

1. Ambito de aplicación

Instalaciones para suministro y distribución de energía eléctrica a polígonos o zonas residenciales, desde la red general de la compañía suministradora hasta las acometidas a los centros de consumo. Se consideran únicamente líneas en alta de tensión nominal no superior a 30 kV y disposición enterrada, y líneas en baja de tensión nominal 220/380 V, con disposición enterrada, o aérea por fachada con conductores aislados, quedando excluidas las redes aéreas de distribución en alta tensión, aunque puedan ser utilizadas, fundamentalmente, en actuaciones de edificación extensiva.

Esta Norma incluye la alimentación del alumbrado público, determinado según la NTE-IEE: Instalaciones de electricidad. Alumbrado exterior.

Se excluyen de esta Norma los Centros de Transformación, que se contemplan en la NTE-IET: «Instalaciones de electricidad. Centros de Transformación». También se excluyen los cuadros de mando y protección del alumbrado público que se contemplan en la NTE-IEE: Instalaciones de electricidad. Alumbrado exterior.

2. Información previa

Topográfica y geotécnica

Plano topográfico de la zona, en el que queden reflejados la red hidrográfica, arbolado y vegetación y cualquier otro obstáculo natural.

Estudio de la naturaleza del terreno hasta una profundidad de 2 m.

Urbanística

Planos y documentación del planeamiento existente, y, en especial, de zonificación, parcelario, red viaria y servicios previstos.

De infraestructura

Situación y trazado de la red general de la Compañía Suministradora.

Información, por parte de la Compañía Suministradora, de los datos siguientes:

- Tensión nominal de la red.
- Potencia máxima disponible.
- Potencia de cortocircuito.
- Tiempo de cortocircuito.
- Tensión nominal del cable para líneas de distribución en alta tensión.

Situación y definición de la red viaria existente, así como de las instalaciones de agua, gas, alcantarillado, telefonía o cualquier otra que exista en la zona.

Legal

Reglamentos e instrucciones complementarias del Ministerio de Industria y Energía: Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias. Reglamento sobre acometidas eléctricas.

Normas del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

Ordenanzas y Normas Municipales.

Otras

Normas particulares de las Compañías Suministradoras aprobadas por las correspondientes Delegaciones del Ministerio de Industria y Energía, o la Dirección General de la Energía, o, en su defecto, publicadas por los Servicios de Normalización de las propias empresas.

3. Criterios de diseño

3.1. Composición de la red

La instalación de suministro y distribución de energía eléctrica a un polígono o zona, constará básicamente de los elementos siguientes, cuyas definiciones figuran más adelante:

- Conexión a la red existente.
- Derivación en alta tensión.
- Red de distribución.
- Red de alumbrado público.

Conexión a la red existente

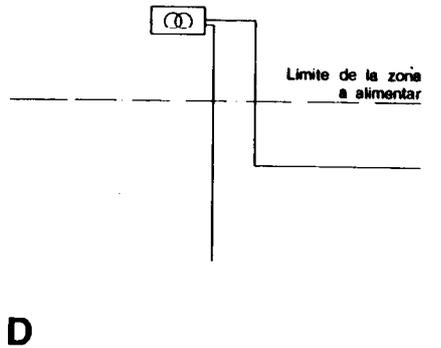
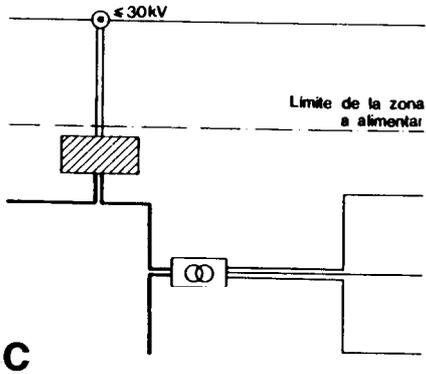
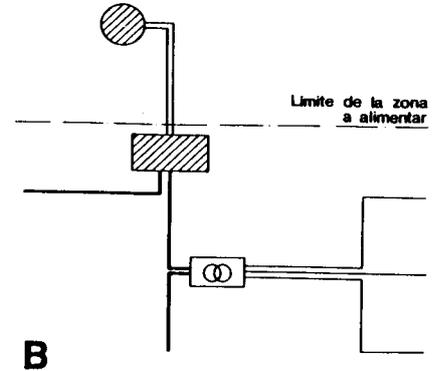
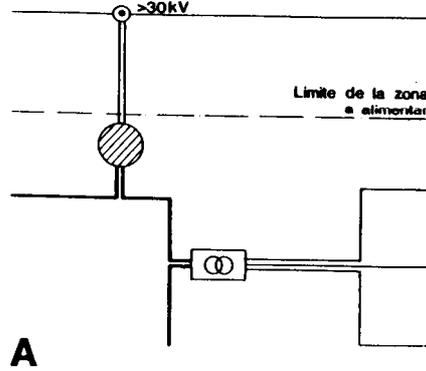
La conexión de la instalación con la red general de la Compañía Suministradora podrá efectuarse a:

A. Una línea de tensión superior a la de las líneas de distribución en alta tensión de la red de distribución prevista en la actuación, en cuyo caso será necesario prever una subestación.

B. Una subestación o un centro de reparto.

C. Una línea de tensión igual a las de las líneas de distribución en alta tensión de la red de distribución prevista en la actuación.

D. Un centro de transformación con potencia disponible suficiente, en cuyo caso el suministro se efectuará exclusivamente en baja tensión.



Simbología:

- ⊙ Conexión a la red existente
- Derivación en alta tensión
- ▨ Subestación
- ▨ Centro de reparto
- Linea de distribución interior en alta tensión
- ⊕ Centro de transformación
- Linea de distribución interior en baja tensión

Derivación en alta tensión

Linea en alta tensión que enlaza el punto de conexión con la red de distribución.

Su trazado en el interior de la zona de actuación se realizará por espacios fácilmente accesibles.

Cuando esta derivación en alta tensión sea aérea, se reservará una franja de terreno simétrica, a lo largo de su trazado, cuya anchura se obtendrá en la tabla siguiente:

Tensión de la línea en kV	Ancho en m
< 66	22
132	30
220	42
380	50

Red de distribución

Conjunto de líneas en alta y baja tensión, así como equipos, que alimentan las acometidas a las instalaciones receptoras o puntos de consumo.

Estará constituido en el caso más general por:

1. Subestación o centro de reparto y centro de reflexión.
2. Líneas de distribución en alta tensión.
3. Centros de transformación.
4. Líneas de distribución en baja tensión.

Red de alumbrado público

Conjunto de líneas en baja tensión que partiendo de uno o más centros de transformación alimentan los puntos de luz de la instalación de alumbrado público.

Estará constituido por:

1. Cuadros de mando y protección de alumbrado público.
2. Líneas de alumbrado público.

**Definiciones, espacios a reservar y características**

La definición, funciones, características y espacios a reservar para estas líneas y equipos serán los siguientes:

Subestación

Centro transformador para reducción de la tensión, con alimentación y salida en alta tensión.

El espacio a reservar para su instalación, será de forma preferentemente cuadrada, cuyo lado se obtendrá en la tabla que se incluye a continuación, en función de la tensión primaria y de la potencia final.

Podrá reservarse un espacio de dimensiones inferiores cuando la subestación prevista sea de tipo blindado, debiéndose, en este caso, establecer de acuerdo con la compañía suministradora.

Tensión primaria en kV	Potencia final en MW	Lado del cuadrado en m
66	10	50
	20	70
	40	80
132	40	100
	80	110
220	80	200
	80	200
	120	200

Centro de reparto

Centro fuertemente alimentado, en el que una o más líneas de alta tensión se derivan de otras de la misma tensión.

En su interior se alojarán los dispositivos de protección de las líneas derivadas.

Para su emplazamiento se reservará un espacio de superficie igual a 60 m² para tensiones de 30 kV y a 40 m² para tensiones iguales o inferiores a 20 kV, de forma rectangular, en el que uno de los lados será de longitud no inferior a 4 m.

Centro de reflexión

Centro que garantiza la alimentación de las líneas de alta tensión que en él concurren, procedentes de una subestación o de un centro de reparto situados en la zona de actuación, mediante un circuito sin carga en explotación normal, denominado circuito cero, alimentado también desde dicha subestación o centro de reparto.

Para su emplazamiento se reservará un espacio de iguales características que el considerado para el centro de reparto.

Línea de distribución en alta tensión

Línea en alta tensión, usualmente 13,2; 15; 20 ó 30 kV, que partiendo de una subestación, de un centro de reparto, o del final de la derivación en alta tensión, alimenta los centros de transformación.

Centro de transformación

Centro alimentado por una línea de distribución en alta tensión, que reduce ésta a 220/380 V y del cual parten las líneas de distribución en baja tensión. Sus características se adaptarán a lo especificado en la NTE-IET: Instalaciones de Electricidad. Centros de Transformación.

Para su emplazamiento se reservará un espacio accesible a vehículos pesados y de dimensiones según la NTE-IET: «Centros de Transformación». En el caso de centros de transformación subterráneos en acera o zona ajardinada, deberá preverse, además, el espacio necesario para el acceso al centro.

Cuando los transformadores del centro se conecten directamente a la red, sin celdas de seccionamiento ni de protección, el espacio podrá ser más reducido que el anteriormente señalado y dependerá de la potencia del centro, debiendo fijarse de acuerdo con la compañía suministradora.

El centro de transformación podrá alojarse en un centro de orden superior

3.2. Tipos de redes

Red de distribución

Simbología:

- ⊙ Conexión a la red existente
- Derivación en alta tensión
- Línea de distribución interior en alta tensión
- ⊖ Centro de transformación
- Línea de distribución interior en baja tensión

El tipo de red de distribución vendrá determinado por los condicionantes siguientes:

- Forma de conexión a la red general de tipo: A, B, C o D.
- Potencia máxima demandada.
- Superficie de la zona.
- Tipo de edificación: Extensiva, Semi-intensiva o Intensiva.

A efectos de esta Norma se considera la siguiente calificación, en función de la densidad de viviendas por unidad de superficie:

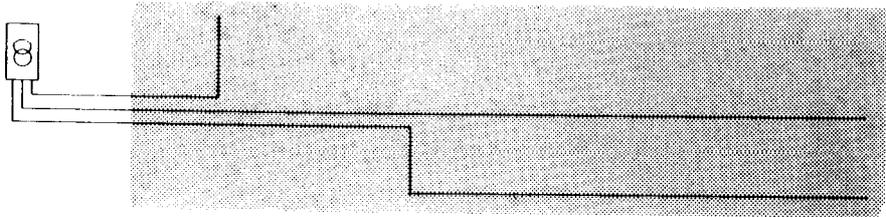
- Edificación Extensiva: de 3 a 15 viviendas/ha.
- Edificación Semi-Intensiva: de 16 a 30 viviendas/ha.
- Edificación Intensiva: de 31 a 75 viviendas/ha.

A continuación se exponen los esquemas básicos de las redes de distribución, ordenadas de acuerdo con su complejidad, comenzándose por el más sencillo. La elección en cada caso del esquema a utilizar se realizará en función de la superficie de la actuación, la potencia máxima prevista y el tipo de conexión a la red existente.

a. Red en baja tensión exclusivamente

Constituido por una o más líneas de distribución en baja tensión que parten de un centro de transformación ya existente en la zona o en sus proximidades.

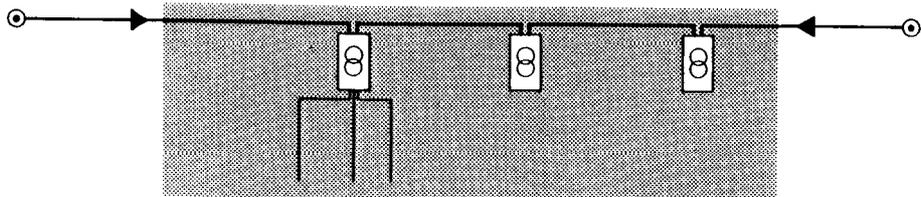
- Conexión a la red existente: Tipo D.
- Potencia máxima demandada: La disponible en el centro en que se conecta.
- Superficie máxima alimentada:
 - En Edificación Extensiva 4 ha.
 - En Edificación Semi-Intensiva 2 ha.
 - En Edificación Intensiva 1 ha.



b. Red lineal

Constituida por una línea de distribución en alta tensión, un número máximo de 10 centros de transformación y las líneas de distribución en baja tensión.

- Conexión a la red existente: Tipo B o C, con alimentación doble.
- Potencia máxima demandada: 8.000 kW.
- Superficie máxima alimentada:
 - En Edificación Extensiva 200 ha.
 - En Edificación Semi-intensiva 150 ha.
 - En Edificación Intensiva 80 ha.



Red exterior



IER

1984

Diseño

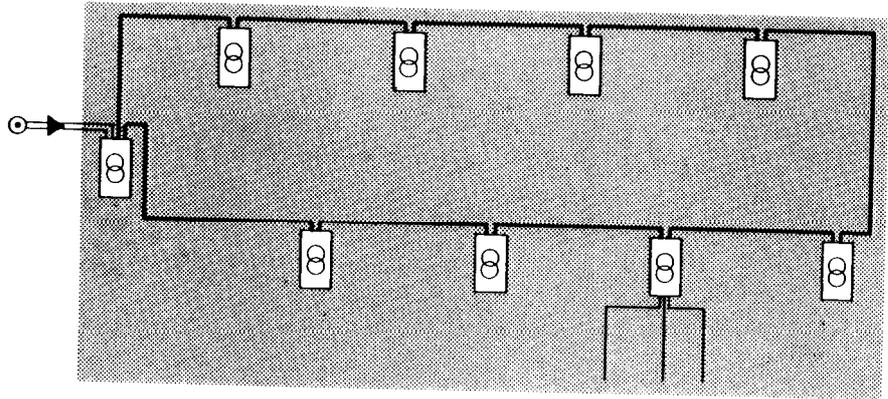
Simbología:

- ⊙ Conexión a la red existente
- Derivación en alta tensión
- ⊗ Subestación
- ▨ Centro de reparto
- Línea de distribución interior en alta tensión
- ⊖ Centro de transformación
- Línea de distribución interior en baja tensión

c. Red en anillo

Constituida por una línea de distribución en alta tensión cerrada en anillo, un número máximo de 10 centros de transformación y las líneas de distribución en baja tensión.

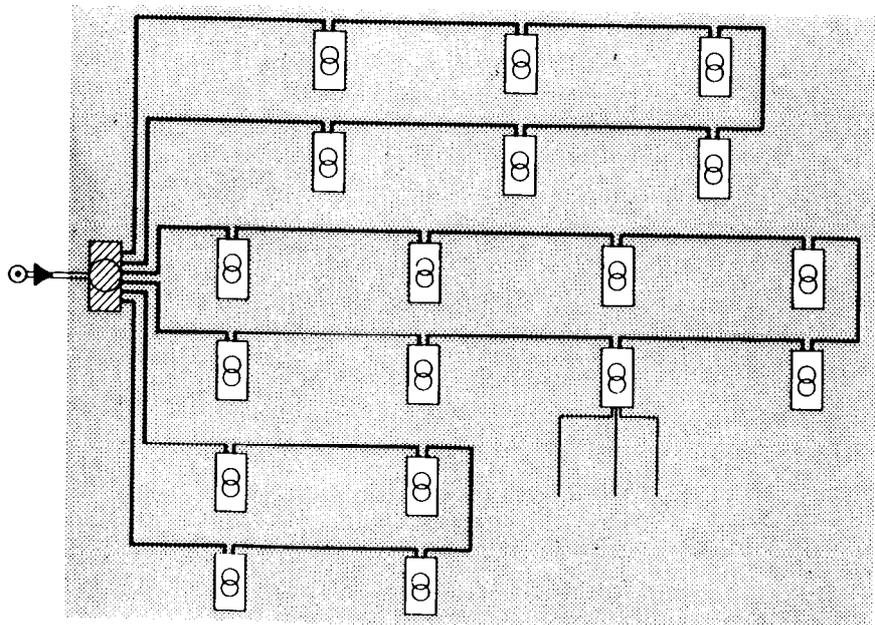
- Conexión a la red existente: Tipo B o C, con alimentación única.
- Potencia máxima demandada: 8.000 kW.
- Superficie máxima alimentada:
 - En Edificación Extensiva 200 ha.
 - En Edificación Semi-intensiva 150 ha.
 - En Edificación Intensiva 80 ha.



d. Red en anillos múltiples

Constituida por varias redes en anillo conectadas a una misma subestación o a un centro de reparto, con un número máximo de 10 centros de transformación por cada anillo y las líneas de distribución en baja tensión.

- Conexión a la red existente: A o B, con alimentación única.
- Número máximo de anillos:
 - 5 con conexión a una subestación.
 - 3 con conexión a un centro de reparto.
- Potencia máxima demandada:
 - 40.000 kW con conexión a una subestación.
 - 24.000 kW con conexión a un centro de reparto.
- Superficie máxima alimentada por anillo:
 - En Edificación Extensiva 200 ha.
 - En Edificación Semi-intensiva 150 ha.
 - En Edificación Intensiva 80 ha.



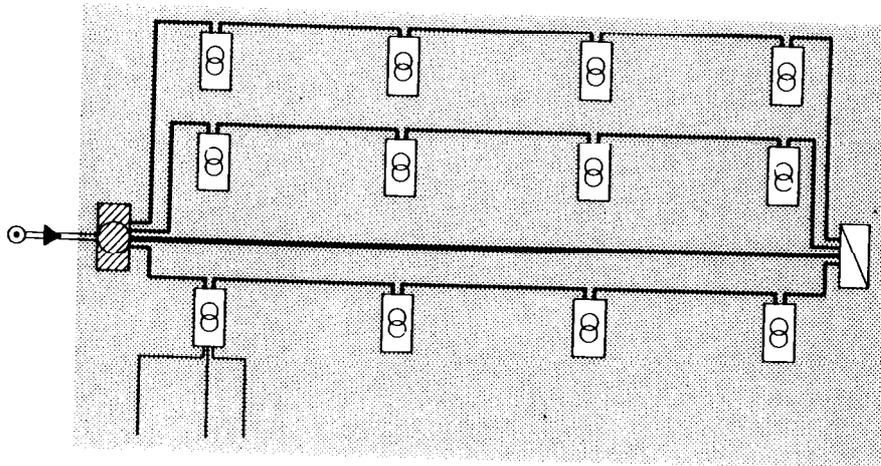
Simbología:

- ⊙ Conexión a la red existente
- Derivación en alta tensión
- ⊗ Subestación
- ▨ Centro de reparto
- ▧ Centro de reflexión
- Línea de socorro o de interconexión
- Línea de distribución interior en alta tensión
- ⊖ Centro de transformación
- Línea de distribución interior en baja tensión

e. Red en huso normal

Constituida por un máximo de seis líneas de distribución en alta tensión, conectadas por un extremo a una subestación o a un centro de reparto, y por el otro a un centro de reflexión, uno o dos circuitos cero, un máximo de 10 centros de transformación por cada línea de distribución en alta tensión y las líneas de distribución en baja tensión.

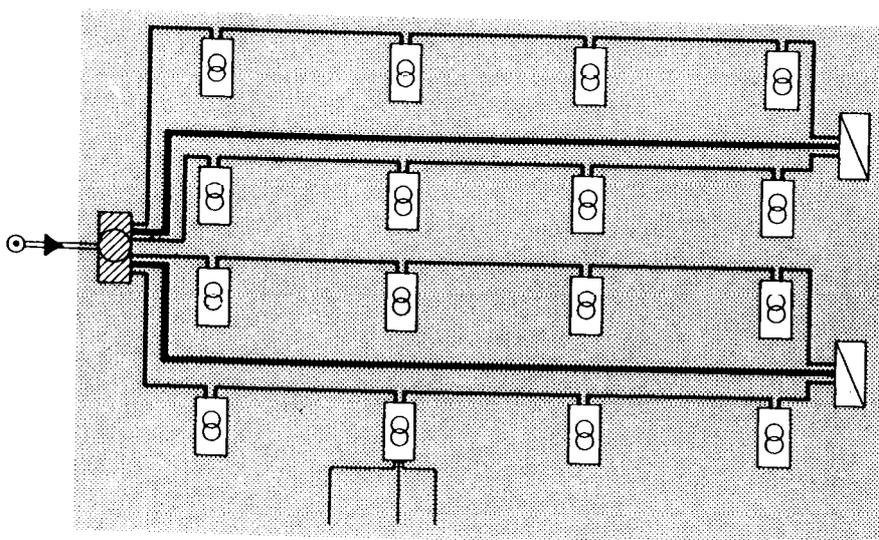
- Conexión a la red existente: Tipo A o B con alimentación única.
- Potencia máxima demandada: 48.000 kW.
- Superficie máxima alimentada:
 - En Edificación Extensiva 1.200 ha.
 - En Edificación Semi-intensiva 600 ha.
 - En Edificación Intensiva 480 ha.



f. Red en huso normal múltiple

Constituida por dos o más husos normales conectados a una subestación o centro de reparto común.

- Conexión a la red existente: Tipo A o B, con alimentación única.
- Potencia máxima demandada: 48.000 kW, por cada huso.
- Superficie máxima alimentada por cada huso:
 - En Edificación Extensiva 1.200 ha.
 - En Edificación Semi-intensiva 600 ha.
 - En Edificación Intensiva 480 ha.





Simbología:

- ⊙ Conexión a la red existente
- Derivación en alta tensión
- ⊗ Subestación
- ▨ Centro de reparto
- Línea de socorro o de interconexión
- Línea de distribución interior en alta tensión
- ⊖ Centro de transformación
- Línea de distribución interior en baja tensión
- ⊕ Cuadro de mando y protección de alumbrado público
- - - Línea de alumbrado público

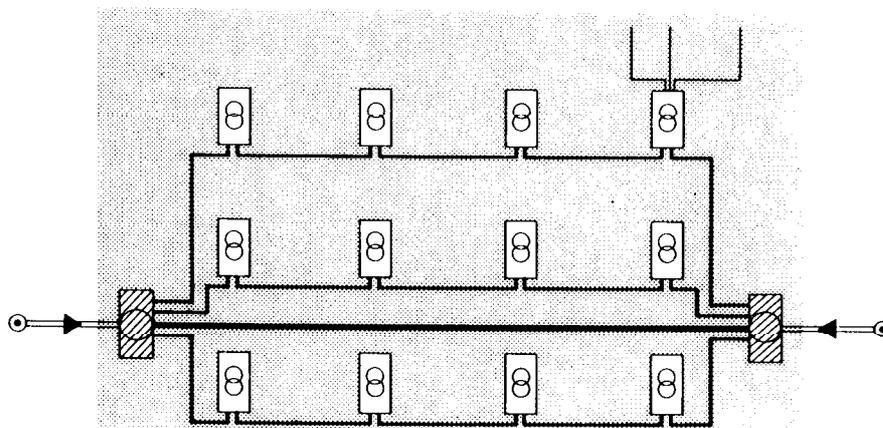
g. Red en huso apoyado

Constituida por un máximo de seis líneas de distribución en alta tensión, conectadas a dos subestaciones o a dos centros de reparto, enlazados entre sí por una línea de interconexión, un máximo de diez centros de transformación por cada línea, y las líneas de distribución en baja tensión.

Este tipo de red se utilizará siempre que sea posible por existencia de dos líneas de capacidad suficiente en las proximidades de la zona de la actuación. También deberán utilizarse en aquellos casos en que se prevean ampliaciones de la red de distribución o conexiones con otra red, en cuyos casos uno de los centros de reparto se sustituirá por un centro de reflexión.

- Conexión a la red existente: Tipo A o B, con alimentación doble.
- Potencia máxima demandada: 48.000 kW.

- Superficie máxima alimentada:
 - En Edificación Extensiva 1.200 ha.
 - En Edificación Semi-intensiva 600 ha.
 - En Edificación Intensiva 480 ha.



Red de alumbrado público

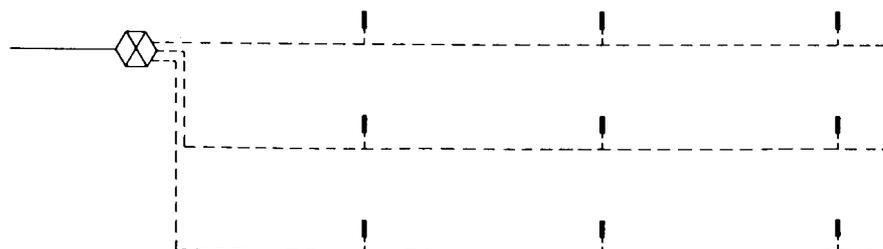
El tipo de red de alumbrado público a utilizar en el interior de un polígono o zona, estará condicionado básicamente por la disposición en planta de las luminarias, adoptada según la NTE-IEE: «Instalaciones de Electricidad. Alumbrado Exterior».

a. Red radial

Constituida por cuadro de mando y protección de alumbrado público, y líneas en baja tensión a 220/380 V.

Cada una de estas líneas alimentará a una sola hilera de puntos de luz. Se utilizará preferentemente en las siguientes disposiciones en planta según la NTE-IEE: «Instalaciones de Electricidad. Alumbrado Exterior»:

- Disposición: Unilateral y tresbolillo.
- En viarios con mediana de separación cuyo ancho de mediana esté comprendido entre 1 y 3 m.



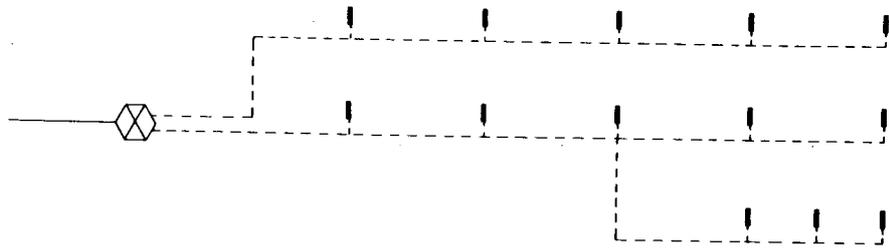
b. Red ramificada

Constituida por cuadro de mando y protección de alumbrado público y líneas de baja tensión a 220/380 V.

Cada una de estas líneas podrá alimentar a varias hileras de puntos de luz. Las derivaciones de hilera a hilera, se efectuarán en el interior de la base del báculo.

Se utilizará preferentemente en las siguientes disposiciones en planta según la NTE-IEE: «Instalaciones de Electricidad. Alumbrado Exterior»:

- Disposición: Pareada.
- En viarios con mediana de separación cuyo ancho de mediana sea superior a 3 m.



3.3. Separaciones

Las líneas de alta y baja tensión guardarán entre sí o respecto a otras instalaciones las separaciones siguientes, en m.

Líneas enterradas

Línea de	Líneas de baja tensión, telefonía, agua, gas, alcantarillado, etc.	Líneas de Alta Tensión
Alta Tensión	0,25	Entre líneas de igual tensión 0,08 (1). Entre líneas de distinta tensión 0,25 (2).
Baja Tensión	0,20	0,25

Separación, en m

(1) Cuando estén tendidas en la misma zanja.

(2) Esta separación se podrá reducir a 0,08 m cuando la línea de menor tensión se introduzca en un tubo protector.

Líneas aéreas de baja tensión

En los cruzamientos con líneas de telecomunicación, las líneas de baja tensión se situarán por encima.

Las separaciones mínimas, en metros, con los distintos tipos de instalaciones u obstáculos, se adaptarán al cuadro siguiente:

Instalaciones u obstáculos	Separaciones mínimas, en m	
	Horizontal	Vertical
Líneas de Telecomunicación	—	1
Calles, carreteras y ferrocarriles sin electrificar.	—	6
Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses.	—	2 (1)
Ríos y canales navegables	—	G + 1 (2)
Cruce perpendicular con líneas de la red telefónica fijadas sobre fachadas mediante aisladores.	0,03 (3)	—

(1) Entre la línea de B. T. y los cables sustentadores o conductores de la línea.

Siempre que se desconecte el elemento de toma de corriente deberá quedar a una distancia de la línea de B. T., no inferior a 0,30 m.

(2) G es la altura entre la línea de flotación y el extremo del elemento de mayor altura de la embarcación. Cuando no existe G definida, se tomará 6 m.

(3) La línea que cruce por encima, estará protegida con un manguito aislante de longitud no inferior a 0,4 m. La distancia se considera entre la línea que cruce por debajo y el manguito de protección.

Red exterior



IER

1984

Diseño

3.4. Criterios de aplicación

Especificación

Especificación	Símbolo	Aplicación
IER-12 Conducción de distribución en alta tensión, enterrada-Tipo-S·U-Aislamiento·N		Para alimentación de los centros de transformación. Su tendido se realizará siguiendo la línea de aceras y debajo de éstas a una profundidad mínima de 0,80 m y separadas de la línea de fachada 1,00 m, como mínimo.
IER-13 Conducción reforzada de distribución en alta tensión, enterrada-Tipo S·U-Aislamiento·D·N		En líneas de distribución en alta tensión enterradas, situadas bajo calzada u otros espacios en los que se prevea paso de vehículos pesados.
IER-14 Conducción de distribución en baja tensión enterrada-S·N·n		Para alimentación de los puntos de entrega, desde los centros de transformación. Su tendido se realizará siguiendo la línea de aceras y debajo de éstas a una profundidad mínima de 0,60 m y separadas de la línea de fachadas 1,00 m, como mínimo. — Conducción monofásica: en los tramos finales de redes radiales para uno o dos abonados. — Conducción trifásica: en los restantes casos.
IER-15 Conducción reforzada de distribución en baja tensión, enterrada-S·D·N·n		En líneas de distribución de baja tensión enterradas, situadas bajo calzadas y otros espacios en los que se prevea paso de vehículos pesados. — Conducción monofásica: en los tramos finales de redes radiales para uno o dos abonados. — Conducción trifásica: en los restantes casos.
IER-16 Línea de distribución en baja tensión, aérea por fachada-S		En conjuntos de edificaciones unidas, y con altura no superior a 5 plantas incluida la planta baja. Se dispondrá sobre las fachadas de los edificios a una altura del suelo no inferior a 2,50 m ni superior a 4,00 m.
IER-17 Línea de distribución en baja tensión, aérea y tensada-S		En líneas de distribución en baja tensión aéreas por fachada cuando ésta atraviese espacios libres de edificación.
IER-18 Conducción de alumbrado-S·D·N		Para alimentación de los puntos de luz del alumbrado público. Su tendido se realizará siguiendo la línea de aceras o en las medianas de separación de calzada, debajo de aquéllas a una profundidad no inferior a 0,40 m y separadas de la línea de bordillo 0,75 m.
IER-19 Conducción reforzada de alumbrado-S·D·N		En líneas de alumbrado situadas bajo calzada u otros espacios en los que se prevea paso de vehículos pesados.
IER-20 Arqueta de alumbrado		En los cambios de dirección o en derivaciones de las líneas de alumbrado.
IER-21 Armario de acometida instalado-N		Para conexión de las líneas de distribución en baja tensión, con las posteriores acometidas, en urbanizaciones residenciales de viviendas unifamiliares. El número máximo de acometidas desde un mismo armario será de 4. En los restantes casos de acometida a otros tipos de vivienda, como solución alternativa a la caja general de protección.

4. Planos de obra

Escala

IER Plano general de situación actual

Si situará en planta la red con indicación de todos los servicios que existan en una franja de 50 m a derecha e izquierda del eje de la red.

1:2000

IER Planta de la red

Se representarán por su simbolo los elementos de la instalación y se numerarán.
Se acompañará una relación de las especificaciones que corresponden a cada elemento numerado, expresando el valor dado a sus parámetros.

1:1000

IER Perfiles transversales

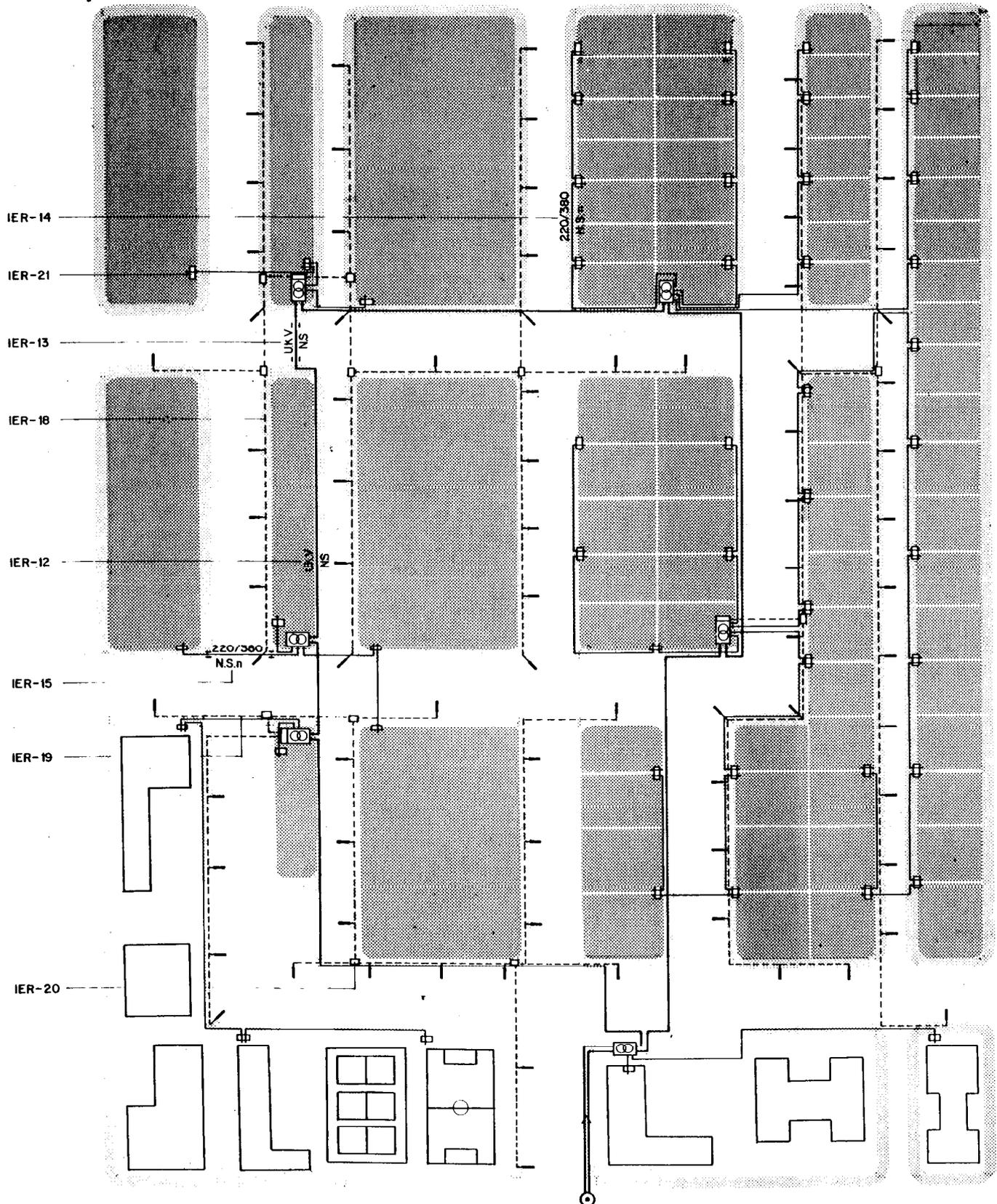
Precisarán la posición de la red en las secciones tipo del viario.

1:100

IER Detalles

Se representarán gráficamente los detalles de los elementos para los cuales no se haya adoptado o no exista especificación NTE.

5. Esquema





1. Proceso de cálculo

Comprende las etapas siguientes:

- Cálculo de la potencia total prevista.
- Cálculo del número de centros de transformación, potencia y ubicación de los mismos.
- Cálculo de las líneas de distribución en alta tensión.
- Cálculo de las líneas de distribución en baja tensión.
- Cálculo de las líneas de alumbrado público.

2. Cálculo de la potencia total prevista

La potencia total prevista en la zona de actuación P_t en kW, se obtiene mediante la expresión:

$$P_t = P_v + P_c + P_d + P_h + P_a + P_e$$

siendo:

- P_v : Potencia en kW, correspondiente a viviendas. Se determina mediante la expresión $P_v = \sum P_i$, siendo P_i la potencia correspondiente a cada uno de los edificios de viviendas, que se obtiene directamente de la NTE-IEB. Baja Tensión.
- P_c : Potencia en kW, correspondiente a edificios o locales destinados a fines comerciales o de oficinas. Se obtiene a razón de 100 W/m² de superficie construida.
- P_d : Potencia en kW, correspondiente a centros de enseñanza y guarderías. Se obtiene a razón de 500 W/plaza.
- P_p : Potencia en kW, correspondiente a locales de pública concurrencia, tales como: centros religiosos, salas de exposiciones, cinematógrafos, etc. Se obtiene a razón de 50 W/m².
- P_h : Potencia en kW, correspondiente a establecimientos hoteleros o alojamientos turísticos. Se obtiene a razón de 1.000 W/plaza, con un mínimo de 100 kW, para establecimientos cuya capacidad sea igual o superior a 50 plazas y con un mínimo de 25 kW para establecimientos cuya capacidad sea inferior a 50 plazas.
- P_a : Potencia en kW, correspondiente a la red de alumbrado público. Se obtiene en la Tabla 1, a partir del número de luminarias de igual potencia y de la potencia en W de las lámparas. Cuando no esté determinada la red de alumbrado público, se considerará una potencia de 1,5 W/m² de vial.
- P_e : Potencia en kW, correspondiente a edificios o instalaciones de características especiales, tales como centros médicos, polideportivos, etc.

Tabla 1

Número de luminarias de igual potencia	Potencia de las lámparas en W		
	150	250	400
10	3	5	8
20	6	9	15
30	9	14	22
40	11	18	29
50	14	23	36
60	17	27	44
70	19	32	51
80	22	36	58
90	25	41	65
100	27	45	72
120	33	54	87

Potencia P_a , en kW

3. Cálculo del número de centros de transformación, potencia y ubicación de los mismos

La potencia de los transformadores en kVA y el número de centros de transformación se determinan en la Tabla 2, a partir de la densidad de potencia, o cociente entre P_1 y la superficie servida, expresada en kW/ha.

Tabla 2

Densidad de potencia en kW/ha	Potencia de los transformadores en kVA	Número de centros de transformación
≤ 50	250	$P_1/250$
de 50 a 100	400	$P_1/400$
≥ 100	2 unidades de 400	$P_1/600$

En el caso de que existan zonas definidas con distintos aprovechamientos urbanísticos del suelo, se aplicará el procedimiento anterior a cada zona separadamente.

Para la determinación de los puntos de emplazamiento de los centros de transformación se divide cada zona en tantos sectores como centros de transformación hayan resultado para la misma, de forma que la potencia demandada por cada sector en kW se aproxime por defecto a la potencia en kVA elegida para los centros de esa zona.

Cada centro de transformación se emplaza lo más próximamente posible al centro de gravedad de las potencias de cada sector.

4. Cálculo de las líneas de distribución en alta tensión

La sección de los conductores se determina, en primer lugar, en función de la potencia máxima admisible, y, a continuación, en función de la potencia de cortocircuito, adoptándose el mayor valor de los dos obtenidos.

Posteriormente, se calcula la caída máxima de tensión en la línea y si ésta no resultara inferior al 5 % se adoptaría una sección mayor que cumpliera dicha condición.

Cálculo en función de la potencia máxima admisible

La sección S en mm^2 de los conductores, de acuerdo con la especificación IER-1: «Cable de aluminio aislado», se obtiene en la Tabla 5, a partir de la clase de aislamiento, la tensión nominal del cable U en kV, la tensión nominal de la línea U_N en kV, el tipo de conductor y la potencia total a distribuir P en kVA.

La potencia total a distribuir se determina mediante la expresión:

$$P = P_1 C_1 C_2$$

siendo:

P : Potencia total a distribuir en kVA.

P_1 : Suma de las potencias en kVA de todos los centros de transformación que alimenta la línea.

C_1 : Coeficiente de simultaneidad obtenido en la Tabla 3, a partir del número de centros de transformación alimentados por la línea.

C_2 : Coeficiente obtenido en la Tabla 4, en función de la disposición de los conductores.

Tabla 3

Número de centros de transformación alimentados	1	2	3 ó más
Coeficiente C_1	1,0	0,9	0,8

Tabla 4

Disposición de los conductores	N.º de conductores tripolares o ternas de unipolares en la misma zanja	Coeficiente C_2
En interior de tubos	—	1,250
Directamente enterrados	1	1,000
	2	1,176
	3	1,333
	4	1,538
	5	1,666



Cálculo

Tabla 5

Aislamiento	Tensión nominal de la línea U_N en kV	Tensión nominal del cable U en kV	Potencia total a distribuir P en kVA con cable										
			Unipolar					Tripolar					
Papel impregnado	13,2	8,7/15 12/20	3.700	5.460	6.960	9.000	11.410	3.080	4.560	5.820	7.640	(2)	
	15	8,7/15 12/20	3.650	5.130	6.730	8.900	10.840	3.050	4.790	6.050	7.870	(2)	
	20	12/20 18/30	4.280	6.220	7.910	10.250	12.970	3.500	5.190	6.610	8.690	(2)	
	30	18/30 26/45	4.150	5.830	7.650	10.120	12.320	3.500	5.440	6.870	8.950	(2)	
seco	Etileno propileno	(1)	13,2	3.650	5.480	6.850	9.130	11.760	3.420	5.130	6.500	8.330	10.840
			15	4.152	6.220	7.780	10.380	13.360	3.890	5.830	7.390	9.470	12.320
	Poliétileno reticulado	(1)	20	5.536	8.300	10.380	13.840	17.810	5.190	7.780	9.860	12.620	16.430
			30	8.304	12.450	15.570	20.760	26.720	7.780	11.670	14.790	18.940	24.650
			50	95	150	240	400	50	95	150	240	400	

(1) En cables con aislamiento seco la sección es independiente de U .
 (2) Conductores no usuales.

Cálculo en función de la potencia de cortocircuito

La sección S en mm^2 de los conductores se determina en la Tabla 6, a partir de la tensión nominal de la línea U_N en kV, la clase de aislamiento, la potencia de cortocircuito en MVA y el tiempo de cortocircuito en s.

Tabla 6

Tiempo de cortocircuito en s	Tensión nominal de la línea U_N en kV	Potencia de cortocircuito en MVA									
		Papel impregnado					Aislamiento seco				
		250	350	500	750	1.000	250	350	500	750	1.000
0,5	13,2	150	240	240	240	*	95	150	240	400	400
	15	150	150	240	400	400	95	150	240	240	400
	20	95	150	150	240	400	95	95	150	240	240
	30	50	95	150	150	240	50	95	95	150	240
0,6	13,2	150	240	240	400	*	95	150	150	400	400
	15	150	150	240	400	*	95	150	150	400	400
	20	95	150	150	240	400	95	95	150	240	400
	30	95	95	95	240	240	50	95	95	150	240
0,7	13,2	150	240	400	400	*	150	150	240	400	*
	15	150	240	240	400	*	95	150	240	400	400
	20	95	150	240	400	400	95	95	150	240	400
	30	95	95	150	240	240	50	95	95	150	240
1,0	13,2	240	240	400	*	*	150	240	400	400	*
	15	150	240	400	*	*	150	150	240	400	*
	20	150	150	240	400	*	95	150	240	400	400
	30	95	150	150	240	400	95	95	150	240	240

* Estos casos no pueden resolverse con las secciones consideradas en la presente Norma.

Cálculo en función de la caída de tensión

Este cálculo solamente se realiza cuando el momento eléctrico M sea igual o superior a 9.000 kWxkm. El momento eléctrico se calcula mediante la expresión:

$$M = l_0(P_1 + P_2 + \dots + P_n) + l_1(P_2 + \dots + P_n) + \dots + l_{n-1}P_n$$

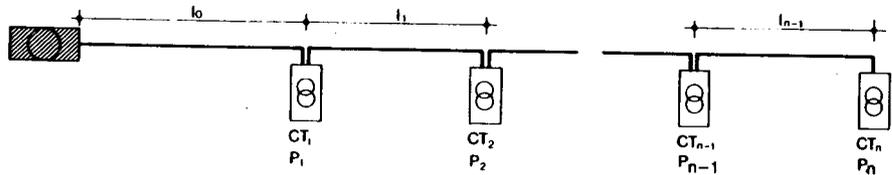
siendo:

M : Momento eléctrico en kW x km.

P_i : Potencia en kVA del centro de transformación i -ésimo.

l_0 : Longitud de línea en km medida desde el arranque de la misma hasta el primer centro de transformación.

l_i : Longitud de línea en km entre cada pareja de centros de transformación contiguos ($i, i + 1$).



La caída de tensión ΔU en porcentaje, calculada mediante la expresión que figura a continuación, debe resultar inferior a 5%; en caso contrario, se adoptaría la sección de conductores mínima superior a la calculada que cumpla dicha condición.

$$\Delta U = D_1 \cdot D_2$$

siendo:

D_1 : Coeficiente obtenido en la Tabla 7, a partir de la resistencia kilométrica del conductor en Ω/km y de la reactancia kilométrica del mismo en Ω/km .

D_2 : Coeficiente obtenido en la Tabla 8, a partir del momento eléctrico M en kW x km y de la tensión nominal de la línea U_N en kV.

Tabla 7

Reactancia kilométrica en Ω/km	Resistencia kilométrica en Ω/km								
	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,80	
0,08	0,16	0,21	0,26	0,31	0,36	0,41	0,46	0,86	
0,10	0,17	0,23	0,28	0,33	0,38	0,43	0,48	0,87	
0,12	0,19	0,24	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49	0,89	
0,14	0,20	0,26	0,31	0,36	0,41	0,46	0,51	0,90	
0,16	0,22	0,27	0,32	0,37	0,42	0,47	0,52	0,92	
0,18	0,23	0,29	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,93	
0,20	0,25	0,30	0,35	0,40	0,45	0,50	0,55	0,95	
0,25	0,28	0,34	0,39	0,44	0,49	0,54	0,59	0,99	

Coefficiente D_1

Tabla 8

Momento eléctrico M en kW x km	Tensión nominal de la línea U_N en kV			
	13,2	15	20	30
9.000	5.166	4.000	2.250	1.000
10.000	5.740	4.445	2.500	1.112
15.000	8.609	6.667	3.750	1.667
20.000	11.479	8.899	5.000	2.223
25.000	14.349	11.112	6.250	2.778
30.000	17.217	13.334	7.500	3.334
35.000	20.088	15.556	8.750	3.889
40.000	22.957	17.778	10.000	4.445
45.000	25.827	20.000	11.250	5.000
50.000	28.696	22.223	12.500	5.556

Coefficiente D_2



Cálculo

Cálculo del diámetro de los tubos de protección

Tabla 9

El diámetro D en mm de los tubos de protección de las líneas reforzadas se obtiene en la Tabla 9, a partir de la sección de los conductores S en mm² y de la tensión nominal del cable U en kV.

Tensión nominal del cable U en kV	Sección S de los conductores en mm ²				
	50	95	150	240	400
8,7/15	150	150	150	175	200
12/20	150	150	175	200	250
18/30	175	175	200	200	250
26/45	(*)	200	200	200	250

Diámetro D de los tubos, en mm

(*) Sección no usual

5. Cálculo de las líneas de distribución en baja tensión

Las secciones se calculan en función de la potencia máxima admisible y en función del momento eléctrico máximo, adoptándose el mayor valor de los dos obtenidos.

Cálculo en función de la potencia máxima admisible

Para las redes subterráneas, la sección S de los conductores de fase en mm², la sección del neutro en mm² y el diámetro en mm del tubo de protección de las líneas reforzadas, se obtienen en la Tabla 11, a partir de la potencia corregida P₁ calculada mediante la expresión:

$$P_1 = \frac{P}{C_3}$$

siendo:

P : Potencia total a transportar por la línea en kW, obtenida como suma de las potencias en kW demandadas por todos los edificios e instalaciones que alimenta, de acuerdo con la NTE-IEB: «Baja Tensión».

C₃ : Coeficiente obtenido en la Tabla 10, en función de la disposición de los conductores en la zanja.

Tabla 10

Disposición de los conductores	Número de líneas en la misma zanja	Coeficiente C ₃
En interior de tubos Directamente enterrados	—	0,80
	1	1,00
	2	0,85
	3	0,75
	4	0,70
	5	0,70

Tabla 11

Potencia corregida P ₁ en kW	Sección S de los conductores de fase, en mm ²	Sección del neutro en mm ²	Diámetro del tubo de protección D en mm
115	50	25	120
167	95	50	120
213	150	70	120
276	240	120	150

Para la red trenzada, la sección de los conductores de fase S en mm² se obtiene en la Tabla 12, a partir de la potencia total a transportar kW, obtenida como suma de las potencias en kW demandadas por todos los edificios e instalaciones alimentados por la línea, de acuerdo con la NTE-IEB: «Baja Tensión». La sección del neutro fador es constante e igual a 54,6 mm².

Tabla 12

Potencial total a transportar en kW	Sección S de los conductores de fase en mm ²
65	25
78	35
98	50
125	70
151	95

Cálculo en función del momento eléctrico máximo

La sección de los conductores de fase, se obtiene en las Tablas 13 y 14 para las líneas enterradas y trenzadas, respectivamente, a partir del momento eléctrico M, en kW × km calculado mediante la siguiente expresión:

$$M = l_0(P_1 + P_2 + \dots + P_n) + l_1(P_2 + \dots + P_n) + \dots + l_{n-1}P_n$$

siendo:

- M : Momento eléctrico en kW × km.
- P_i : Potencia en kW del edificio o instalación i-ésimo.
- l₀ : Longitud de la línea, en km medida desde el centro de transformación de partida hasta el primer punto de entrega.
- l_i : Longitud de línea en km medida entre dos puntos de entrega consecutivos (i, i + 1).

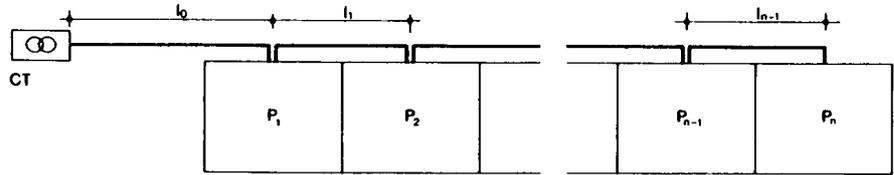


Tabla 13

Momento eléctrico máximo en kW × km	9,19	18,45	28,59	47,34
Sección S de los conductores de fase, en mm ² , en líneas enterradas.	50	95	150	240

Tabla 14

Momento eléctrico máximo en kW × km	4,89	6,78	9,19	13,27	18,45
Sección S de los conductores de fase, en mm ² , en líneas trenzadas.	25	35	50	70	95

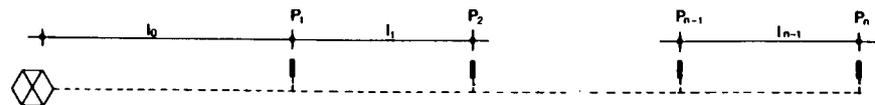
6. Cálculo de las líneas de alumbrado público

La sección S de los conductores de fase se obtiene en la Tabla 15, a partir de la potencia total, en W calculada como suma de las potencias en W de todas las lámparas alimentadas por la línea, y del momento eléctrico, en kW × km, calculado mediante la expresión:

$$M = 0,0018 [l_0 (P_1 + P_2 + \dots + P_n) + l_1 (P_2 + \dots + P_n) + \dots + l_{n-1}P_n]$$

siendo:

- M : Momento eléctrico en kW × km.
- P_i : Potencia en W en la lámpara i-ésima.
- l_i : Longitud de línea en km entre dos puntos de luz consecutivos (i, i + 1).
- l₀ : Longitud de línea en km entre el cuadro de mando y protección de alumbrado y el primer punto de luz.



Cuando la línea sea ramificada, se considerará el recorrido entre el extremo de línea y el cuadro de mando para el que resulte el momento eléctrico máximo.



Cálculo

Tabla 15

Potencia total en kW	Momento eléctrico en kW × km				
	1,5	3	5	8	11
25	6	10	16	25	35
30	10	10	16	25	35
40	16	16	16	25	35
50	25	25	25	25	35
60	35	35	35	35	35

Sección de los conductores de fase, en mm²

La sección del neutro en mm² y el diámetro D de los tubos de protección en mm se obtienen en la Tabla 16, a partir de la sección S en mm² de los conductores de fase.

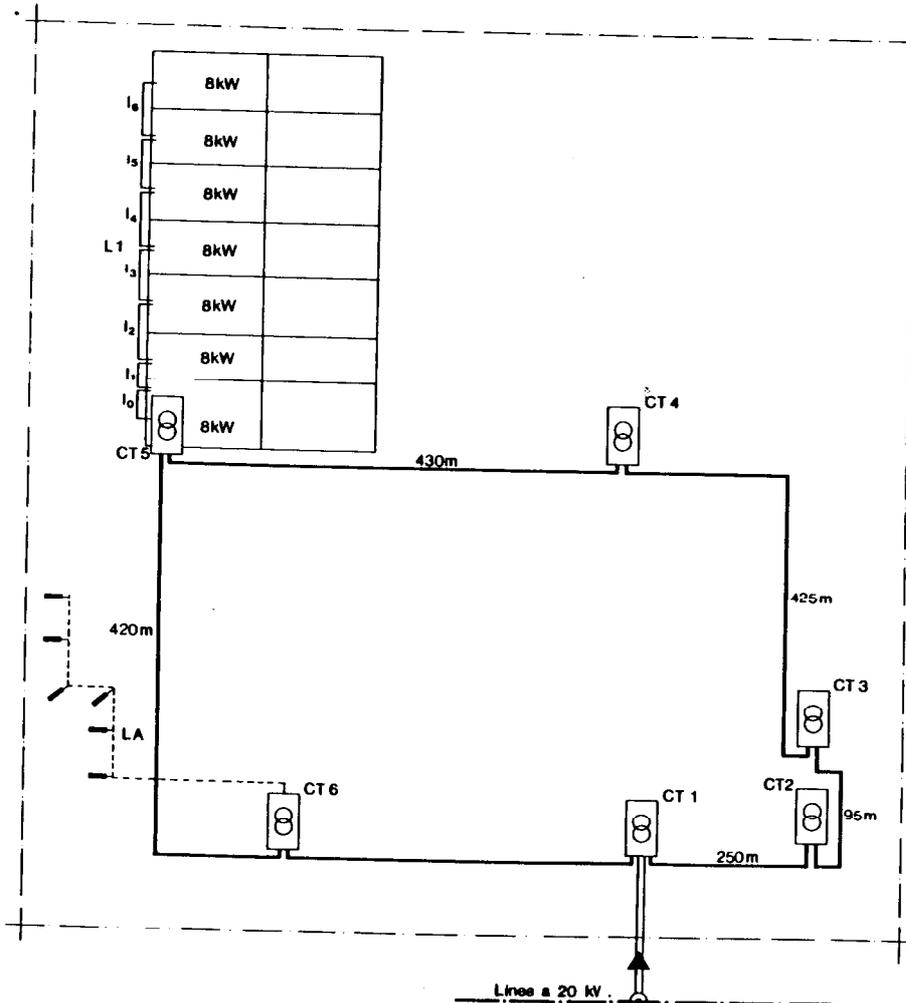
Tabla 16

Sección S de los conductores de fase en mm ²	Sección del neutro en mm ²	Diámetro D de los tubos de protección en mm
6	6	60
10	10	60
16	16	60
25	16	80
35	16	80

7. Ejemplo

7.1. Datos

Núcleo residencial de 69 ha de superficie, para 150 viviendas unifamiliares, con nivel de electrificación C (8.000 W), zona comercial de 4.000 m², grupo escolar para 100 plazas, centro social de 2.600 m² y polideportivo con una potencia instalada estimada de 125 kW.
 El alumbrado público se efectúa mediante 120 luminarias con lámparas de 250 W.
 El punto de toma se establece en una línea de la Compañía Suministradora, exterior al núcleo y con los siguientes condicionantes:
 Tensión nominal de la línea: 20 kV.
 Potencia de cortocircuito: 350 MVA.
 Tiempo de cortocircuito: 0,7 s.
 Tensión nominal de cable para la línea de distribución en alta tensión 12/20 kV.



7.2. Cálculo de la potencia P_t

$P_v \rightarrow$ en NTE-JEB, Tabla 1 $\rightarrow 149 \text{ kW} \times 3 + 71 \text{ kW} = 518 \text{ kW}$.
 $P_c \rightarrow 4.000 \text{ m}^2 \times 100 \text{ W/m}^2 \rightarrow 400 \text{ kW}$.
 $P_d \rightarrow 100 \text{ plazas} \times 500 \text{ W/plaza} \rightarrow 50 \text{ kW}$.
 $P_p \rightarrow 2.600 \text{ m}^2 \times 50 \text{ W/m}^2 \rightarrow 130 \text{ kW}$.
 $P_l \rightarrow 120 \text{ lámparas de } 250 \text{ W} \rightarrow \text{Tabla 1} \rightarrow 51 \text{ kW}$.
 $P_s \rightarrow \text{Polideportivo} \rightarrow 125 \text{ kW}$.
 $P_t = 518 + 400 + 50 + 130 + 51 + 125 = 1.274 \text{ kW}$.

7.3. Cálculo del número de centros de transformación y potencia de los mismos

Datos	Tabla	Resultados
Densidad	2	$P_t/250 = 5,09$
$\frac{P_t}{N.º \text{ ha}} = \frac{1.274 \text{ kW}}{69 \text{ ha}} 18,46$		luego, 6 centros de 250 kVA.

En este ejemplo no se resuelve la ubicación de los centros de transformación.

7.4. Cálculo de la sección de las líneas de distribución en alta tensión

Datos	Proceso	Tabla	Resultados
Tipo: Unipolar. Aislamiento: Seco de polietileno reticulado.	Cálculo por potencia máxima admisible $P = P_1 C_1 C_2$		
	$P_1 = 250 \text{ kVA} \times 6 = 1.500 \text{ kVA}$		$P_1 = 1.500 \text{ kVA}$
Tensión de la línea: $U_n = 20 \text{ kV}$	C_1	3	$C_1 = 0,8$
Tensión del cable: 12/20 kV	C_2	4	$C_2 = 1,250$; luego $P = 1.500 \text{ kW}$
Conductores en el interior de tubos.	Sección S en mm^2	5	$S = 50 \text{ mm}^2$
Número de centros por línea: 6.	Cálculo por potencia de cortocircuito Cálculo por caída de tensión $M < 9.000 \text{ kW} \times \text{km}$	6 No es necesario	$S = 95 \text{ mm}^2$ Caída de tensión $< 5\%$
			Sección S definitiva = 95 mm^2

7.5. Cálculo del diámetro D de los tubos de protección de las líneas de distribución en alta tensión

Datos	Tabla	Resultados
Sección $S = 95 \text{ mm}^2$ Tensión $U = 12/20 \text{ kV}$	9	$D = 150 \text{ mm}$

7.6. Cálculo de la sección de las líneas de distribución en baja tensión

En este ejemplo solamente se calcula la línea L_1 del centro de transformación CTS.

Datos	Proceso	Tabla	Resultados
$P = 48 \text{ kW}$ Línea en el interior de los tubos	Cálculo por potencia máxima admisible $P_1 = P/C_1$ $P_1 = 48 \text{ kW}$ C_2 $P_1^1 = 48 \text{ kW}$ Sección S	10 11	1,0 Conductores de fase 50 mm^2 Neutro 25 mm^2
Longitudes $l_0 = 0,025 \text{ km}$ $l_1 = 0,050 \text{ km}$ $l_2 = 0,060 \text{ km}$ $l_3 = 0,058 \text{ km}$ $l_4 = 0,065 \text{ km}$ $l_5 = 0,060 \text{ km}$ $l_6 = 0,055 \text{ km}$	Potencias $P_1 = 8 \text{ kW}$ $P_2 = 8 \text{ kW}$ $P_3 = 8 \text{ kW}$ $P_4 = 8 \text{ kW}$ $P_5 = 8 \text{ kW}$ $P_6 = 8 \text{ kW}$		
	Cálculo en función del momento eléctrico máximo: $M = 0,025 \times 56 + 0,050 \times 48 + 0,060 \times 40 + 0,058 \times 32 + 0,065 \times 24 + 0,060 \times 16 + 0,055 \times 8$ $M = 11,01 \text{ kW} \times \text{km}$		
	Sección S de los conductores de fase Sección S del Neutro	13 11	$S = 95 \text{ mm}^2$ $S = 50 \text{ mm}^2$
	Conclusión		Sección S definitiva de los conductores: de fase 95 mm^2 Neutro 50 mm^2

7.7. Cálculo de la sección S de las líneas de alumbrado y el diámetro D del tubo protector

Se calcula solamente una línea que parte del centro de transformación CT6.

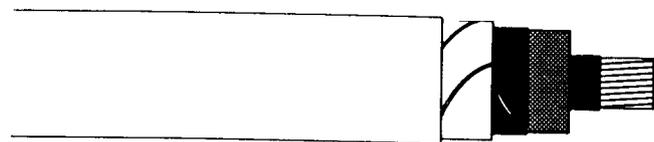
Datos	Tabla	Resultados
Número de luminarias: 6 Potencia de las lámparas: 250 W Separación entre luminarias: 40 m Separación entre la 1.ª luminaria y el centro de transformación: 200 m Potencia total: 1,5 kW Momento eléctrico: 0,81 kW/km	15	Sección S de los conductores de fase: 6 mm^2 Sección S del Neutro: 6 mm^2 Diámetro D del tubo protector: 60 mm



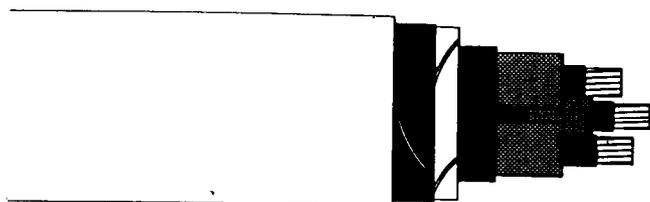
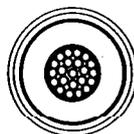
Construcción

1. Especificaciones

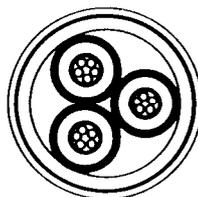
IER-1 Cable de aluminio aislado-Tipo-Aislamiento-U-S



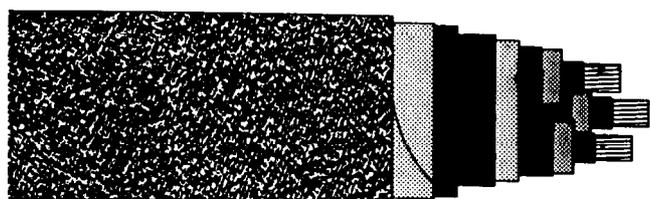
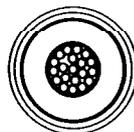
Unipolar



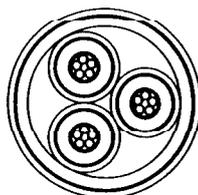
Tripolar
Aislamiento seco



Unipolar



Tripolar
Aislamiento impregnado



Los cables representados no presuponen tipo

Constituido por 1 ó 3 conductores, según sea el tipo Unipolar o Tripolar, cada uno de estos conductores estará formado por alambres de aluminio duro estirado en frío, cableados en capas concéntricas, alternando el sentido de cableado y siendo la última capa cableada a derechas.

Su aislamiento podrá ser:

- Aislamiento Seco a base de etileno-propileno o polietileno reticulado y cubiertas de cloruro de polivinilo con o sin armaduras.
- Aislamiento de papel impregnado a base de aceites y materias bituminosas con mezcla no migrante, bajo tubo protector de plomo, con o sin armaduras y cubiertas de polietileno, cloruro de polivinilo o cloropreno.

Tensión U, en kV:
8,7/15; 12/20; 18/30; 26/45

Sección S, en mm²:
50; 95; 150; 240; 400

En cuanto a su constitución, fabricación y denominación, se adaptará a lo especificado en las siguientes Normas UNE:

- Fabricación y constitución: UNE 21014.
- Aislamiento y denominación: UNE 21011 y 21024.

En el suministro se indicará:

- Clase de aislamiento, tensión nominal, sección, resistencia kilométrica en Ω /km, reactancia kilométrica en Ω /km, longitud y peso.
- Fecha de fabricación.
- Flecha indicativa de la dirección de desarrollado.

IER-2 Cable de aluminio aislado para tensión nominal 1.000 V-S



Alzado

El cable representado no presupone tipo



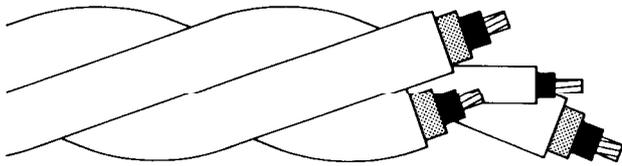
Sección

Conductor unipolar de aluminio con aislamiento de etileno-propileno o polietileno reticulado. Cubierta de cloruro de polivinilo.

Sección nominal S, en mm²:
50; 95; 150; 240.

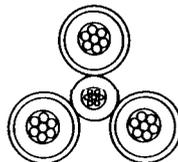
Se adaptará a lo especificado en la Recomendación UNESA 33048.

IER-3 Cable de aluminio en haz-S



Alzado

El cable representado no presupone tipo



Sección

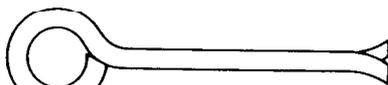
De aluminio.

Estará constituido por 3 conductores de fase y uno de neutro trenzados en haz, con aislamiento separado para 1.000 voltios a base de etileno propileno o polietileno reticulado, bajo cubierta separada de cloruro de polivinilo.

Sección nominal S en mm²:
25; 35; 50; 70; 95; 150.

Sección del neutro: 54,6 mm².

IER-4 Vástago de anclaje



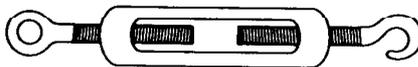
Alzado

El vástago representado no presupone tipo

De acero protegido contra la corrosión.

Estará dotado de patillas de anclaje y tendrá una longitud suficiente para conseguir una profundidad de anclaje no inferior a 15 cm.

IER-5 Tensor



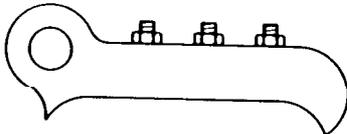
Alzado

El tensor representado no presupone tipo

De acero protegido contra la corrosión.

Estará dotado de sistema de regulación para los ganchos de fijación.

IER-6 Grapa de tensado



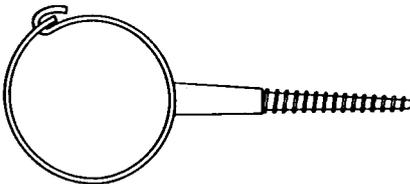
Alzado

La grapa representada no presupone tipo

De diseño adecuado a su función mecánica y eléctrica.

Estará protegida contra la corrosión. Tendrá una tensión mecánica no inferior al 90 % de la carga de rotura del cable fiador de neutro.

IER-7 Abrazadera de fijación



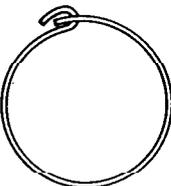
Alzado

Estará compuesto por cabeza y vástago.

La cabeza estará recubierta íntegramente con material aislante estable hasta +70° C, y estará dotada de sistema de ajuste.

El vástago estará protegido contra la corrosión y dotado de rosca madra.

IER-8 Abrazadera de suspensión



Alzado

Estará recubierta íntegramente con material aislante estable hasta +70° C.

Llevará incorporado sistema de ajuste.

Red exterior

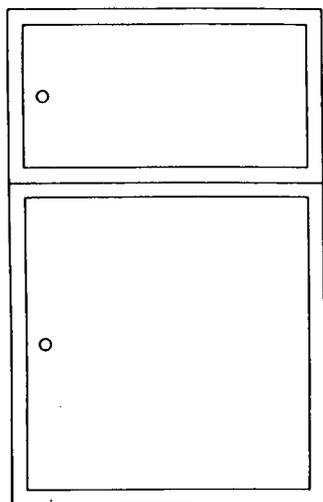


IER

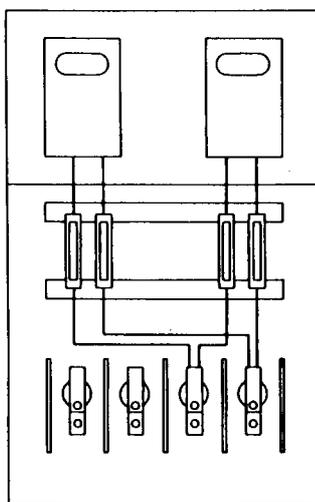
1984

Construcción

IER-9 Armario de acometida-N



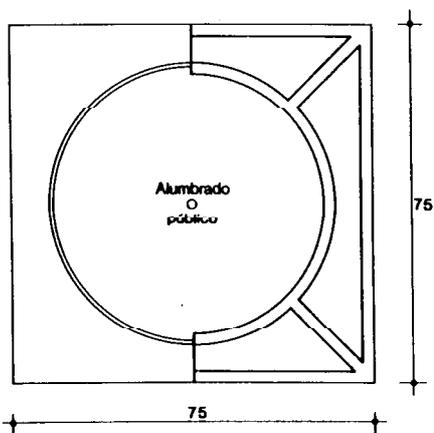
Alzado
El armario representado no presupone tipo



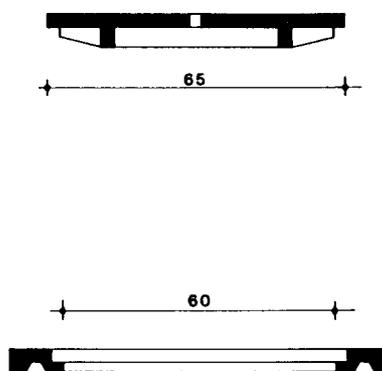
Sección

Prefabricado, de material aislante y no corrosivo. Estará dotado de un número N de entradas no superior a 4. Llevará incorporado sistema de fijación y corradura con llave.

IER-10 Tapa y cerco



Planta
El cerco y tapa representados no presuponen tipo



Sección cotas en cm

De fundición. Superficie exterior con dibujo de profundidad de 4 mm e interior con nervios de refuerzo. Tanto el cerco como la tapa serán cuadrados. La tapa llevará taladros para su levantamiento, así como la inscripción «Alumbrado Público». Dimensiones: 75 x 75 cm y hueco de paso no inferior a 60 cm. Espesor: 6 cm y peso no inferior a 150 kg.

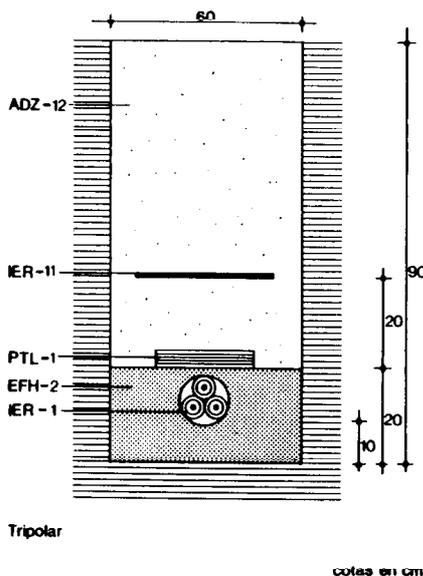
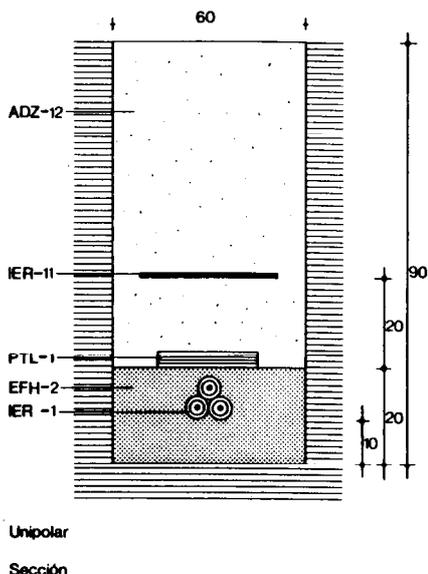
IER-11 Cinta de señalización



Sección

De polietileno. Color amarillo-anaranjado. Llevará inscripción que advierta la presencia de cables eléctricos. Se adaptará a lo especificado en la Recomendación UNESA 0205.

IER-12 Conducción de distribución en alta tensión enterrada-Tipo-S-U-Aislamiento-N



Unipolar
Sección

Tripolar

cotas en cm

IER-1

Cable de aluminio aislado. Se tenderán a lo largo de la zanja de 90 cm de profundidad y 60 cm de ancho, N ternas de cables unipolares o N cables tripolares, según el número de líneas que discurren por la zanja, de sección S y tensión U. Tipo y Aislamiento, según la Documentación Técnica. Cuando los cables sean unipolares, se arrollarán entre sí y se procederá a su encintado. Por una zanja y en el mismo plano horizontal podrán tenderse hasta 3 líneas; para mayor número de líneas se dispondrán en capas sucesivas separadas entre sí 0,25 m.

EFH-2

Aridos.

Relleno de arena de río en espesor de 20 cm para asiento de los conductores.

PTL-1

Ladrillo hueco sencillo. Se colocará una hilada por cada línea sobre el relleno de arena de río, con la dirección de sogá perpendicular al eje de la línea.

ADZ-12

Relleno de tierra con apisonado.

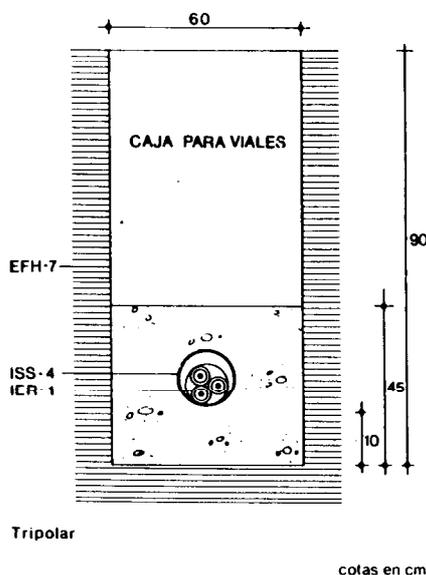
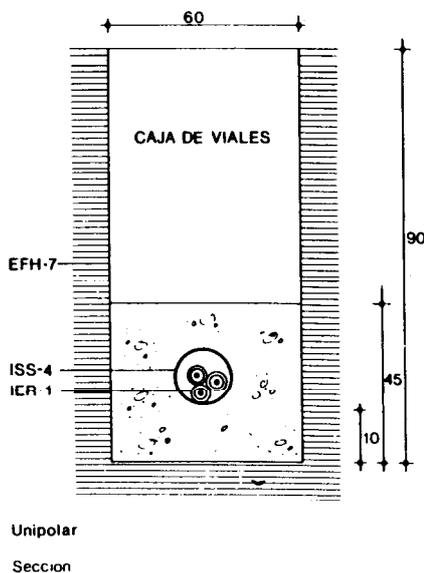
Relleno de zanja por tongadas de 20 cm de tierra exenta de áridos mayores de 4 cm y apisonada, hasta una altura de 90 cm. Se alcanzará una densidad seca, no menor del 95 % de la obtenida en el ensayo Próctor Normal.

IER-11

Cinta de señalización.

Se colocará a lo largo de toda la línea, a 20 cm sobre la hilada de ladrillos.

IER-13 Conducción reforzada de distribución en alta tensión enterrada-Tipo-S-U-Aislamiento-D-N



Unipolar
Sección

Tripolar

cotas en cm

IER-1

Cable de aluminio aislado. Se tenderán a lo largo de la zanja de 90 cm de profundidad y 60 cm de ancho, N ternas de cables tripolares, según el número de líneas que discurren por la zanja, de sección S, tensión U, Tipo y Aislamiento según la Documentación Técnica. Se introducirá cada línea en un tubo de protección. Cuando los cables sean unipolares, se arrollarán entre sí y se procederá a su encintado.

EFH-7

Hormigones.

En masa de resistencia característica 100 kg/cm². Se verterá primero en un espesor de 10 cm para asiento del cable con su tubo. Una vez colocado el tubo, se terminará de rellenar hasta una altura de 45 cm.

ISS-4

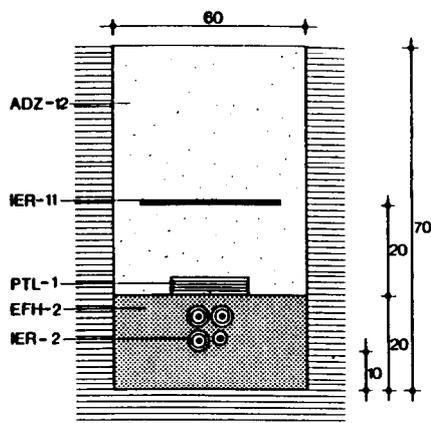
Tubo y piezas especiales de fibrocemento.

De diámetro D, según Documentación Técnica. Se colocarán sobre la primera capa de hormigón, tantos tubos como líneas discurren por la zanja.

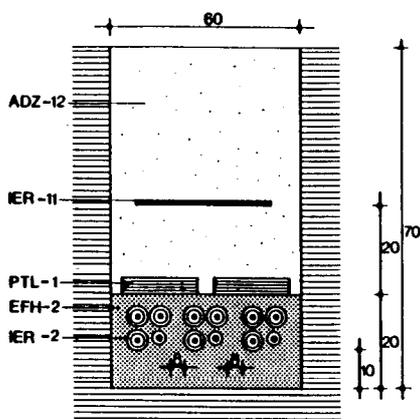


Construcción

IER-14 Conducción de distribución en baja tensión enterrada-S-N-n



Una línea
Sección



Varias líneas

cotas en cm

IER-2 Cable de aluminio para tensión nominal 1.000 V.

Se tenderán a lo largo de la zanja de 70 cm de profundidad y 60 cm de ancho, N grupos, según el número de líneas que discurren por la zanja, constituidos por n cables de fase de sección S y uno de neutro.

n: número de fases igual a 3 para conducción trifásica e igual a 1 para la monofásica.

Por una zanja y en el mismo plano horizontal podrán tenderse hasta 3 líneas; para mayor número de líneas se dispondrán en capas sucesivas, separadas entre sí 0,20 m.

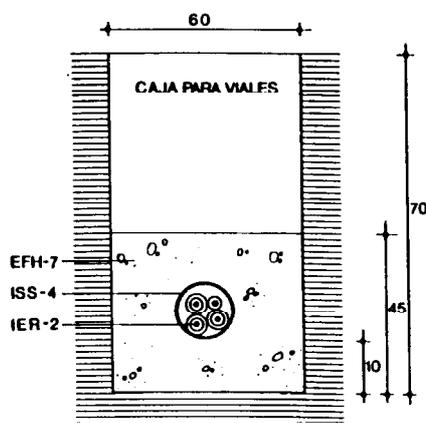
EFH-2 Áridos.
Relleno de arena de río en espesor de 20 cm para asiento de los cables.

PTL-1 Ladrillo hueco sencillo.
Se colocará una hilada de ladrillo hueco sencillo sobre el relleno de arena de río, con la dirección de soga perpendicular al eje de los cables.

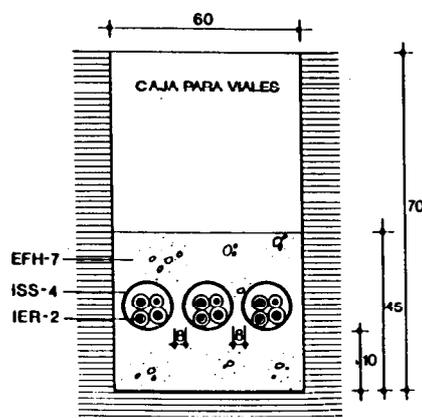
ADZ-12 Relleno de tierra con apisonado.
Relleno de zanja por tongadas de 20 cm de tierra exenta de áridos mayores de 4 cm y apisonada, hasta una altura de 70 cm.
Se alcanzará una densidad seca, no inferior al 95 % de la obtenida en el ensayo Práctor Normal

IER-11 Cinta de señalización.
Se colocará a todo lo largo de la línea, a 20 cm sobre la hilada de ladrillos.

IER-15 Conducción reforzada de distribución en baja tensión enterrada-S-D-N-n



Una Línea
Sección



Varias Líneas

cotas en cm

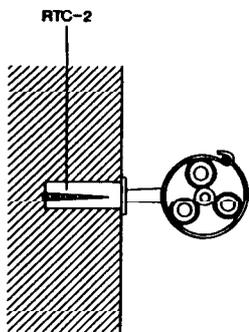
IER-2 Cable de aluminio aislado para tensión nominal 1.000 V.

Se tenderán a lo largo de la zanja de 70 cm de profundidad y 60 cm de ancho, N grupos, según el número de líneas que discurren por la zanja, constituidos por n cables de fase de Sección S y uno de neutro y se introducirá cada línea en un tubo protector.

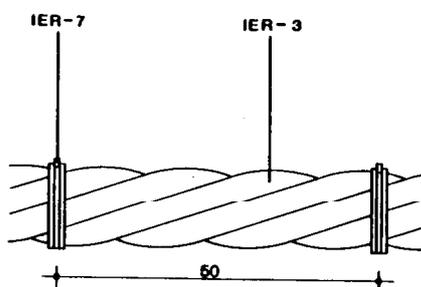
n: número de fases igual a 3 para la conducción trifásica e igual a 1 para la monofásica.

EFH-7 Hormigones.
En masa de resistencia característica 100 kg/cm².
de 10 cm para asiento del cable.
Una vez colocado el tubo, se terminará de rellenar hasta una altura de 45 cm.

ISS-4 Tubo y piezas especiales de fibrocemento.
De diámetro D, según Documentación Técnica.
Se colocarán sobre la primera capa de hormigón tantos tubos como líneas discurren por la zanja.



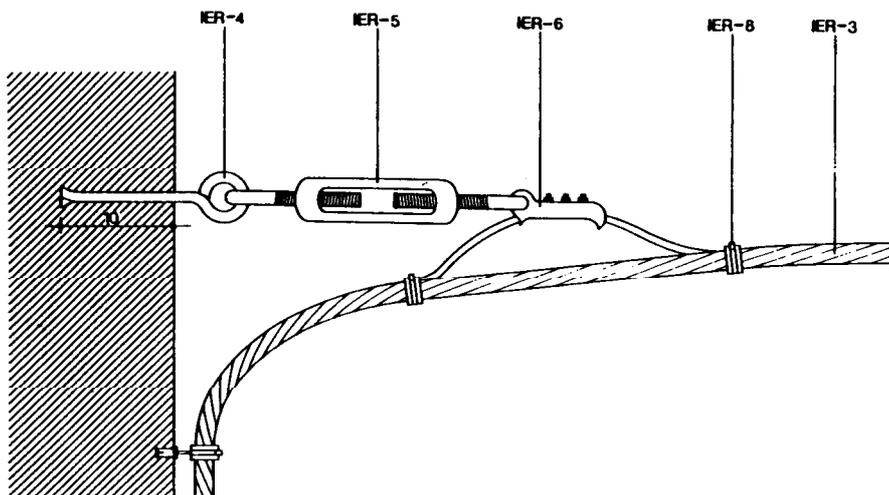
Sección



Alzado

cotas en cm

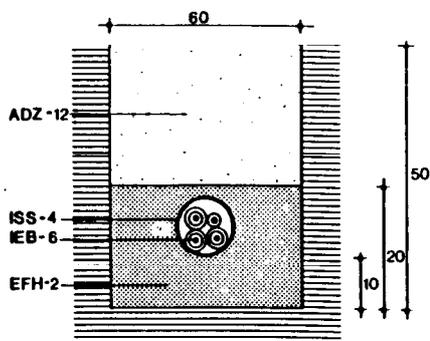
IER-17 Línea de distribución en baja tensión aérea y tensada-S



Sección

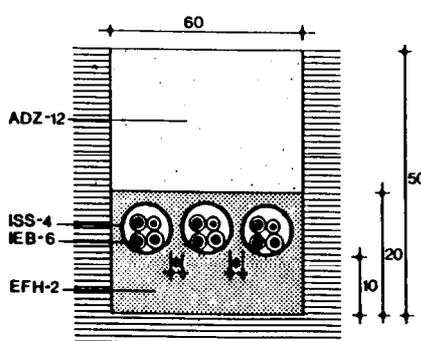
cotas en cm

IER-18 Conducción de alumbrado-S·D·N



Una Línea

Sección



Varias Líneas

cotas en cm

IER-3 Cable de aluminio.
De sección S, según Documentación Técnica, se tenderá a lo largo del paramento, fijado a éste.
RTC-2 Taco de fijación.
De diámetro 8 mm, se introducirá en un orificio practicado previamente.
IER-7 Abrazadera de fijación.
Se introducirá por rotación en el taco de fijación y recogerá en la cabeza el cable en haz. Se colocará una cada 50 cm.

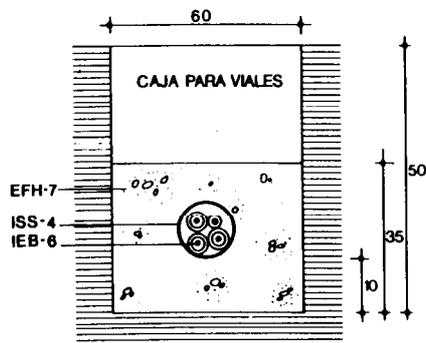
IER-4 Vástago de anclaje.
Se recibirá al paramento con una profundidad de anclaje no inferior a 10 cm.
IER-5 Tensor.
Se unirá por un extremo al vástago de anclaje y por el otro al ojal de la grapa de tensado.
IER-6 Grapa de tensado.
Unida al tensor, abrazará al filador de neutro del cable en haz.
IER-3 Cable de aluminio en haz.
De sección S, según Documentación Técnica, se tenderá sujeto a las grapas de tensado por el neutro y se procederá a su tensado.
IER-8 Abrazadera de suspensión.
Se colocarán ajustadas y rodeando al cable en haz, 2 grapas, una a cada lado del tensor.

IEB-6 Conductor aislado para tensión nominal 1.000 V.
Se tenderán a lo largo de la zanja de 50 cm de profundidad y 60 cm de ancho, N grupos, según el número de líneas que discurran por la zanja, constituidos por 3 cables de la sección S y se introducirá cada línea en un tubo protector. Por una zanja y en el mismo plano horizontal podrán tenderse hasta 3 líneas; para mayor número de líneas se dispondrán en capas sucesivas, separadas entre sí 0,20 m.
EFH-2 Áridos.
Relleno de arena de río en espesor de 20 cm para asiento del tubo.
ADZ-12 Relleno de tierra con tongadas de 20 cm de tierra y apisonada, hasta una altura de 50 cm.
Se alcanzará una densidad seca, no menor del 95 % de la obtenida en el ensayo Próctor Normal.
ISS-4 Tubo y piezas especiales de fibrocemento.
De diámetro D, según Documentación Técnica.
Se colocarán sobre la primera capa de arena, tantos tubos como líneas discurran por la zanja.

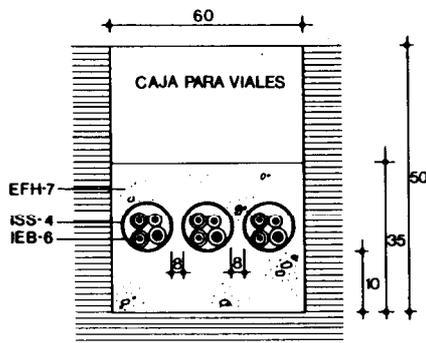


Construcción

IER-19 Condición reforzada de alumbrado-S·D·N



Una Línea
 Sección



Varias Líneas

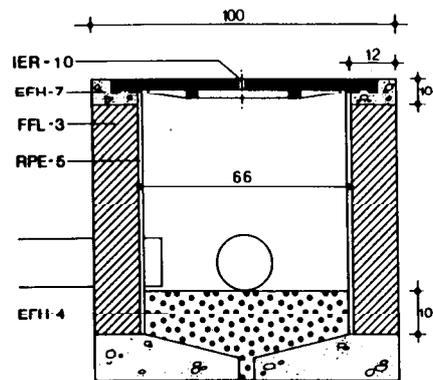
cotas en cm

IEB-6 Conductor aislado para tensión nominal 1.000 V.
 Se tenderán a lo largo de la zanja de 50 cm de profundidad y 60 cm de ancho, N grupos, según el número de líneas que discurran por la zanja, constituidos por 3 cables de fase y uno de neutro, de Sección S y se introducirá cada línea en un tubo protector.

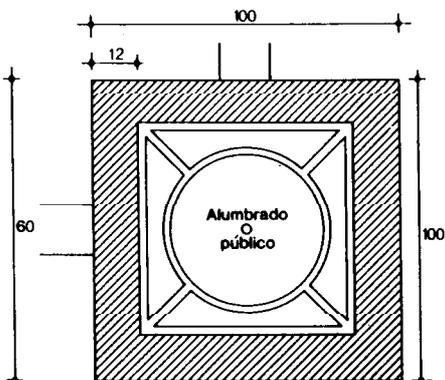
EFH-7 Hormigones.
 En masa de resistencia característica 100 kg/cm².
 Se verterá primero en un espesor de 10 cm para asiento del cable.
 Una vez colocado el tubo, se terminará de rellenar hasta una altura de 35 cm.

ISS-4 Tubo y piezas especiales de fibrocemento.
 De diámetro D, según Documentación Técnica.
 Se colocarán sobre la primera capa de hormigón, tantos tubos como líneas discurran por la misma zanja.

IER-20 Arqueta de alumbrado



Sección



Planta

cotas en cm

EFH-7 Hormigones.
 De resistencia característica 175 kg/cm² en coronación de muro, y de resistencia característica 100 kg/cm² en solera de 10 cm de espesor.

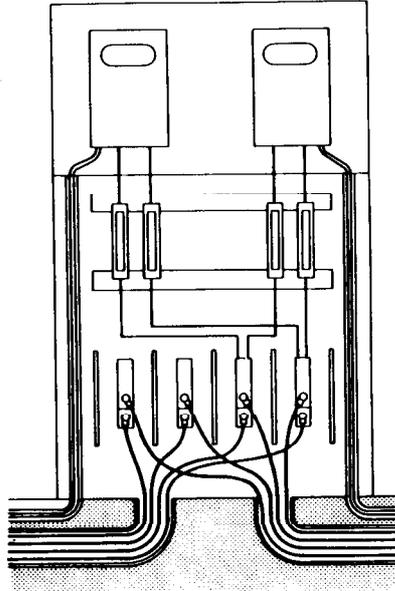
FFL-3 Fábrica de ladrillo.
 De 12 cm de espesor, de ladrillo macizo R-100 kg/cm² con juntas de mortero M-40 de 10 mm de espesor.

RPE-5 Enfoscado sin maestrear de paredes.
 Con mortero 1:3 de 15 mm de espesor y con acabado bruñido. Angulos redondeados.

EFH-4 Grava.
 Relleno del fondo de la arqueta hasta una altura de 10 cm con grava de tamaño no superior a 3 cm.

IER-10 Tapa para arqueta de alumbrado.
 Se recibirá mediante sus patillas de anclaje a la coronación de la arqueta. La tapa quedará enrasada con el pavimento.

Armario de acometida.
Se fijará mediante el sistema indicado por el fabricante al paramento o directamente al terreno y se conectará con la línea de baja tensión.



Sección

2. Condiciones generales de ejecución

El tendido de los conductores, se realizará a lo largo de la zanja, respetando los siguientes radios de curvatura expresados en mm:

Tipo de cable	Radio mínimo de curvatura
Unipolar	15 D
Tripolar	12 D

Siendo D el diámetro exterior del cable en mm.

Cuando sea necesaria la tracción del cable, siempre se hará sobre la cuerda de aluminio y, nunca sobre el aislamiento y con un esfuerzo máximo no superior a 6 kg/mm², comprobado con dinamómetro.

Cuando la instalación sea a base de conductores con aislamiento de papel impregnado, el tendido se suspenderá cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0° C. o bien se procederá al calentamiento del cable.

3. Condiciones de seguridad en el trabajo

Durante el proceso de excavación de zanjas y pozos se procederá a la entibación de estos cuando superen la profundidad de 1,30 m y anchura inferior a 2/3 de su profundidad.

Cuando se efectúen voladuras para la excavación, se tomarán las precauciones necesarias, de acuerdo con la legislación vigente. Las zanjas y pozos se mantendrán libres de agua, disponiéndose en la obra los medios necesarios para bombeo.

Cuando se prevea en la zona la existencia de otros servicios, se localizará su trazado y se solicitará su puesta fuera de servicio si fuese necesario.

El material procedente de la excavación se apilará a un borde de la zanja o pozo y alejado de éste.

Cuando los trabajos se realicen en zonas habitadas en el borde libre, se dispondrá una valla a lo largo de la zanja, así como paralelas de cruce protegidas con quitamiedos y no distantes entre sí más de 50 m.

Si se atravesasen vías con tráfico rodado, las zanjas se realizarán en dos mitades compactando una mitad antes de excavar la otra.

En todos los casos se iluminará y señalizará convenientemente. Durante los trabajos con utilización de plumas, gruas, etc., con proximidad a una línea aérea de alta tensión, se marcarán distancias de seguridad a ésta no inferiores a las siguientes:

Tensión < 66 kV: 4 m
Tensión ≥ 66 kV: 6 m

Las conexiones se realizarán siempre sin tensión en las líneas.

Cuando se utilicen herramientas eléctricas éstas estarán dotadas de grado de aislamiento II o estarán alimentadas a tensión inferior a 50 V, mediante transformador de seguridad.

En el lugar de trabajo se encontrarán siempre dos operarios como mínimo. Se cumplirán además todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



Control

1. Materiales y equipos de origen industrial

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones funcionales y de calidad fijadas en la 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

- IER- 1 Conductor de aluminio aislado
- IER- 2 Conductor de aluminio aislado para tensión 1.000 V
- IER- 3 Cable de aluminio en haz
- IER- 4 Vástago de anclaje
- IER- 5 Tensor
- IER- 6 Grapa de tensado
- IER- 7 Abrazadera de fijación
- IER- 8 Abrazadera de suspensión
- IER- 9 Armario de acometida
- IER-10 Tapa y cerco
- IER-11 Cinta de señalización

Normas UNE

- UNE 21011; 21014; 21024
- UNE 21018 y 21019
- UNE 21018 y 21019

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial y certificado de homologación si procede, 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	Condiciones de no aceptación
IER-12 Condición de distribución en alta tensión enterrada-Tipo S-U-Aislamiento N	Dimensiones de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	Profundidad inferior a 0,90 m. Anchura inferior a la especificación en 5 cm
	Características de los cables	Uno cada 100 m de una misma línea	Características de los cables distintas de lo especificado
	Relleno de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	En el relleno se encuentran áridos de diámetro superior a 5 cm
IER-13 Conducción reforzada de distribución en alta tensión enterrada-Tipo S-U-Aislamiento-D-N	Dimensiones de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	Profundidad inferior a 0,90 m. Anchura inferior a la especificación en 5 cm
	Características de los cables	Uno cada 100 m de una misma línea	Características de los cables distintas de lo especificado
	Relleno de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	En el relleno se encuentran áridos de diámetro superior a 5 cm
	Tubo protector	Uno cada 100 m de una misma línea	Diámetro del tubo inferior al especificado

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación
IER-14 Conducción de distribución en baja tensión enterrada-S·N·n	Dimensiones de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	Profundidad inferior a 0,70 m. Anchura inferior a la especificada en 5 cm
	Características de los cables	Uno cada 100 m de una misma línea	Características de los cables distintas de lo especificado
	Relleno de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	En el relleno se encuentran áridos de diámetro superior a 5 cm
IER-15 Conducción reforzada de distribución en baja tensión enterrada-S·D·N·n	Dimensiones de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	Profundidad inferior a 0,70 m. Anchura inferior a la especificada en 5 cm
	Características de los cables	Uno cada 100 m de una misma línea	Características de los cables distintas de lo especificado
	Relleno de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	En el relleno se encuentran áridos de diámetro superior a 5 cm
	Tubo protector	Uno cada 100 m de una misma línea	Diámetro del tubo inferior al especificado
IER-16 Línea de distribución en baja tensión, aérea por fachada-S	Características del cable en haz	Uno cada 100 m de una misma línea	Sección S inferior a la especificada
	Abrazadera de fijación	Uno cada 100 m de una misma línea	Colocación deficiente. Separación entre abrazaderas superior a 60 cm
IER-17 Línea de distribución en baja tensión, aérea y tensada-S	Características del cable en haz	Uno cada línea	Sección S distinta a la especificada
	Fijación al paramento	Uno cada línea	Fijación del vástago al paramento deficiente
	Ajuste de la grapa de tensado	Uno cada línea	Ajuste de la grapa de tensado al neutro fiador deficiente
IER-18 Conducción de alumbrado-S·D·N	Dimensiones de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	Profundidad inferior a 0,50 m. Anchura inferior a la especificada en 5 cm
	Características de los cables	Uno cada 100 m de una misma línea	Características de los cables distintas de lo especificado
	Tubo protector	Uno cada 100 m de una misma línea	Diámetro del tubo inferior al especificado
IER-19 Conducción reforzada de alumbrado-S·D·N	Dimensiones de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	Profundidad inferior a 0,50 m. Anchura inferior a la especificada en 5 cm
	Características de los cables	Uno cada 100 m de una misma línea	Características de los cables distintas de lo especificado
	Relleno de la zanja	Uno cada 100 m de una misma línea	No se ha vertido hormigón, o la altura de la capa es inferior a 0,40 m
	Tubo protector	Uno cada 100 m de una misma línea	Diámetro del tubo inferior al especificado

Red exterior



IER

1984

Control

Especificación	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación
IER-20 Arqueta de alumbrado	Dimensiones de la arqueta	Uno cada cuatro	Diferencias superiores a ± 5 cm
IER-21 Armario de acometida instalado-N	Enrase de la tapa con el pavimento	Uno cada cuatro	Variaciones superiores a ± 5 mm
	Fijación al paramento o al terreno	Uno cada 10 armarios	Fijación deficiente
	Conexión con la línea de distribución en baja tensión	Uno cada 10 armarios	No se han efectuado las conexiones o éstas son deficientes

3. Prueba de servicio

Debido a la imposibilidad de funcionamiento independiente de las líneas consideradas en esta NTE, y siendo necesaria la instalación de Centros de Reparto, Transformación, Subestaciones, etc., con sus aparellajes y protecciones correspondientes, la prueba de servicio se realizará con toda la instalación completa y se efectuará según la NTE-IET: Instalaciones de Electricidad, Centros de Transformación, y de acuerdo con los reglamentos del Ministerio de Industria y Energía.

4. Criterio de medición

Especificación	Unidad de medición	Forma de medición
IER-12 Conducción de distribución en alta tensión enterrada-Tipo S·U·Aislamiento·N	m de conducción	Longitud de los conductores de iguales características
IER-13 Conducción reforzada de distribución en alta tensión enterrada-Tipo S·U·Aislamiento·D·N	m de conducción	Longitud de los conductores de iguales características
IER-14 Conducción de distribución en baja tensión enterrada-S·N·n	m de conducción	Longitud de los conductores de iguales características
IER-15 Conducción reforzada de distribución en baja tensión enterrada-S·D·N·n	m de conducción	Longitud de los conductores de iguales características
IER-16 Línea de distribución en baja tensión, aérea por fachada-S	m de línea	Longitud de los conductores de iguales características
IER-17 Línea de distribución en baja tensión, aérea y tensada-S	m de línea	Longitud de los conductores de iguales características
IER-18 Conducción de alumbrado-S·D·N	m de conducción	Longitud de los conductores de iguales características
IER-19 Conducción reforzada de alumbrado-S·D·N	m de conducción	Longitud de los conductores de iguales características
IER-20 Arqueta de alumbrado	ud	Unidad completa instalada
IER-21 Armario de acometida instalado-N	ud	Unidad completa instalada

Red exterior



IER

1984

Valoración

1. Criterios 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, una vez sustituidos los parámetros por sus valores numéricos. En los precios unitarios irán incluidos, además de los conceptos que se expresan en cada caso, la mano de obra directa e indirecta, las obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.

La valoración dada se referirá a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición
IER-12 Conducción de distribución en alta tensión enterrada-Tipo-S·U·Aislamiento·N Incluso excavación y relleno de zanja; n es el número de conductores que componen la línea (1 ó 3), según que el cable sea unipolar o tripolar; N es el número de líneas que discurren por la zanja	m		
	m	IER- 1	n·N
	m ³	EFH- 2	0,12
	ud	PTL- 1	8(N-1)
	m ³	ADZ-12	0,42
	m	IER-11	1
IER-13 Conducción reforzada de distribución en alta tensión enterrada-Tipo-S·U·Aislamiento·D·N Incluso excavación y relleno de zanja; n es el número de conductores que componen la línea (1 ó 3), según que el cable sea unipolar o tripolar; N es el número de líneas que discurren por la zanja.	m		
	m	IER- 1	n·N
	m ³	EFH- 7	0,27
	m	ISS- 4	N
IER-14 Conducción de distribución en baja tensión enterrada-S·N·n Incluso excavación y relleno de la zanja; S es la sección de los conductores de fase; S ₁ es la sección del conductor de neutro; N es el número de líneas que discurren por la zanja; n es el número de fases de cada línea.	m		
	m	IER-2S	N·n
	m	IER-2S ₁	N
	m ³	EFH-2	0,12
	ud	PTL- 1	8(N-1)
	m ³	ADZ-12	0,30
	m	IER-11	1
IER-15 Conducción reforzada de distribución en baja tensión enterrada-S·D·N·n Incluso excavación y relleno de la zanja; S es la sección de los conductores de fase y S ₁ es la sección del conductor de neutro; N es el número de líneas que discurren por la zanja; n es el número de fases de cada línea.	m		
	m	IER-2S	N·n
	m	IER-2S ₁	N
	m ³	EFH-7	0,27
	m	ISS-4	N
IER-16 Línea de distribución en baja tensión, aérea por fachada-S Incluso recibido de tacos y abrazaderas.	m		
	m	IER- 3	1
	ud	RTC- 2	2
	ud	IER- 7	2

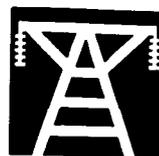
Especificación	Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
IER-17 Línea de distribución en baja tensión, aérea y tensada-S	m		
Incluso fijación del vástago y tensado; L es la longitud del vano	ud	IER- 4	L
	ud	IER- 5	2
	ud	IER- 6	2
	m	IER- 3	2
	ud	IER- 8	4
IER-18 Conducción de alumbrado-S·D·N	m		
Incluso tendido y conexión en el interior del báculo o poste; S ₁ es la sección del conductor de neutro; N es el número de líneas que discurren por la zanja	m	IEB-65	3 N
	m	IEB-6S ₁	N
	m ³	EFH-2	0,12
	m ³	ADZ-12	0,18
	m	ISS-4	N
IER-19 Conducción reforzada de alumbrado-S·D·N	m		
Incluso tendido y conexión en el interior del báculo o poste; S es la sección de los conductores de fase; S ₁ es la sección del conductor de neutro; N es el número de líneas que discurren por la zanja	m	IEB-6S	3
	m	IEB-6S ₁	1
	m ³	EFH-7	0,21
	m	ISS-4	N
IER-20 Arqueta de alumbrado	ud		
Incluso excavación, vertido de hormigón y recibido de la tapa.	m ³	FFH-7	0,065 (de Fck = 175 kg/cm ²)
	m ³	EFH-7	0,10 (de Fck = 100 kg/cm ²)
	m ²	FFL-3	1,60
	m ²	RPE-5	1,20
	m ³	EFH-4	0,085
	ud	ICR-10	1
IER-21 Armario de acometida instalada-N	ud		
Incluso fijación y conexión	ud	IER-9	1

2. Ejemplo

IER-12 Línea de distribución en alta tensión subterránea unipolar · 150 · 12/20 · Aislamiento seco · 1

Datos:
 Tipo unipolar
 S = 150 mm²
 U = 12/20 kV
 Aislamiento seco
 N = 1

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición	Precio unitario	Coefficiente de medición	
m	IER- 1	x 3	= 949	x 3	- 2.847
m ³	EFH- 2	x 0,12	= 474	x 0,12	- 57
ud	PTL- 1	x 8	= 4	x 8	- 32
m ³	ADZ-12	x 0,42	= 645	x 0,42	- 271
m	IER-11	x 1	= 78	x 1	- 78
Total pta/m					3.205

**Mantenimiento****1. Criterio de mantenimiento**

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, los esquemas y planos definitivos del montaje, con indicación de los datos referentes a los valores de resistencia a tierra, obtenidos en las mediciones efectuadas, así como los correspondientes a potencias máximas de utilización y márgenes de aplicación se hubiesen sido tenido en cuenta en el proyecto.

En esta documentación entregada a la propiedad, figurará la razón social de la empresa instaladora y su domicilio social.

No podrá modificarse la instalación sin la intervención de un técnico competente y siempre previa aprobación del proyecto presentado al órgano competente en materia de instalaciones eléctricas del Organismo Autónomo correspondiente, debiendo, en cualquier caso, estar de acuerdo las modificaciones con las normas del Ministerio de Industria y Energía.

Especificación

IER-12 Conducción de distribución en alta tensión enterrada-Tipo-S·U-Aislamiento-N

IER-16 Línea de distribución en baja tensión, aérea por fachada-S

IER-17 Línea de distribución en baja tensión, aérea y tensada-S

IER-18 Conducción de alumbrado-S·D·N

IER-20 Arqueta de alumbrado

IER-21 Armario de acometida instalado-N

Utilización, entretenimiento y conservación

Cada tres años, como plazo máximo, se comprobarán la continuidad y el aislamiento de los conductores, así como sus conexiones. Se repararán los defectos encontrados.

Las especificaciones IER-13, IER-14 e IER-15, tendrán idénticos criterios de utilización, entretenimiento y conservación.

Cada año se comprobará la continuidad y el aislamiento de los conductores, así como sus conexiones y fijación al paramento. Se repararán los defectos encontrados.

Cada año se comprobará la continuidad y el aislamiento de los conductores, así como sus conexiones, estado del fiador de neutro y del amarre al tensor. Se repararán los defectos encontrados.

Cada año se comprobará la continuidad del aislamiento de los conductores, así como sus conexiones. Se repararán los defectos encontrados.

La especificación IER-19, tendrá idénticos criterios de utilización, entretenimiento y conservación.

Una vez al año se limpiará y se comprobarán las conexiones.

Cada dos años se comprobarán las conexiones, así como los fusibles cortacircuitos. Se repararán los defectos encontrados.

Todos los trabajos de mantenimiento se efectuarán sin tensión en las líneas, no poniéndose éstas en funcionamiento de nuevo hasta la comprobación de ausencia de operarios en las proximidades de las mismas.