,46	2,2	0,45	0,78	5,3	10,9
			36	30	0,46	2,1	0,44	0,74	5,3	11,1
			38	29	0,46	2,0	0,43	0,70	5,3	11,4
			40	27	0,46	1,9	0,42	0,67	5,3	11,8
10	250	II	28	35	0,57	2,5	0,55	0,80	5,3	14,0
			30	33	0,57	2,4	0,55	0,82	5,3	14,0
			32	31	0,57	2,2	0,54	0,81	5,4	14,3
			34	29	0,57	2,1	0,53	0,80	5,4	14,6
			36	27	0,57	2,0	0,52	0,78	5,4	14,9
			38	26	0,57	1,9	0,51	0,75	5,4	15,3
10	150	II	20	34	0,48	2,4	0,40	0,80	4,6	13,5
			22	31	0,48	2,2	0,47	0,78	4,6	13,6
			24	29	0,48	2,0	0,47	0,78	4,7	13,9
			26	27	0,48	1,9	0,49	0,76	4,7	14,3
			28	25	0,48	1,7	0,48	0,76	4,7	14,7
			30	23	0,48	1,6	0,48	0,75	4,7	15,1

Tabla 5				41	0,46	2,9	0,47	0,84	5,3	9,8
10	250	I	28	38	0,46	2,7	0,47	0,88	5,3	10,1
			30	36	0,46	2,5	0,47	0,89	5,3	10,3
			32	34	0,46	2,4	0,48	0,83	5,3	10,6
			34							
12	400	I	42	43	0,49	3,2	0,43	0,78	4,8	10,7
			44	41	0,49	3,1	0,41	0,74	4,8	10,9
			46	40	0,49	3,0	0,41	0,71	4,8	10,9
			48	38	0,49	2,8	0,40	0,69	4,8	11,1

Altura del punto de luz H en m	Potencia de la lámpara P en w	Tipo de luminaria	Separación S en m	Luminancia media en lux	Relación de luminancias acera-calzada	Luminancia media en cd/m <sup>2</sup>	Uniformidad media de luminancia	Uniformidad extrema longitudinal de luminancia	Deslumbramiento molesto	Deslumbramiento perturbador
--------------------------------	-------------------------------	-------------------	-------------------	-------------------------	---------------------------------------	---------------------------------------	---------------------------------	--	-------------------------	-----------------------------

Tabla 6				36	0,51	2,5	0,43	0,72	5,0	11,4
12	400	I	46	35	0,51	2,4	0,42	0,70	5,0	11,6
			48	33	0,51	2,3	0,41	0,67	5,0	11,9
			50							
15	400	I	40	35	0,67	2,5	0,57	0,85	5,3	9,1
			42	33	0,67	2,3	0,56	0,87	5,4	9,1
			44	32	0,67	2,2	0,57	0,85	5,4	9,3
			46	30	0,67	2,1	0,57	0,83	5,4	9,3
			48	29	0,67	2,1	0,58	0,81	5,4	9,6
15	400	II	36	38	0,67	2,0	0,58	0,79	5,4	9,8
			38	41	0,57	2,5	0,48	0,87	6,3	5,5
			40	39	0,57	2,3	0,48	0,87	6,3	5,6
			42	37	0,57	2,2	0,49	0,84	6,3	5,7
			44	35	0,57	2,1	0,48	0,79	6,3	5,9
15	400	II	46	33	0,57	2,0	0,46	0,74	6,3	6,0
			48	32	0,57	1,9	0,46	0,72	6,4	6,2

Tabla 7*				41	0,60	2,9	0,68	0,80	5,3	10,7
10	250	I	30	38	0,60	2,8	0,66	0,77	5,3	10,8
			32	36	0,60	2,6	0,65	0,70	5,3	11,2
			34	34	0,60	2,3	0,64	0,67	5,3	11,6
			36							
10	250	II	26	38	0,76	2,9	0,64	0,82	5,2	13,8
			28	35	0,76	2,7	0,62	0,83	5,2	14,1
			30	33	0,76	2,5	0,61	0,86	5,2	14,1
			32	31	0,76	2,3	0,60	0,84	5,2	14,1
12	250	I	26	40	0,73	2,9	0,70	0,80	5,6	8,2
			28	37	0,73	2,7	0,69	0,78	5,6	8,4
			30	34	0,73	2,6	0,70	0,81	5,7	8,6
			32	32	0,73	2,4	0,72	0,84	5,7	8,7
12	250	II	22	36	0,91	2,8	0,64	0,93	5,6	11,2
			24	33	0,91	2,6	0,64	0,94	5,6	11,4
			26	31	0,91	2,4	0,64	0,92	5,7	11,6
			28	29	0,91	2,3	0,65	0,88	5,7	11,9

Tabla 8				40	0,48	2,6	0,51	0,71	5,0	10,3
12	250	I	22	36	0,48	2,4	0,47	0,66	5,0	10,6
			24	33	0,48	2,2	0,45	0,61	5,1	10,7
			26	31	0,48	2,0	0,42	0,56	5,1	10,7
			28	29	0,48	1,9	0,41	0,55	5,1	11,1
			30	27	0,48	1,8	0,40	0,53	5,1	11,1
			32							

Tabla 9				37	0,59	2,6	0,47	0,83	5,3	8,5
15	400	I	36	36	0,59	2,4	0,47	0,84	5,3	8,7
			38	34	0,59	2,3	0,47	0,83	5,3	8,7
			40	32	0,59	2,2	0,47	0,84	5,3	8,8
			42	30	0,59	2,1	0,47	0,83	5,3	8,8
			44	28	0,59	1,9	0,46	0,84	5,3	8,9
			46							
15	400	II	24	30	0,61	2,2	0,40	0,93	4,7	9,9
			26	28	0,61	2,0	0,40	0,91	4,7	9,9
			28	26	0,61	1,9	0,40	0,89	4,8	9,7
			30	24	0,61	1,8	0,40	0,89	4,8	9,6
			32	22	0,61	1,7	0,40	0,86	4,8	9,6
			34	21	0,61	1,6	0,40	0,85	4,8	9,5

Tabla 10*				41	0,46	2,9	0,47	0,84	5,3	9,8
10	250	I	28	38	0,46	2,7	0,47	0,88	5,3	10,1
			30	36	0,46	2,5	0,47	0,89	5,3	10,3
			32	34	0,46	2,4	0,46	0,83	5,3	10,6
			34							
10	250	II	20	49	0,57	3,5	0,59	0,92	4,5	13,0
			22	44	0,57	3,2	0,59	0,86	4,5	13,0
			24	41	0,57	3,0	0,57	0,84	4,5	13,3
			26	38	0,57	2,7	0,55	0,83	4,7	13,6
			28	35	0,57	2,5	0,55	0,80	4,7	14,0

\*Los valores indicados en las tablas corresponden sólo a la calzada, excluyéndose el aparcamiento



**NTE**

**Cálculo**

# alumbrado Exterior

Exterior lighting. Calculation



**IEE**

1978

Altura del punto de luz H en m  
Potencia de la lámpara P en w  
Tipo de luminaria  
Separación S en m  
Iluminancia media en lux  
Relación de luminancias acera-calzada  
Luminancia media en cd/m<sup>2</sup>  
Uniformidad media de luminancia  
Uniformidad extrema longitudinal de luminancia  
Deslumbramiento molesto  
Deslumbramiento perturbador

**Tabla 11**

<b>10 250 I</b>	<b>40</b>	39	0,47	2,6	0,49	0,63	5,0	13,9
	<b>42</b>	38	0,47	2,5	0,46	0,57	5,0	13,8
	<b>44</b>	36	0,47	2,4	0,44	0,52	5,0	14,2
	<b>46</b>	34	0,47	2,3	0,42	0,50	5,0	14,4
<b>10 150 II</b>	<b>24</b>	38	0,47	2,5	0,52	0,90	4,8	14,6
	<b>26</b>	35	0,47	2,3	0,50	0,91	4,8	14,7
	<b>28</b>	33	0,47	2,2	0,49	0,90	4,9	15,0
	<b>30</b>	31	0,47	2,0	0,48	0,90	4,9	15,3
	<b>32</b>	29	0,47	1,9	0,47	0,91	4,9	15,5
	<b>34</b>	27	0,47	1,7	0,47	0,90	4,9	15,8
<b>10 250 II</b>	<b>24</b>	38	0,61	2,6	0,68	0,81	4,8	14,1
	<b>26</b>	35	0,61	2,4	0,65	0,76	4,8	14,7
	<b>28</b>	33	0,61	2,3	0,61	0,71	4,8	14,8
	<b>30</b>	31	0,61	2,1	0,59	0,66	4,8	15,1
	<b>32</b>	29	0,61	2,0	0,57	0,63	4,9	15,2
	<b>34</b>	27	0,61	1,9	0,56	0,61	4,9	15,4
<b>12 250 I</b>	<b>40</b>	36	0,54	2,4	0,60	0,72	5,4	11,3
	<b>42</b>	35	0,54	2,3	0,55	0,70	5,4	11,3
	<b>44</b>	33	0,54	2,2	0,52	0,66	5,4	11,6
	<b>46</b>	32	0,54	2,1	0,50	0,62	5,4	11,7
	<b>48</b>	30	0,54	2,0	0,48	0,59	5,4	12,0
	<b>50</b>	29	0,54	1,9	0,46	0,55	5,4	12,3
<b>12 250 II</b>	<b>28</b>	39	0,61	2,5	0,65	0,93	4,3	17,9
	<b>30</b>	36	0,61	2,3	0,63	0,94	4,4	17,8
	<b>32</b>	34	0,61	2,2	0,63	0,95	4,4	17,7
	<b>34</b>	32	0,61	2,0	0,62	0,96	4,4	17,6
	<b>36</b>	30	0,61	1,9	0,61	0,95	4,4	17,9
	<b>38</b>	29	0,61	1,8	0,59	0,92	4,4	17,7

**Tabla 12\***

<b>15 400 I</b>	<b>34</b>	41	0,67	2,9	0,57	0,80	5,3	8,4
	<b>36</b>	39	0,67	2,7	0,57	0,83	5,3	8,8
	<b>38</b>	37	0,67	2,6	0,57	0,84	5,3	8,9
	<b>40</b>	35	0,67	2,5	0,56	0,85	5,3	9,1
<b>15 400 II</b>	<b>34</b>	43	0,57	2,9	0,48	0,85	6,3	5,5
	<b>36</b>	41	0,57	2,8	0,48	0,87	6,3	5,5
	<b>38</b>	39	0,57	2,6	0,48	0,87	6,3	5,6
	<b>40</b>	37	0,57	2,5	0,49	0,84	6,3	5,7

**Tabla 13**

<b>15 400 I</b>	<b>32</b>	39	0,59	2,5	0,49	0,66	4,8	10,0
	<b>34</b>	37	0,59	2,4	0,47	0,62	4,8	10,3
	<b>36</b>	34	0,59	2,2	0,45	0,61	4,8	10,2
	<b>38</b>	33	0,59	2,1	0,44	0,60	4,8	10,5
	<b>40</b>	31	0,59	2,0	0,43	0,58	4,8	10,8
	<b>42</b>	29	0,59	1,9	0,41	0,55	4,8	10,6

**Tabla 14**

Altura del punto de luz H en m  
Potencia de la lámpara P en w  
Tipo de luminaria  
Separación S en m  
Iluminancia media en lux  
Relación de luminancias acera-calzada  
Luminancia media en cd/m<sup>2</sup>  
Uniformidad media de luminancia  
Uniformidad extrema longitudinal de luminancia  
Deslumbramiento molesto  
Deslumbramiento perturbador

<b>10 250 I</b>	<b>40</b>	39	0,47	2,6	0,49	0,63	5,0	13,9
	<b>42</b>	38	0,47	2,5	0,46	0,57	5,0	13,8
	<b>44</b>	36	0,47	2,4	0,44	0,52	5,0	14,2
	<b>46</b>	34	0,47	2,3	0,42	0,50	5,0	14,4
<b>10 150 II</b>	<b>24</b>	38	0,47	2,5	0,52	0,90	4,8	14,6
	<b>26</b>	35	0,47	2,3	0,50	0,91	4,8	14,7
	<b>28</b>	33	0,47	2,2	0,49	0,90	4,9	15,0
	<b>30</b>	31	0,47	2,0	0,48	0,90	4,9	15,3
	<b>32</b>	29	0,47	1,9	0,47	0,91	4,9	15,5
	<b>34</b>	27	0,47	1,7	0,47	0,90	4,9	15,8
<b>10 250 II</b>	<b>24</b>	38	0,61	2,6	0,68	0,81	4,8	14,1
	<b>26</b>	35	0,61	2,4	0,65	0,76	4,8	14,7
	<b>28</b>	33	0,61	2,3	0,61	0,71	4,8	14,8
	<b>30</b>	31	0,61	2,1	0,59	0,66	4,8	15,1
	<b>32</b>	29	0,61	2,0	0,57	0,63	4,9	15,2
	<b>34</b>	27	0,61	1,9	0,56	0,61	4,9	15,4
<b>12 250 I</b>	<b>40</b>	36	0,54	2,4	0,60	0,72	5,4	11,3
	<b>42</b>	35	0,54	2,3	0,55	0,70	5,4	11,3
	<b>44</b>	33	0,54	2,2	0,52	0,66	5,4	11,6
	<b>46</b>	32	0,54	2,1	0,50	0,62	5,4	11,7
	<b>48</b>	30	0,54	2,0	0,48	0,59	5,4	12,0
	<b>50</b>	29	0,54	1,9	0,46	0,55	5,4	12,3
<b>12 250 II</b>	<b>28</b>	39	0,61	2,5	0,65	0,93	4,3	17,9
	<b>30</b>	36	0,61	2,3	0,63	0,94	4,4	17,8
	<b>32</b>	34	0,61	2,2	0,63	0,95	4,4	17,7
	<b>34</b>	32	0,61	2,0	0,62	0,96	4,4	17,6
	<b>36</b>	30	0,61	1,9	0,61	0,95	4,4	17,9
	<b>38</b>	29	0,61	1,8	0,59	0,92	4,4	17,7
<b>12 250 I</b>	<b>44</b>	33	0,54	2,2	0,52	0,66	5,4	11,6
	<b>46</b>	32	0,54	2,1	0,52	0,68	5,4	11,7
	<b>48</b>	30	0,54	2,0	0,48	0,59	5,4	12,0
	<b>50</b>	29	0,54	1,9	0,46	0,55	5,4	12,3
	<b>30</b>	29	0,65	2,0	0,64	0,77	5,2	12,7
<b>12 250 II</b>	<b>32</b>	27	0,65	1,8	0,61	0,73	5,2	12,7
	<b>34</b>	25	0,65	1,7	0,58	0,68	5,2	12,8
	<b>36</b>	24	0,65	1,6	0,56	0,65	5,3	12,8

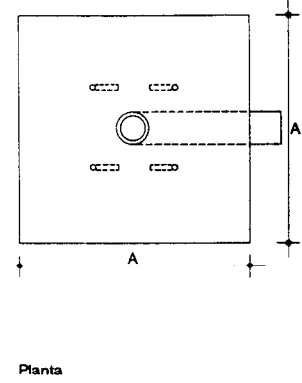
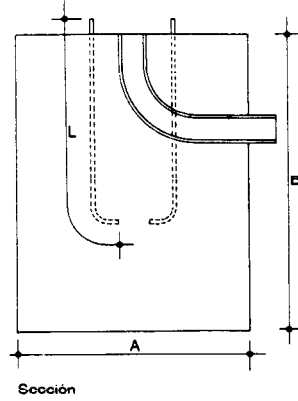
\*Los valores indicados en las tablas corresponden solo a la calzada, excluyéndose el aparcamiento

#### 4. Cálculo de la cimentación

Las dimensiones A y B del dado de cimentación y la longitud L del pernio de anclaje se determinan en la Tabla 16 en función de la altura H del punto de luz.

Tabla 16

H en m	A × A × B en m	L en mm
8	0,65 × 0,65 × 0,80	500
10	0,80 × 0,80 × 1,00	500
12	0,80 × 0,80 × 1,20	700
15	1,00 × 1,00 × 1,40	700



#### 5. Ejemplo

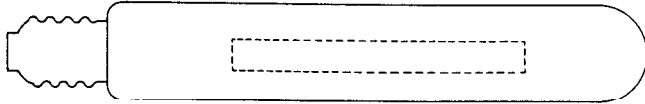
IEE-10 Punto de luz sobre báculo-P-Forma-V-Tipo-C-H-E-J-A-B-L

Datos	Tabla	Resultados
Ancho de la vía 17 m	1	Fijamos la disposición unilateral U
Calzada de 12 m y aparcamiento de 5 m	12	Fijamos el grupo de valores $P = 400 \text{ w}$ $H = 15 \text{ m}$ Tipo de luminaria II
	16	Obtenemos un campo de variación de separaciones S de 34 a 40; de estos valores se selecciona el más conveniente para el trazado.  Dimensiones del dado de cimentación. $A \times A \times B = 1,00 \times 1,00 \times 1,40 \text{ m}$ Longitud L del pernio de anclaje $L = 700 \text{ mm}$

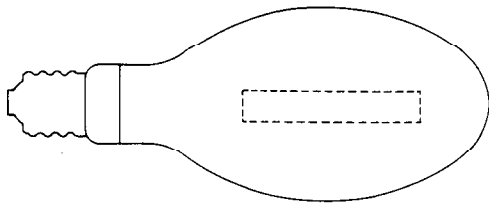


## 1. Especificaciones

### IEE-1 Lámpara de vapor de sodio a alta presión-Forma-P-V



Ampolla tubular



Ampolla ovoide

La lámpara representada no presupone tipo

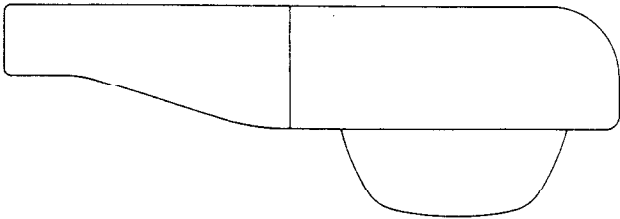
Constituída por casquillo y ampolla ovoide opal o tubular clara, con tubo de descarga de óxido de aluminio sintetizado, que en su interior lleva sodio, mercurio y un gas inerte, así como dos electrodos.

Casquillo de rosca del tipo E-40.

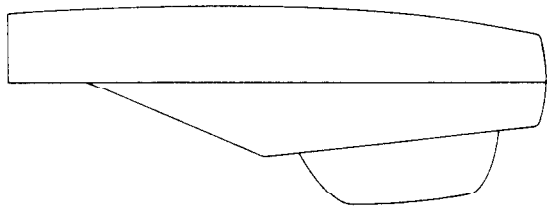
El flujo luminoso inicial después de 100 horas de funcionamiento será, en función de la potencia P:

Potencia P en w	Flujo luminoso inicial en lúmenes
150	≥ 14.500
250	≥ 25.500
400	≥ 47.000

### IEE-2 Luminaria-Tipo



Luminaria tipo I



Luminaria tipo II



Luminaria tipo III

Se consideran tres tipos de luminaria:

Tipo I

El rendimiento de la luminaria será ≥ del 75% ó ≥ del 70% según esté equipada de lámparas clara u opal.

Tendrá fotometría regulable y la carcasa podrá ser de aleación de aluminio inyectado, poliéster u otros materiales nobles. El sistema óptico será cerrado y tendrá el equipo auxiliar incorporado. Llevará filtro y el grado de estanquidad del sistema óptico estará comprendido entre IP33 e IP55 según la norma UNE 20.324.

Por su seguridad eléctrica estará clasificada como clase 1.

Tipo II

El rendimiento de la luminaria será ≥ del 60% ó ≥ del 55% según esté equipada de lámparas clara u opal.

Tendrá fotometría regulable o fija y la carcasa podrá ser de aleación de aluminio, poliéster u otros materiales. El sistema óptico podrá ser abierto o cerrado con equipo auxiliar incorporado, y podrá llevar filtro para el caso de cerrado.

Por su seguridad eléctrica estará clasificada como clase 1.

Tipo III

El rendimiento de la luminaria será ≥ del 50% para lámpara opal o clara.

La fotometría será fija y la carcasa podrá ser abierta o cerrada y podrá llevar el equipo auxiliar incorporado.

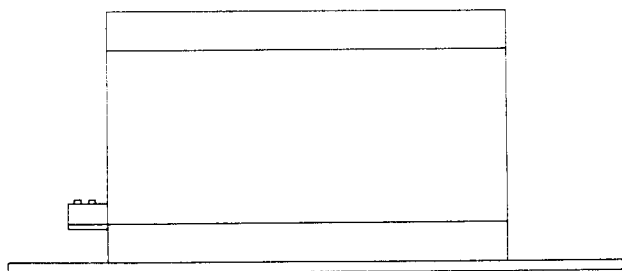
Por su seguridad eléctrica estará clasificada como clase 0.

Atendiendo a las características fotométricas, según clasificación CIE que figuran en la publicación n.º 34, cada una de las luminarias anteriores se indicará:

- En función de la apertura del haz (alcance): corto, intermedio y largo.
- En función de la extensión del haz (dispersión): estrecho, medio y ancho.
- En función del control del deslumbramiento: molesto, limitado, moderado e intenso. El deslumbramiento limitado sólo se permitirá en las de Tipo III

Las luminarias representadas no presuponen tipo

### IEE-3 Balasto (Reactancia)-P.V



Alzado

El balasto representado no presupone tipo

### IEE-4 Condensador-C.V



Alzado



Planta

El condensador representado no presupone tipo

### IEE-5 Cebador



Alzado



Planta

El cebador representado no presupone tipo

### IEE-6 Fusible

### IEE-7 Tabla de conexiones

La potencia nominal P en vatios será la de la lámpara correspondiente

El consumo medio por pérdidas en el equipo auxiliar Wp en vatios será igual o interior a los siguientes valores:

P en w	150	250	400
Wp en w	10	18	25

Cumplirá la norma UNE 20.152.

Llevará grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca
- Modelo y esquema de conexión con las indicaciones para una utilización correcta de los bornes conductores del exterior del balasto.
- Tipo de lámpara, tensión, frecuencia, corriente nominal de alimentación y factor de potencia en vatios.

Podrá ser independiente o formar unidad con el balasto. Estará capacitado para elevar el factor de potencia hasta el 85% como mínimo

Capacidad C en microfaradios en función de la potencia nominal P en vatios de la lámpara, para una tensión de alimentación 220 voltios.

P en w	150	250	400
C en $\mu$ F	20	36	50

Llevará grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

- Marca, modelo y esquema de conexión
- Capacidad C, tensión de alimentación, tensión de ensayo cuando ésta sea mayor que 1,3 veces la nominal, tipo de corriente para la que está previsto y temperatura máxima de funcionamiento.

Apropiado para proporcionar la tensión de pico que precise la lámpara en su arranque.

Incluirá condensador para la eliminación de interferencias de radiodifusión.

Llevará grabadas de forma clara e indeleble las siguientes indicaciones:

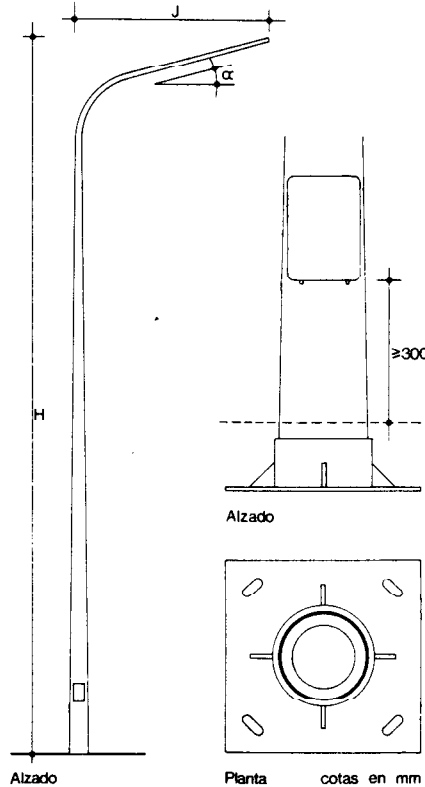
- Marca, modelo y esquema de conexión.

Constituido por cartucho fusible calibrado en amperios según la potencia del punto de luz.

Cumplirá lo establecido en la norma UNE 20.520 debiendo llevar grabado el calibre y la tensión de servicio.

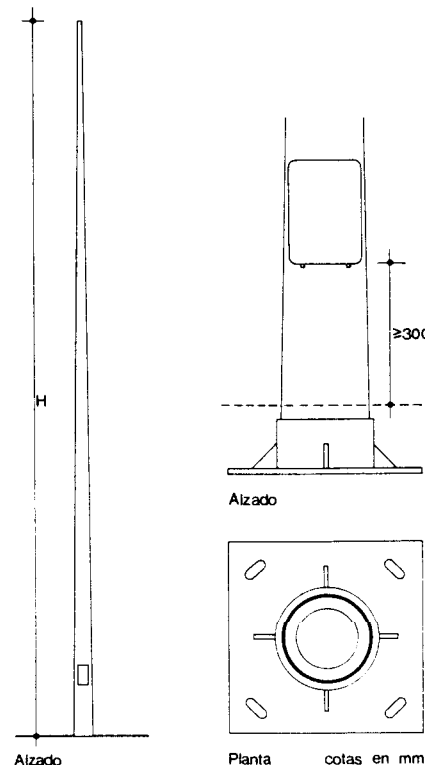
De material aislante y provista de alojamiento para los fusibles y de clemas para la conexión de cables. En los casos de encendido manual estarán provistas de interruptor.

## IEE- 8 Báculo-H-E-J



El báculo representado no presupone tipo

## IEE- 9 Poste-H-E



El poste representado no presupone tipo

De chapa de acero del tipo A-37b según norma UNE 36-080-73.

Las dimensiones del brazo J y el espesor mínimo E de la chapa se determinan en función de la altura H:

H en m	8	10	12	15
J en m	1,5	2,0	2,5	2,5
E en mm	2,5	3,0	4,0	5,0

Superficie continua y exento de imperfecciones, manchas, bultos o ampollas.

Galvanizado en caliente con peso mínimo de  $520 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  de cinc.

Todas las soldaduras excepto la vertical del tronco, serán al menos de calidad 2, según norma UNE 14.011 y tendrán unas características mecánicas superiores a las del material base.

Las uniones entre los diferentes tramos del báculo se harán con casquillos de chapa del mismo espesor que la del báculo.

Los casquillos serán abiertos, con abertura menor o igual a 5 mm y situada en una de sus generatrices.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernios anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca.

El extremo del báculo presentará una inclinación  $\alpha$  coincidente con el ángulo de montaje de la luminaria. Irá provisto de puerta de registro a una altura mínima de 30 cm del suelo con mecanismo de cierre.

De chapa de acero del tipo A-37b según norma UNE 36-080-73.

Su espesor E mínimo se determina en función de la altura H:

H en m	8	10	12	15
E en mm	2,5	3,0	4,0	5,0

Superficie continua y exento de imperfecciones, manchas, bultos y ampollas.

Galvanizado en caliente con peso mínimo  $520 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  de cinc.

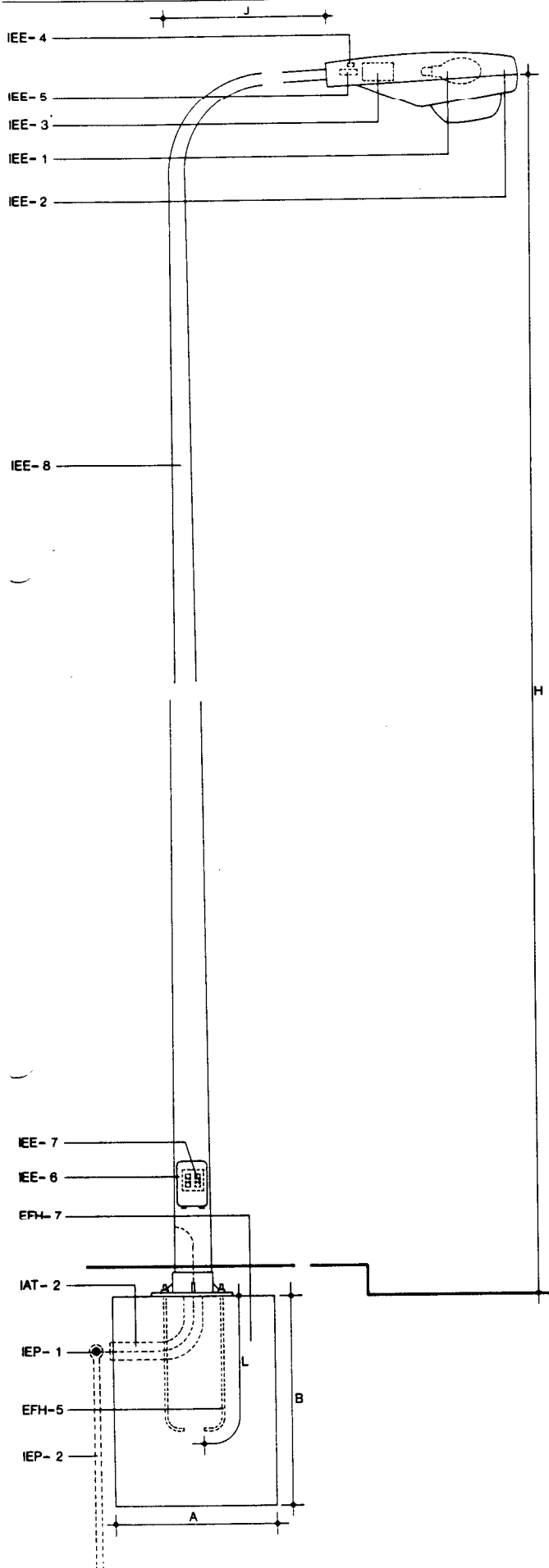
Las soldaduras excepto la vertical del tronco serán al menos de calidad 2 según norma UNE 14.011 y tendrán unas características mecánicas superiores a las del material base.

Las uniones entre los diferentes tramos del poste se harán con casquillo de chapa del mismo espesor que la del poste. Los casquillos quedarán abiertos por una de sus generatrices.

La sujeción a la cimentación se hará mediante placa de base a la que se unirán los pernios anclados en la cimentación, mediante arandela, tuerca y contratuerca.

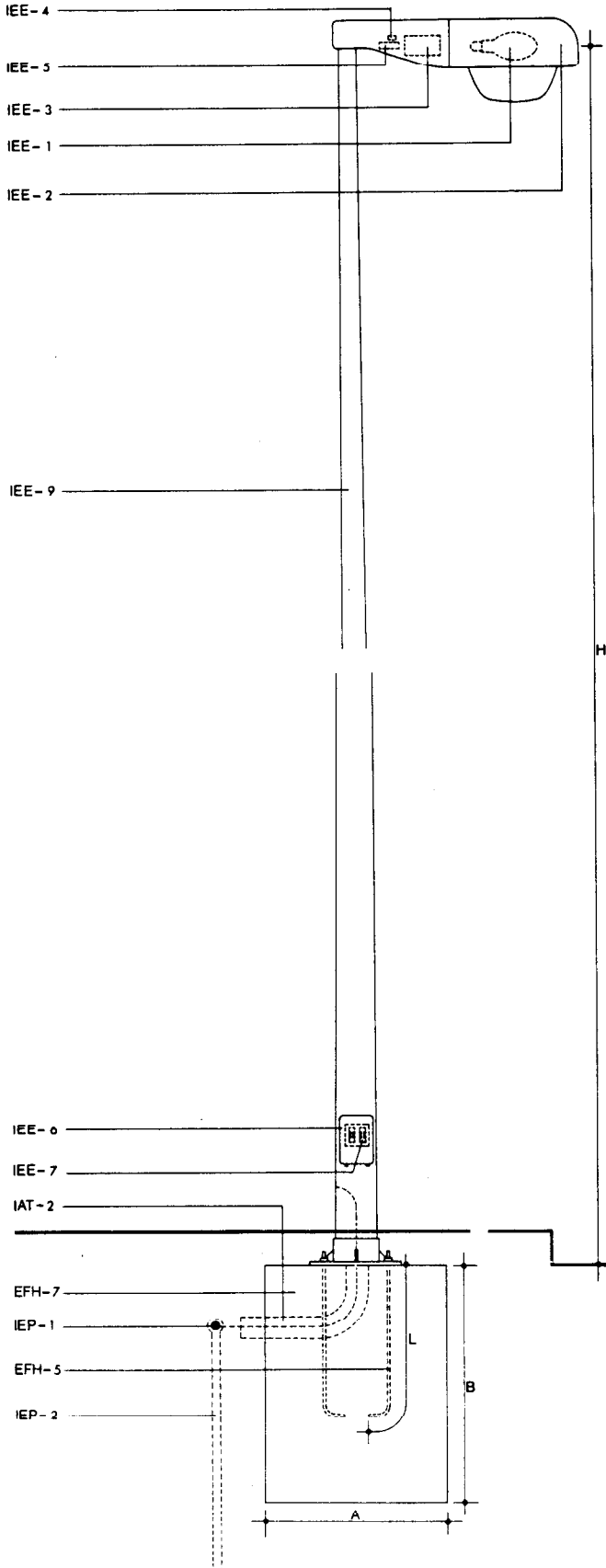
Irá provisto de puerta de registro a una altura mínima de 30 cm del suelo con mecanismo del cierre.

**IEE-10 Punto de luz sobre báculo-P-Forma-V-Tipo-C-H-E-J-A-B-L**



- IEE- 1 Lámpara de vapor de sodio a alta presión. De forma y potencia P indicada en la Documentación Técnica.
- IEE- 2 Luminaria.  
Del Tipo indicado en la Documentación Técnica. Una vez fijada al báculo se conectará al circuito mediante clemas.
- IEE- 3 Balasto.  
De potencia P y tensión nominal V coincidentes con las de la lámpara y red respectivamente. Se conectará según el esquema facilitado por el fabricante. Las conexiones se realizarán mediante clemas.
- IEE- 4 Condensador.  
De capacidad C adecuada a la potencia P y tensión de alimentación V del balasto.
- IEE- 5 Cebador.  
Apropiado para proporcionar la tensión de pico que precisa la lámpara en su arranque. Se conectará según el esquema facilitado por el fabricante.
- IEE- 6 Fusible.  
Se instalará en la tabla de conexiones en el alojamiento previsto.
- IEE- 7 Tabla de conexiones.  
Una vez fijado el báculo se instalará el circuito desde la luminaria hasta la caja de paso de cables, efectuando las conexiones con la red, fusibles y luminaria, mediante clemas.
- IEE- 8 Báculo  
De dimensiones H, J y espesor E según Documentación Técnica.  
Se fijará a la cimentación mediante placa de base, a la que se unirán los pernios anclados a la cimentación mediante arandela, tuerca y contratuerca.
- EFH-7 Hormigón  
De resistencia característica 125 kg/cm<sup>2</sup>, en dado de cimentación de dimensiones A x A x B determinadas en Cálculo y especificadas en la Documentación Técnica.
- EFH-5 Armaduras de acero.  
Pernios de anclaje de acero F III según norma UNE 36-011-75 de diámetro 25 mm y longitud L determinada en Cálculo y especificada en la Documentación Técnica.
- IAT -2 Tubo de plástico.  
De diámetro mínimo 40 mm embutido en el dado de hormigón para paso de cables.
- IEP- 1 Cable conductor.  
Cable de cobre desnudo recocido de 35 mm<sup>2</sup> de sección circular.  
En contacto con el terreno y a una profundidad no menor de 50 cm.  
Se conectarán todas las columnas y la caja de mando mediante el cable conductor.
- IEP- 2 Electrodo de pica.  
Se colocará uno cada 5 ó 6 columnas soldado al cable conductor mediante soldadura aluminotérmica.  
Sus dimensiones cumplirán la Instrucción MIBT 039  
El hincado de las picas se efectuará con golpes cortos y no muy fuertes, de manera que se garantice una penetración sin rotura.

**IEE-11 Punto de luz sobre poste-P.Forma-V.Tipo-C.H.E.A.B.L**



- IEE- 1 Lámpara de vapor de sodio a alta presión. De forma y potencia P indicada en la Documentación Técnica.
- IEE- 2 Luminaria.  
Del Tipo indicado en la Documentación Técnica. Una vez fijada al poste se conectará al circuito mediante clemas.
- IEE- 3 Balasto.  
De potencia P y tensión nominal V coincidentes con las de la lámpara y red respectivamente. Se conectará según el esquema facilitado por el fabricante. Las conexiones se realizarán mediante clemas.
- IEE- 4 Condensador.  
De capacidad C adecuada a la potencia P y tensión de alimentación V del balasto.
- IEE- 5 Cebador.  
Apropiado para proporcionar la tensión de pico que precisa la lámpara en su arranque. Se conectará según el esquema facilitado por el fabricante.
- IEE- 6 Fusible.  
Se instalará en la tabla de conexiones en el alojamiento previsto.
- IEE- 7 Tabla de conexiones.  
Una vez fijado el poste se instalará el circuito desde la luminaria hasta la caja de paso de cables, efectuando las conexiones con la red, fusibles y luminaria, mediante clemas.
- IEE- 9 Poste.  
De altura H y espesor E según Documentación Técnica.  
Se fijará a la cimentación mediante placa de base, a la que se unirán los pernios anclados a la cimentación mediante arandela, tuerca y contratuerca.
- EFH-7 Hormigón  
De resistencia característica  $125 \text{ kg/cm}^2$ , en dado de cimentación de dimensiones  $A \times A \times B$  determinadas en Cálculo y especificadas en la Documentación Técnica.
- EFH-5 Armaduras de acero.  
Pernios de anclaje de acero F III según norma UNE 36-011-75 de diámetro  $2b \text{ mm}$  y longitud L determinada en Cálculo y especificada en la Documentación Técnica.
- IAT -2 Tubo de plástico.  
De diámetro mínimo 40 mm embutido en el dado de hormigón para paso de cables.
- IEP- 1 Cable conductor.  
Cable de cobre desnudo recocido de  $35 \text{ mm}^2$  de sección circular.  
En contacto con el terreno y a una profundidad no menor de 50 cm.  
Se conectarán todas las columnas y la caja de mando mediante el cable conductor.
- IEP- 2 Electrodo de pica.  
Se colocará uno cada 5 ó 6 columnas soldado al cable conductor mediante soldadura aluminotérmica.  
Sus dimensiones cumplirán la Instrucción MIBT 039  
El hincado de las picas se efectuará con golpes cortos y no muy fuertes, de manera que se garantice una penetración sin rotura.

## **2. Condiciones de seguridad en el trabajo**

Durante la fase de realización de la instalación, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las líneas verificándose esta circunstancia con un comprobador de tensión.

Las herramientas estarán aisladas, y las herramientas eléctricas estarán dotadas de grado de aislamiento o alimentadas a tensión inferior a 50 voltios. Durante la colocación de postes o báculos se acotará una zona con un radio igual a la altura de dichos elementos más 5 m.

Cuando el izado de los postes o báculos se haga a mano, se utilizará un mínimo de tres tipos de retención.

Se delimitará la zona de trabajo con vallas indicadoras de la presencia de trabajadores con las señales previstas por el Código de Circulación. Por la noche se señalarán mediante luces rojas.

Se cumplirán además todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en Trabajo.

## 1. Materiales y equipos de origen industrial

Los materiales de origen industrial, deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en las NTE, así como las correspondientes normas y disposiciones vigentes relativas a fabricación y control industrial, o en su defecto, las normas UNE que se indican.

Especificación	Normas UNE
IEE- 1 Lámpara de vapor de sodio a alta presión	
IEE- 2 Luminaria	
IEE- 3 Balasto (Reactancia)	20.152
IEE- 4 Condensador	20.010; 20.050 (I); 20.531; 20.532
IEE- 5 Cebador	
IEE- 6 Fusible	20.520
IEE- 7 Tabla de conexiones	
IEE- 8 Báculo	36-080-73
IEE- 9 Poste	36-080-73

Cuando el material llegue a obra con Certificado de Origen Industrial que acredite el cumplimiento de dichas condiciones, normas y disposiciones, su recepción se realizará comprobando únicamente sus características aparentes.

## 2. Control de la ejecución

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación automática
<b>IEE-10 Punto de luz sobre báculo-P-Forma-V-Tipo-C-H-E-J-A-B-L</b>	Verticalidad	Uno cada 10 puntos	Desplome superior a 2 cm
	Dimensiones de la cimentación	Uno cada 10 puntos	Dimensiones de la cimentación o pernio diferentes de lo especificado
	Separación entre puntos de luz	Uno cada 10 puntos	La separación entre dos puntos consecutivos difiere de la separación especificada en un valor superior a $\pm 5\%$
	Existencia de puesta a tierra	Inspección visual	No existe o no está de acuerdo con lo especificado en la Documentación Técnica
<b>IEE-11 Punto de luz sobre poste -P-Forma-V-Tipo-C-H-E-A-B-L</b>	Verticalidad	Uno cada 10 puntos	Desplome superior a 2 cm
	Dimensiones de la cimentación	Uno cada 10 puntos	Dimensiones de la cimentación o pernio diferentes a lo especificado
	Separación entre puntos de luz	Uno cada 10 puntos	La separación entre dos puntos consecutivos difiere de la separación especificada en un valor superior a $\pm 5\%$
	Existencia de puesta a tierra	Inspección visual	No existe o no está de acuerdo con lo especificado en la Documentación Técnica

### 3. Prueba de servicio

<b>Prueba</b>	<b>Controles a realizar</b>	<b>Número de controles</b>	<b>Condición de no aceptación automática</b>
<b>Funcionamiento del alumbrado</b>	Accionamiento de los interruptores de encendido del alumbrado con todas las luminarias equipadas con sus lámparas correspondientes	Uno por instalación	Alguna de las lámparas permanece apagada
<b>Iluminancia media</b>	Medido mediante luxómetro con esfera integradora colocado en posición horizontal y a distancia del suelo menor de 20 cm medido por el método de "los nueve puntos"	Uno cada 10 puntos de luz	La iluminancia media medida es inferior en un 10% a la especificada

### 4. Criterio de medición

<b>Especificación</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Forma de medición</b>
<b>IEE-10 Punto de luz sobre báculo-P·Forma·V·Tipo·C·H·E·J·A·B·L</b>	ud	Número de unidades de iguales características
<b>IEE-11 Punto de luz sobre poste-P·Forma·V·Tipo·C·H·E·A·B·L</b>	ud	Número de unidades de iguales características





NTE

Valoración

# alumbrado Exterior

Exterior lighting. Cost



IEE

1978

## 1. Criterio de valoración

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios, correspondientes a las especificaciones recuadradas que la componen, por sus coeficientes de medición sustituidos los parámetros A, B, L, S y por su valor numérico.

En los precios unitarios irán incluidos, además de los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta, incluso obligaciones sociales y parte proporcional de los medios auxiliares. La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición	
<b>IEE-10 Punto de luz sobre báculo-P-Forma-V-Tipo-C-H-E-J-A-B-L</b>	ud	IEE - 1	1	
Incluso fijaciones, conexiones con clemas y pequeño material.	ud	IEE - 2	1	
	ud	IEE - 3	1	
	ud	IEE - 4	1	
	ud	IEE - 5	1	
	ud	IEE - 6	1	
	ud	IEE - 7	1	
	ud	IEE - 8	1	
	m³	EFH- 7	A·A·B	
	kg	EFH- 5	61,23 l	
	m	IAT - 2	0,20 + $\frac{A}{2}$	
	m	IEP - 1	S	
	ud	IEP - 2	1/5	
	<b>IEE-11 Punto de luz sobre poste -P-Forma-V-Tipo-C-H-E-A-B-L</b>	ud	IEE - 1	1
	Incluso fijaciones, conexiones con clemas y pequeño material	ud	IEE - 2	1
ud		IEE - 3	1	
ud		IEE - 4	1	
ud		IEE - 5	1	
ud		IEE - 6	1	
ud		IEE - 7	1	
ud		IEE - 9	1	
m³		EFH- 7	A·A·B	
kg		EFH- 5	61,23 L	
m		IAT - 2	0,20 + $\frac{A}{2}$	
m		IEP - 1	S	
ud		IEP - 2	1/5	

## 2. Ejemplo

**IEE-10 Punto de luz sobre báculo-400-220-Tipo II-50-15-6-2,5-0,80-1,20-700**

Datos: P = 400  
V = 220 V

Tipo II  
C = 50  $\mu$ F  
H = 15 m  
E = 6 mm  
J = 2,5 m  
A = 0,80 m  
B = 1,20 m  
S = 38 m  
L = 700 mm

Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición	Precio unitario	Coficiente de medición
ud	IEE - 1	× 1	= 4.880	× 1 = 4.880,00
ud	IEE - 2	× 1	= 9.005	× 1 = 9.005,00
ud	IEE - 3	× 1	= 3.500	× 1 = 3.500,00
ud	IEE - 4	× 1	= 510	× 1 = 510,00
ud	IEE - 5	× 1	= 200	× 1 = 200,00
ud	IEE - 6	× 1	= 247	× 1 = 247,00
ud	IEE - 7	× 1	= 742	× 1 = 742,00
ud	IEE - 8	× 1	= 21.130	× 1 = 21.130,00
m <sup>3</sup>	EFH - 7	× A × A × B	= 1.700	× 0,80 × 0,80 × 1,20 = 1.305,60
kg	EFH - 5	× 61,23 L	= 37,50	× 61,23 × 0,7 = 1.605,29
m	IAT - 2	× $\left(0,20 + \frac{A}{2}\right)$	= 25	× $\left(0,20 + \frac{0,80}{2}\right) = 15,00$
m	IEP - 1	× S	= 91	× 38 = 3.458
ud	IEP - 2	× 1/5	= 777	× 1/5 = 155,55
<b>Total Pta/ud = 46.753,44</b>				



## 1. Criterio de mantenimiento

El mantenimiento se realizará por personal especializado.

Se entregarán a la propiedad planos de la instalación realizada y detalles del flujo medio mínimo de reposición de las lámparas.

La comprobación de la iluminancia se efectuará con luxómetro por personal técnico al menos una vez al año

No se realizará ninguna modificación que disminuya sus valores de iluminación. Cualquier ampliación o mejora que se pretenda realizar será objeto de estudio especial por un técnico competente.

Se efectuará una limpieza, cada año de la lámpara y luminaria. No se emplearán detergentes muy alcalinos o muy ácidos para limpiar los reflectores de aluminio.

Se reemplazarán según un plan de reposición en función de factores económicos.

Durante los trabajos de mantenimiento y limpieza, éstos se realizarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia con un comprobador de tensión. Las herramientas estarán aisladas, y dotadas con un grado de aislamiento II o alimentadas con tensión inferior a 50 V.