

1983

**Diseño****1. Ambito de aplicación**

Instalaciones para reducción de la tensión de las líneas de distribución en alta tensión consideradas en la NTE-IER a 220/380 V, y distribución de la energía hacia las líneas de distribución en baja tensión consideradas en dicha norma. Las potencias de los centros de transformación considerados, son exclusivamente 250 kVA, 400 kVA y 800 kVA.

**2. Información previa****Geotécnica**

Estudio de la naturaleza del terreno hasta una profundidad de 2 m, con indicación del nivel freático existente en la zona.

**Urbanística**

Plano y documentación del Planeamiento existente y en especial de zonificación, red viaria y servicios previstos.

**De infraestructura**

Mediante consulta en la NTE-IER: «Instalaciones de Electricidad. Red exterior», se indicará:

- Trazado de la red de distribución y de la red de alumbrado público.
- Potencia y ubicación prevista de los centros de transformación.
- Potencia de cortocircuito de la red de distribución.
- Tensión nominal y sección de las líneas de distribución en alta tensión.
- Número de líneas de distribución en baja tensión que parten de cada centro de transformación.
- Potencia y sección de cada una de estas líneas de distribución en baja tensión.

Mediante consulta a la Compañía Suministradora:

- Intensidad máxima de defecto a tierra de la línea de distribución en alta tensión, que alimenta a cada centro de transformación.

Trazado de la red general de alcantarillado.

**Legal**

Reglamentos e Instrucciones complementarias del Ministerio de Industria y Energía.

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 por la Dirección General de la Energía, o, en su defecto, publicadas por los Servicios de Normalización de las propias Compañías.

Acuerdos entre Compañías Suministradoras de distintos servicios.

**3. Criterios de diseño****Situación**

A efectos de esta norma, los centros de transformación, atendiendo a su ubicación podrán ser de dos clases:

- Interiores.
- Exteriores.

La ubicación de los centros de transformación, establecida en la Norma NTE-IER «Instalaciones de Electricidad. Red exterior», determina la clase de centro a utilizar en cada caso.

**Centro de transformación interior**

Es aquel que se aloja en el interior de un edificio destinado a otros fines en local situado en planta baja, reservado exclusivamente para su instalación.

**Centro de transformación exterior**

Es aquel situado en espacios abiertos entre edificios, zonas ajardinadas, etc., en local construido especialmente para su instalación, pudiendo ser de los siguientes tipos: de superficie, semienterrados o subterráneos.

La decisión sobre el tipo a emplear estará condicionada por la normativa urbanística vigente y la disponibilidad de espacios para su construcción que tengan accesibilidad para las tareas de explotación de la red eléctrica interior.

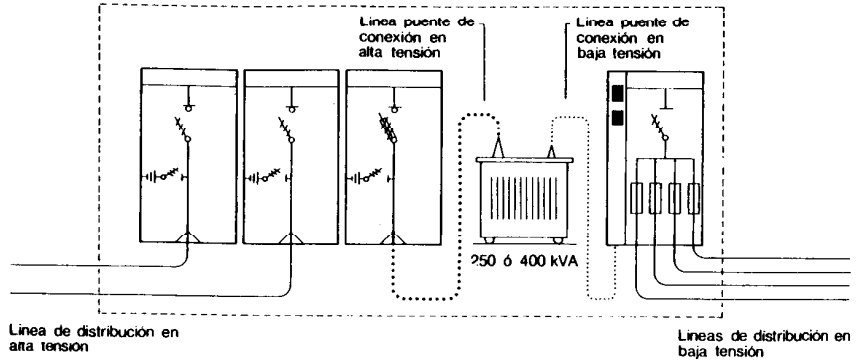
**Tipología**

A efectos de esta NTE, se establece la siguiente tipología de centros de transformación, en función del número de transformadores:

- Equipo transformador sencillo.
- Equipo transformador doble.

Estos equipos estarán constituidos por los elementos señalados en los esquemas:

## Equipo transformador sencillo



## Equipo transformador doble

Simbología:



Celda de línea en alta tensión



Celda de protección



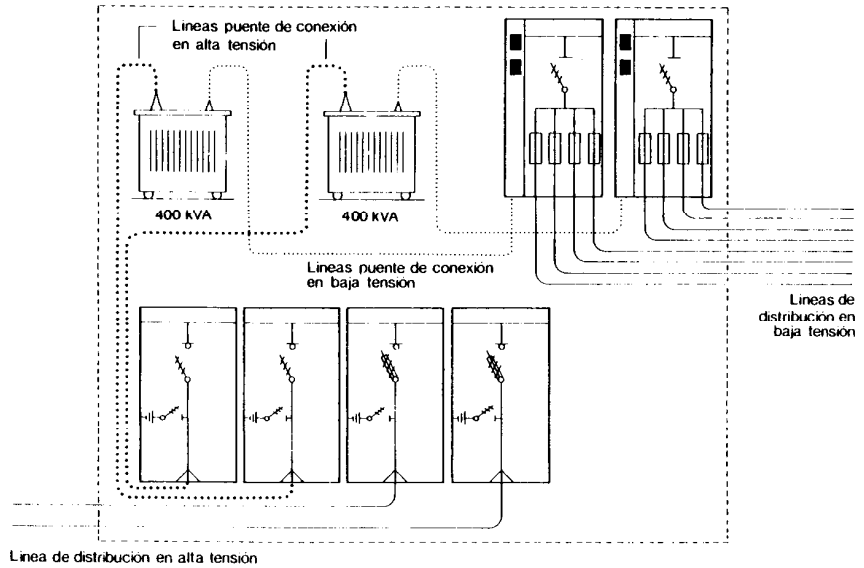
Cuadro de distribución en baja tensión



Transformador

----- Línea puente de conexión en alta tensión

----- Línea puente de conexión en baja tensión



## Características generales de los locales

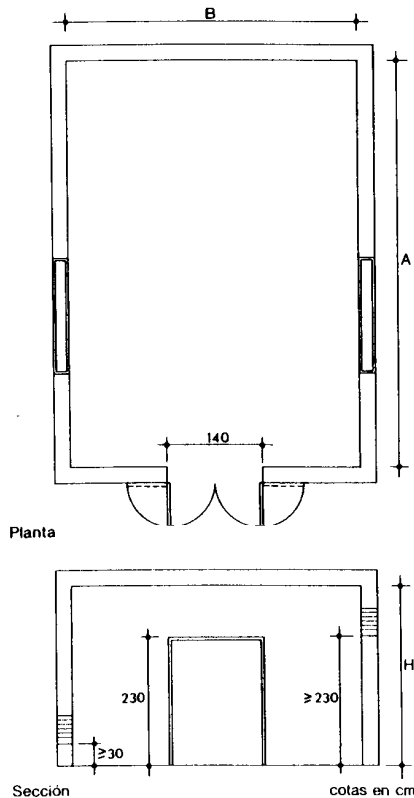
- El local no albergará en su interior ninguna instalación ajena a su función.
- Las condiciones de estanquidad al agua de paredes, techos, cubierta y suelo serán análogas a las de un edificio destinado a vivienda.
- Se dispondrá un acceso libre e inmediato al centro desde el exterior para el personal de la Empresa Suministradora, que permita el paso de vehículos para carga y descarga de materiales.
- El piso (forjado o solera) estará calculado para una sobrecarga de 3.500 kg/m<sup>2</sup>, uniformemente repartida.
- Debajo de cada transformador se construirá un pozo de dimensiones en planta, en cm, 140 × 90 y profundidad no inferior a 50 cm, para recogida de eventuales pérdidas del líquido refrigerante, y que se conectará a un pozo de recogida, que en ningún caso debe estar conectado al alcantarillado.
- El local estará defendido contra la entrada de agua exterior, sobreelévandose al menos 30 cm sobre el nivel freático en los locales de superficie o protegiéndose mediante drenajes e impermeabilización en los cerramientos. En cualquier caso junto a la entrada se dispondrá una arqueta sumidero conectada al saneamiento.
- El local tendrá un nivel de iluminación mínimo de 150 lux, conseguido al menos con dos puntos de luz, con interruptor, junto a la entrada, y una base de enchufe.

## Dimensiones y accesos

Las dimensiones interiores mínimas de los locales destinados a centros de transformación, sin incluir los espacios de acceso, se dan en el cuadro siguiente, en función del tipo de equipo y de la tensión nominal de la línea de distribución en alta tensión que alimenta al centro.

Tipo de equipo transformador	Tensión nominal U de la línea de distribución en alta tensión	Dimensiones mínimas en cm		
		A	B	H
Sencillo	< 20 kV	420	540	280
	20 < U ≤ 30 kV	480	600	360
Doble	< 20 kV	420	600	280
	20 < U ≤ 30 kV	480	720	360

## Diseño

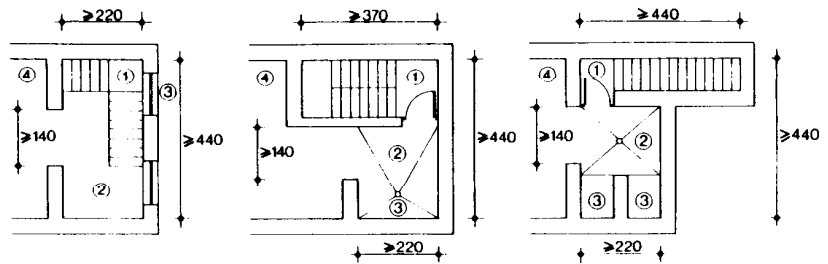


Los locales para centros interiores y exteriores de superficie tendrán una puerta de acceso que abrirá hacia el exterior, de 2,30 m de altura y 1,40 de anchura, como mínimo.

Los locales exteriores de superficie tendrán al menos una fachada lindante con la vía pública. La distancia horizontal entre la fachada de entrada al centro y la edificación más próxima no será inferior a 3 m ni superior a 1 m para las restantes fachadas.

Los locales para centros exteriores semienterrados y subterráneos requerirán un espacio adicional al señalado en el cuadro, para el acceso de personas, maquinaria y para la salida del aire de ventilación. El acceso para las personas se realizará por escalera con peldaños de huella mínima 22 cm y tabica máxima 25 cm, disponiendo de trampilla metálica abatible, defensas de superficie y de barandillas que permitan un empleo seguro. La cabezada será al menos de 2 m. Para el acceso de maquinaria existirá una trampa o losa practicable de dimensiones mínimas 2,20 x 1,40 m.

Este espacio podrá resolverse con diferentes soluciones, algunas de las cuales se indican en los esquemas, a título de ejemplo.



Espacios para accesos y ventilación en locales exteriores subterráneos o semienterrados  
 (1) Acceso personas (2) Acceso maquinaria (3) Rejillas ventilación (4) Centro de transformación

Plantas cotas en cm

Para la ventilación del local se preverán dos huecos, para entrada de aire fresco y salida de aire caliente, cuya superficie mínima, en cm, se indica en el cuadro siguiente:

Tipo de equipo transformador	Potencia de los transformadores en kVA	Superficies en cm <sup>2</sup> de cada hueco de ventilación
Sencillo	250	5.000
	400	8.000
Doble	400	12.000

En los centros de superficie los huecos de entrada y salida de aire estarán a una altura mínima sobre el suelo de 0,30 y 2,30 m, respectivamente, con una separación vertical mínima de 1,30 m. Las rejillas de los huecos impedirán el paso del agua, de pequeños animales, y en el caso de ser directamente accesibles desde el exterior impedirán la introducción de objetos metálicos.

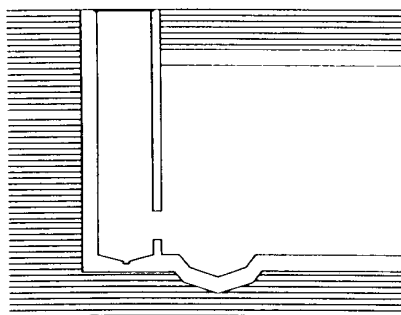
En los centros interiores, en el caso de que no pudiera disponerse de estas superficies para ventilación natural, el local deberá estar dotado de un sistema mecánico adecuado para proporcionar un caudal de ventilación equivalente a cuatro renovaciones por hora, que dispondrá de cierre automático para su actuación en caso de incendio.

En los centros de tipo semienterrado y subterráneo, se dispondrá una entrada de aire fresco desde el exterior, por medio de un patinillo adyacente a la zona donde se sitúe el transformador o transformadores, de anchura mínima 60 cm, con rejilla superior horizontal, sistema de recogida de aguas, y aberturas inferiores junto al foso. También podrá resolverse la toma de aire fresco mediante un sistema de pocetes de 90 x 90 cm con rejilla superior, recogida de agua y un conducto de hormigón en forma de S, de diámetro adecuado.

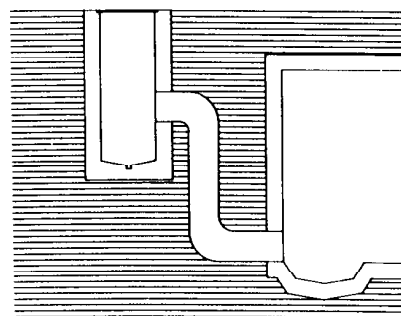
Los huecos para la salida del aire caliente se realizarán en la parte superior de la fachada, en el caso de ser semienterrado, o mediante huecos horizontales en la cubierta, protegidos con rejillas y con sistema de recogida de agua conectado al saneamiento.

Conforme a lo que establece la Norma Básica de la Edificación NBE-CPI-82: «Condiciones de Protección contra incendios en los Edificios» y sus Anexos, el local deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Será sector de incendio cualquiera que sea el uso del edificio, con excepción de viviendas unifamiliares.
- Los materiales de revestimiento serán siempre de clase MO.



Toma de aire con patinillo



Toma de aire con pozo

Secciones

## Protección contra el incendio

- Tendrá acceso directo desde el exterior en edificios de uso sanitario en el Grupo II (altura comprendida entre 28 y 50 m) y en el Grupo III (altura superior a 50 m) constituirá edificio exento.
- Sus cerramientos tendrán una resistencia al fuego no menor a la señalada en la tabla adjunta en función del uso del edificio y del grupo de que se trate. La clasificación de usos y grupos de cada uso son los establecidos en los Anexos de la citada NBE-CPI-82.

Tipo de centro de transformación	Uso del Edificio	Grupo	Resistencia al fuego de los elementos compartimentadores	
			Muros, suelos y techos	Puertas
Interior	Vivienda	I-II-III	180	60
	Administrativo y de oficina, espectáculos y locales de reunión y docente	0	120	60
		I-II	180	60
		III	240	90
	Sanitario	0-I-II-III	180	60
	Bares, cafeterías y restaurantes	I-II	180	60
		III	240	90
	Comercial	0-I	120	60
		II	180	60
III		240	90	
Garaje y aparcamiento	I-II-III	120	60	
Exterior	Cualquiera	Cualquiera	120	60

En los centros interiores con equipo sencillo, y en los exteriores exentos en cualquier caso, el local estará protegido contra incendios mediante un extintor de eficacia 21B, colocado al exterior y junto a la puerta de acceso. En los demás centros deberá protegerse mediante una instalación automática de inundación total a base de anhídrido carbónico o de hidrocarburos halogenados. La reserva de gas para la extinción será como mínimo de:

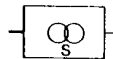
- Anhídrido carbónico: 1,5 kg/m<sup>3</sup> de local.
- Hidrocarburos halogenados: 5 % del volumen total del local.

Estas dotaciones son aplicables a locales cuyos huecos estén provistos de rejillas de cierre automático en caso de incendio. En caso contrario, los mismos deberán incrementarse de forma que se consigan idénticos efectos.

Las condiciones y exigencias a los componentes de ambos tipos de instalación se ajustarán a lo especificado en la mencionada NBE-CPI-82.

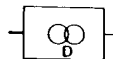
#### Especificación

**IET-5 Equipo transformador sencillo-U·I·N·I<sub>1</sub>·P**



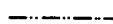
**Símbolo Aplicación**  
De acuerdo con los criterios que se establecen en la NTE-IER: «Instalaciones de Electricidad. Red exterior».

**IET-6 Equipo transformador doble-U·I·N·I<sub>1</sub>**



De acuerdo con los criterios que se establecen en la NTE-IER: «Instalaciones de Electricidad. Red exterior».

**IET-7 Línea de puesta a tierra de masas metálicas**



Para la conexión de las masas metálicas de celdas, transformador, cuadro de baja tensión, etc., con la instalación de puesta a tierra, determinada según la NTE-IEP: «Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra».

**IET-8 Línea de puesta a tierra del neutro**



Para la puesta a tierra del neutro de las líneas de distribución en baja tensión.  
La puesta a tierra del neutro se hará separadamente de la de las masas metálicas y a una distancia de éstas determinada según la NTE-IEP: «Instalaciones de Electricidad. Puesta a tierra».

**IET-9 Acondicionamiento del local de Centro de Transformación-A·B·H·S. Tipo**

En todas las instalaciones de centros de transformación.

#### 4. Planos de obra

**IET-Planta de situación de Centros Exteriores**

Se indicará la situación del centro de transformación, con respecto a otras edificaciones próximas, así como el acceso.

Escala

1:200

**IET-Planta de situación de Centros Interiores**

Se indicará la situación del centro de transformación, con respecto a accesos y escaleras, así como el uso a que se destinan los locales contiguos y la ubicación de los dispositivos contra incendios.

1:100

**IET-Planta general del Centro de Transformación**

Se acotará según esquemas, representando como mínimo: acceso, situación del equipo, conexiones principales, transformador, rejillas de ventilación, tomas de tierra y canalizaciones para las líneas puente.

1:50

**IET-Sección vertical**

Se acotará según esquema, indicando foso de transformador, así como su conexión con la cámara de recogida de líquido refrigerante.

1:50

**IET-Detalles**

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

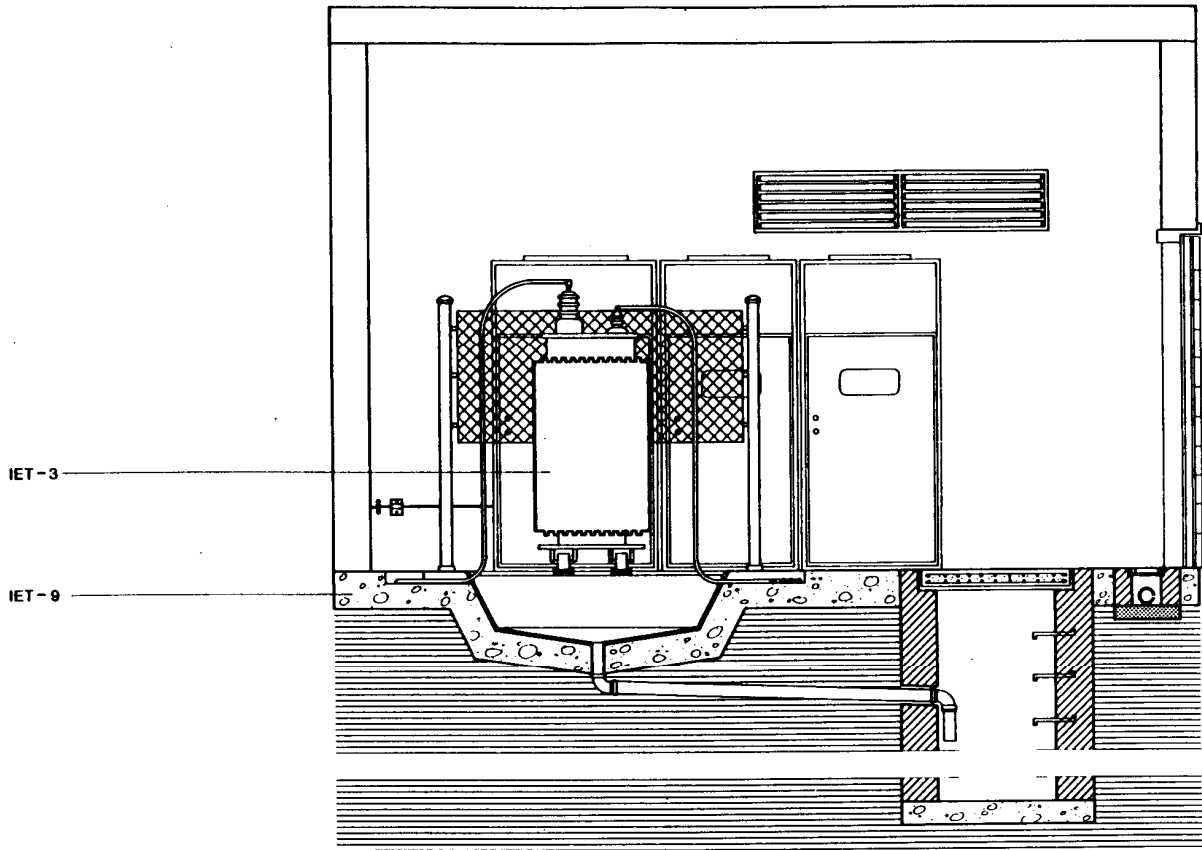
1:20



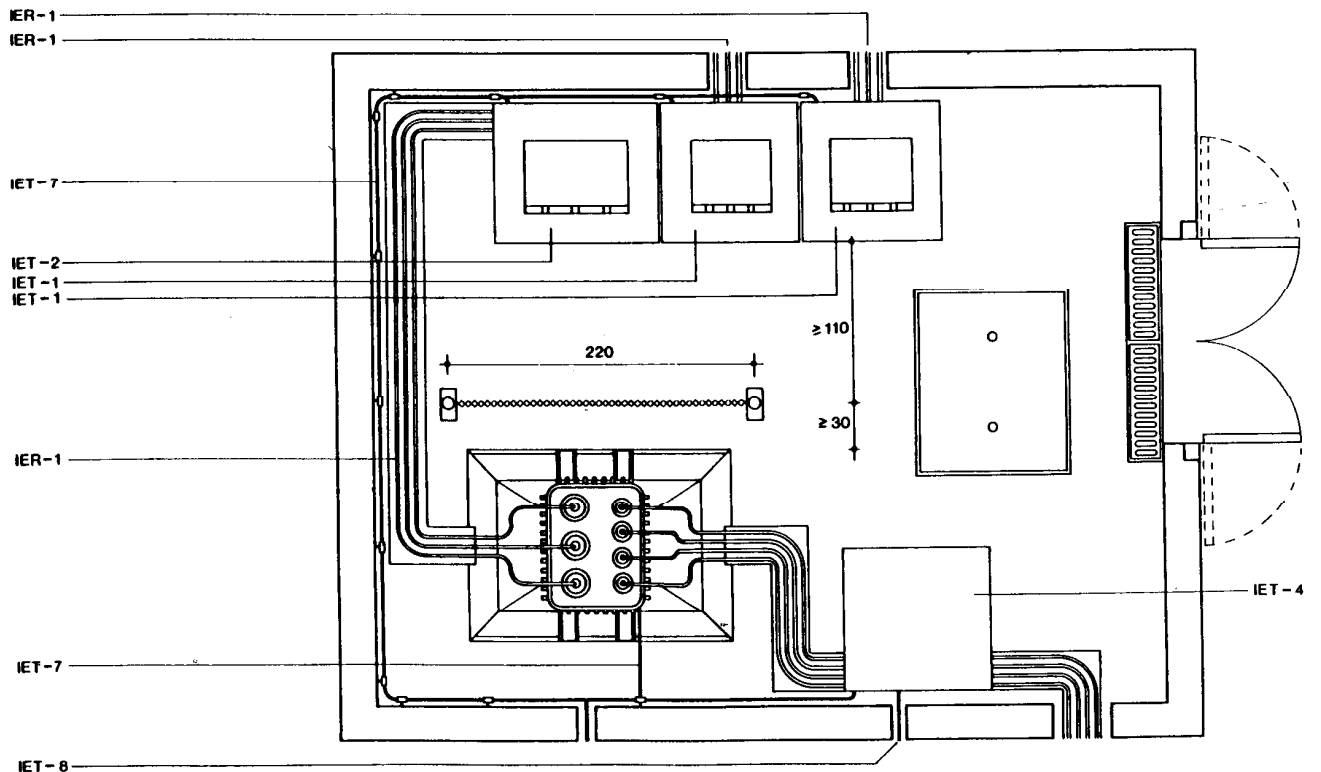
## Diseño

### 5. Esquemas

#### 1. Centro de transformación con equipo sencillo

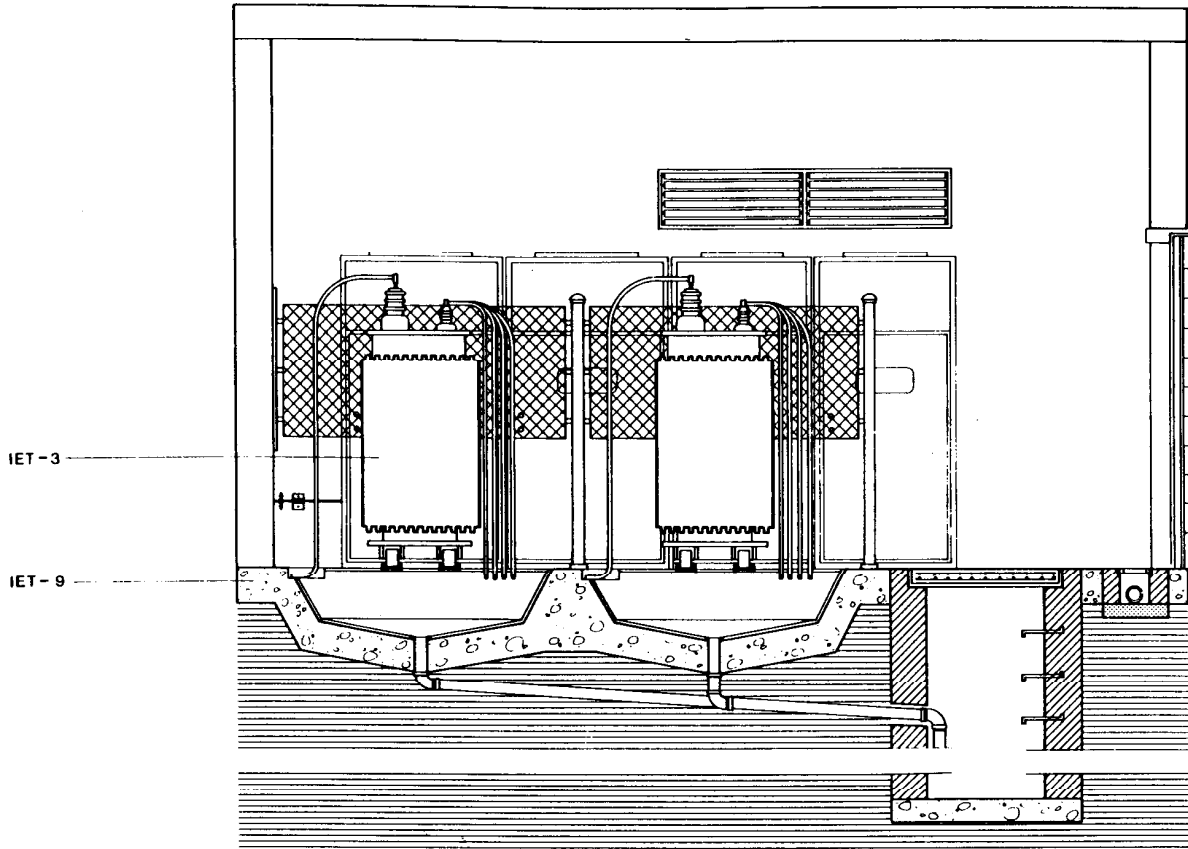


Sección

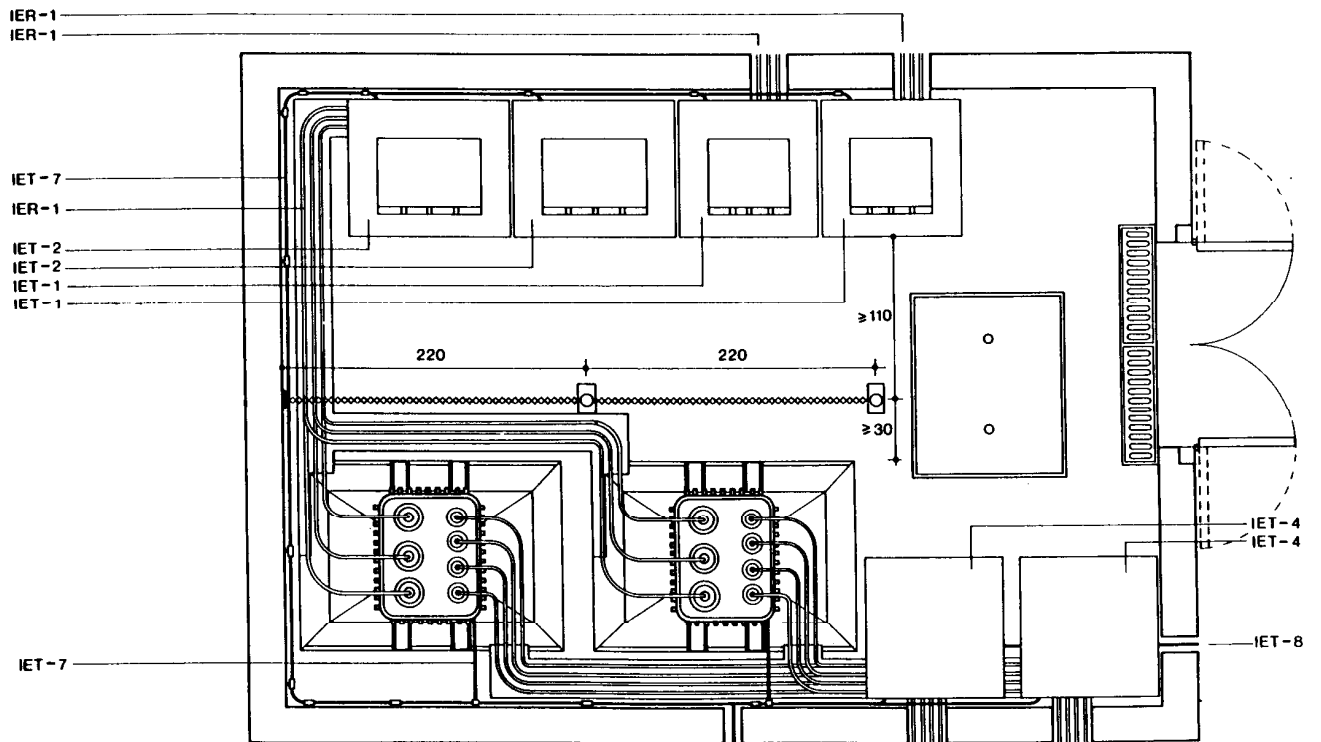


Planta

# Centro de transformación con equipo doble



Sección



Planta

colas en cm



## Cálculo

### 1. Proceso de cálculo

El cálculo comprende únicamente la determinación de los fusibles de las derivaciones de salida del cuadro de baja tensión, debido a que los restantes equipos quedan completamente determinados en el apartado de Construcción.

### 2. Cálculo de los fusibles

La intensidad nominal  $I_n$ , en A, de los fusibles de las derivaciones de salida de baja tensión se obtiene en la Tabla 1, a partir de la sección de las líneas de distribución en baja tensión.

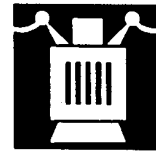
Tabla 1

Sección de las líneas de distribución en baja tensión en mm <sup>2</sup>	50	95	150	240
Intensidad nominal de los fusibles en A	250	400	400	400

### 3. Ejemplo

Centro de transformación con equipo sencillo de 250 kVA que alimenta una línea de 95 mm<sup>2</sup> y otra de 50 mm<sup>2</sup>.

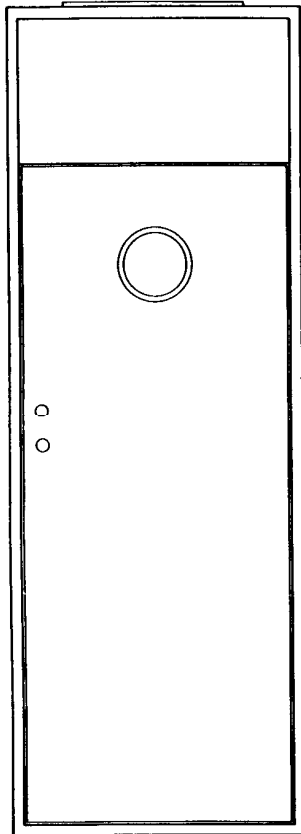
Datos	Tabla	Resultados
Línea de 95 mm <sup>2</sup>	1	$I_n = 400$ A
Línea de 50 mm <sup>2</sup>	1	$I_n = 250$ A



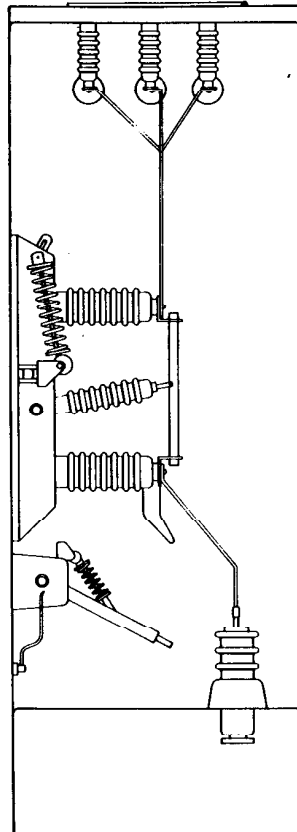
## Construcción

### 1. Especificaciones

#### IET-1 Celda de línea-U



Alzado



Sección

Estará constituida por los siguientes elementos:

- Aisladores de apoyo.
- Tres botellas unipolares o una tripolar para conexión de la línea de llegada.
- Seccionador interruptor de tensión U, intensidad 400 A, intensidad térmica admisible de corta duración (1 s) no inferior a 10 kA, valor de cresta no inferior a 25 kA.  
Intensidad de cierre sobre cortocircuito no inferior a 25 kA y Categoría de maniobra B.
- Conducto superior para embarrado general y de derivación.
- Embarrado general de sección adecuada a las características anteriores.
- Conductor de puesta a tierra de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre brusco no inferior a 25 kA e intensidad nominal de 200 A.
- Palancas de accionamiento.
- Dispositivo de seguridad que garantice la separación del embarrado superior del resto de la celda.
- Punto de luz para alumbrado de la celda.

Todos estos elementos estarán alojados en una cabina de chapa de acero satinado, de 3 mm de espesor en las partes resistentes y 2 mm en las partes de cierre, con acabado de pintura que garantice su resistencia a la corrosión.

Esta cabina estará dotada de:

- Enclavamiento mecánico o sistema adecuado de seguridad que impida el acceso a la cabina mientras no se haya abierto previamente el interruptor.
- Mirilla que permita ver la posición de los contactos del interruptor seccionador.
- Trampilla superior rectangular para salida de humos con apertura hacia arriba y bisagra en la arista delantera.
- Aberturas laterales para salida del embarrado general.
- Tapas obturables para los orificios de los mandos.
- Orificios para los mandos.
- Pernos de anclaje.
- Cáncamos para elevación y transporte.
- Placa señalizadora de peligro.

En cuanto al aislamiento, frecuencia industrial y onda de choque, se adaptará a lo especificado en la Norma UNE 20099. Se indicará en una placa con caracteres indelebles:

Nombre del fabricante, modelo y número de serie.

Tensión nominal U, en kV.

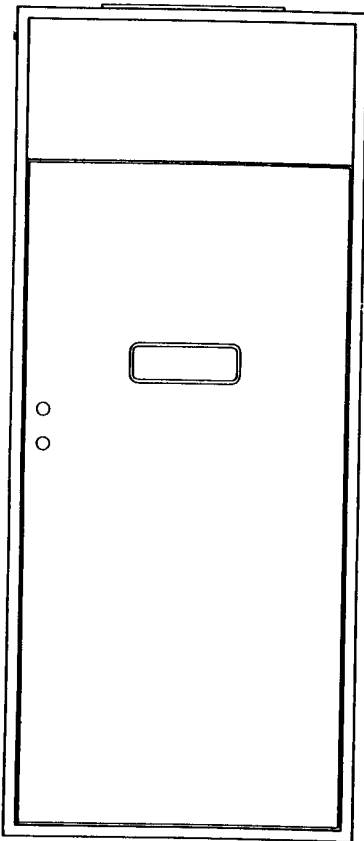
Intensidad máxima admisible en A.

Sección del embarrado general.

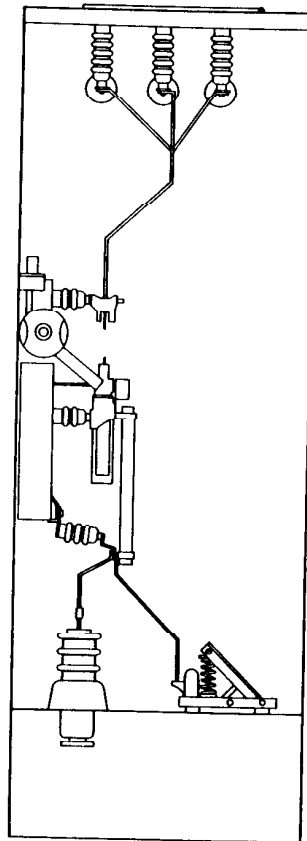
Instrucciones de maniobra y accionamiento de la celda.



## IET-2 Celda de protección-U



Alzado



Seccion

Estará constituida por los siguientes elementos:

- Aisladores de apoyo.
- Tres botellas unipolares o una tripolar para conexión de la línea puente en alta tensión.
- Interruptor seccionador con fusibles de alto poder para protección contra cortocircuito y bobina de disparo para protección de sobrecarga.
- Conductor superior para embarrado general y de derivación.
- Embarrado general de sección adecuada a las características anteriores.
- Conductor de puesta a tierra de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección.
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre brusco de 40 kA e intensidad nominal de 200 A.
- Palancas de accionamiento.
- Dispositivo de seguridad que garantice la separación del embarrado superior, del resto de la celda.
- Punto de luz para alumbrado de la celda.

Todos estos elementos estarán alojados en una cabina de chapa de acero satinado, de 3 mm de espesor en las partes resistentes y 2 mm en las partes de cierre, con acabado de pintura que garantice su resistencia a la corrosión.

Esta cabina estará dotada de:

- Enclavamiento mecánico o sistema adecuado de seguridad que impida el acceso a la cabina, mientras no se haya abierto previamente el interruptor.
- Mirilla que permita ver la posición de los contactos del interruptor seccionador.
- Trampilla superior rectangular para salida de humos con apertura hacia arriba y bisagra en la arista delantera.
- Aberturas laterales para salida del embarrado general.
- Tapas obturables para los orificios de los mandos.
- Orificios para los mandos.
- Pernos de anclaje.
- Cánchamos para elevación y transporte.
- Placa señalizadora de peligro.

En cuanto al aislamiento, frecuencia industrial y onda de choque, se adaptará a lo especificado en la Norma UNE 20099.

Se indicará en una placa con caracteres indelebles:

Nombre del fabricante, modelo y número de serie.

Tensión nominal U, en kV.

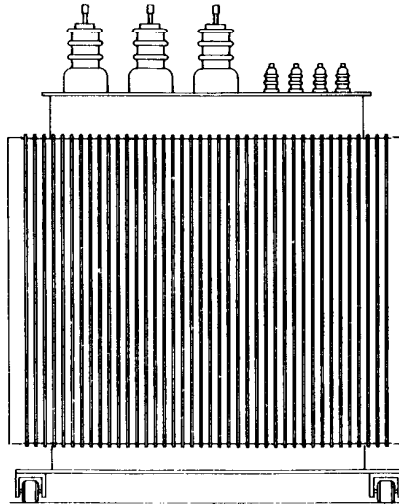
Intensidad máxima admisible en A.

Sección del embarrado general.

Instrucciones de maniobra y accionamiento de la celda.



### IET-3 Transformador-U-P



Alzado

Estará constituido por los siguientes elementos:

- Caja y chasis.
- Núcleo.
- Bobinas.
- Elementos de refrigeración.
- Sistema adecuado para absorción de las dilataciones del líquido refrigerante.
- Sonda termométrica.
- Bornas de conexión y pasatapas de alta y baja tensión.
- Borne de conexión de puesta a tierra.
- Grifo de vaciado con tapón.
- Cáncamos para elevación y transporte.
- Ruedas bipolesionales.

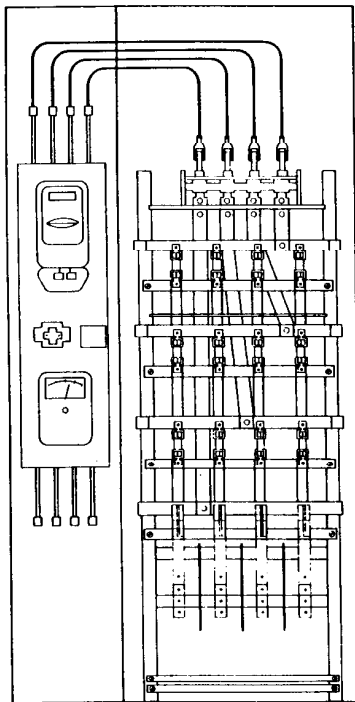
Potencia P:

250 kVA; 400 kVA.

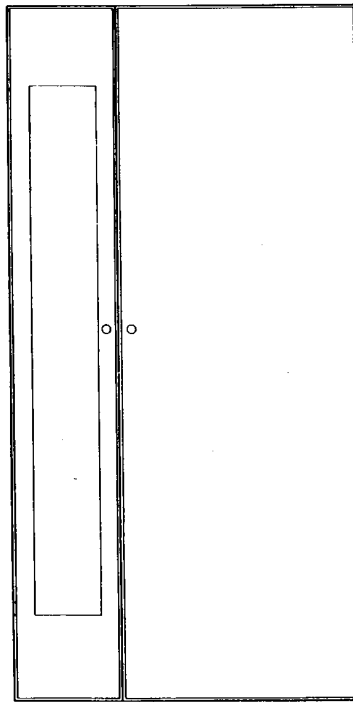
Se adaptará a lo especificado en la Norma UNE 20138-76.

Se indicará en una placa con caracteres indelebles lo especificado en la Norma anteriormente mencionada.

### IET-4 Cuadro de distribución en baja tensión-N-I<sub>1</sub>



Seccion



Alzado

Estará constituido por los siguientes elementos:

- Chasis para soporte de embarrado de fases, neutro, tierra y portafusibles.
- Dispositivo de seccionamiento general.
- N ternas de fusibles, según el número de líneas que protege el cuadro de distribución, de intensidad I<sub>1</sub>.
- N dispositivos de seccionamiento del neutro.
- Equipo de medida.

Todos estos elementos estarán alojados en una cabina de chapa de acero satinado de 3 mm de espesor en las partes resistentes y 2 mm en las partes de cierre, con acabado de pintura que garantice su resistencia a la corrosión. En la parte frontal se dispondrá una mirilla transparente que permita ver el interior.

El conjunto estará dotado de un aislamiento suficiente para resistir una tensión de 5.000 V a 50 Hz, tanto entre fases como entre fase y tierra, durante 1 minuto.

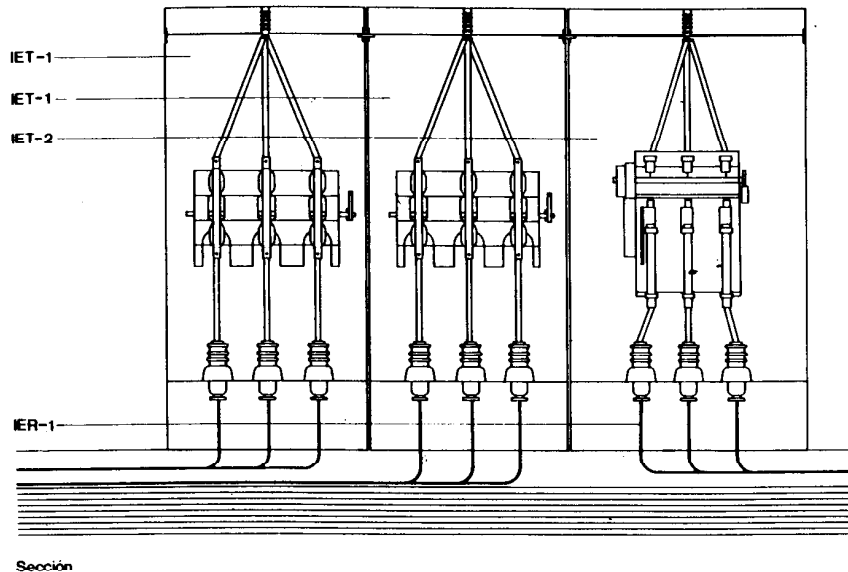
Se indicará en una placa con caracteres indelebles:

Nombre del fabricante, modelo y número de serie.

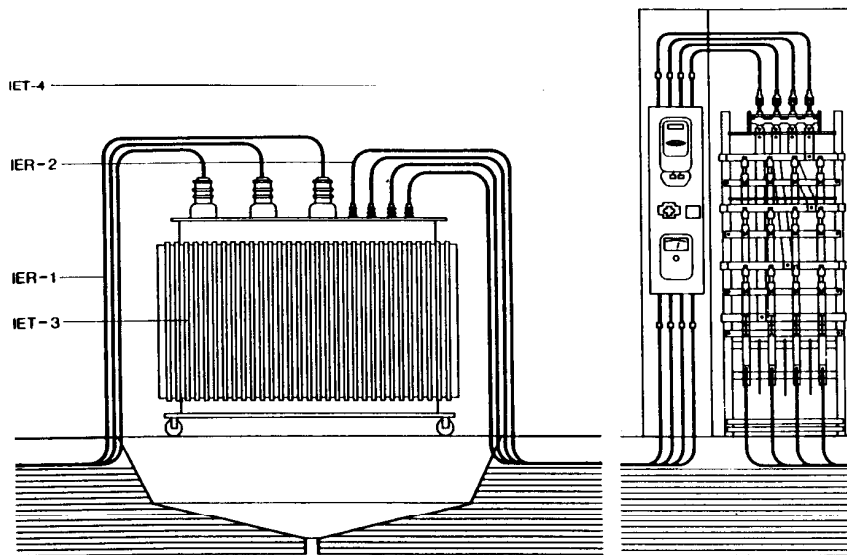
Intensidad I<sub>1</sub> en amperios.

Número N de líneas.

## IET-5 Equipo transformador sencillo-U-I-N-I-P



Sección



Sección

**IET-1** Celda de línea.  
Se dispondrán dos celdas de línea de tensión U, según la Documentación Técnica.  
Se recibirá a la solera mediante sus pernos de anclaje; se conectará con la línea de distribución en alta tensión que alimenta al centro en las botellas terminales y con la celda de protección mediante el embarrado general.

**IET-2** Celda de protección.  
De tensión U e intensidad del interruptor seccionador I, según la Documentación Técnica.  
Se recibirá a la solera mediante sus pernos de anclaje y se conectará mediante la línea puente en alta tensión con el transformador.

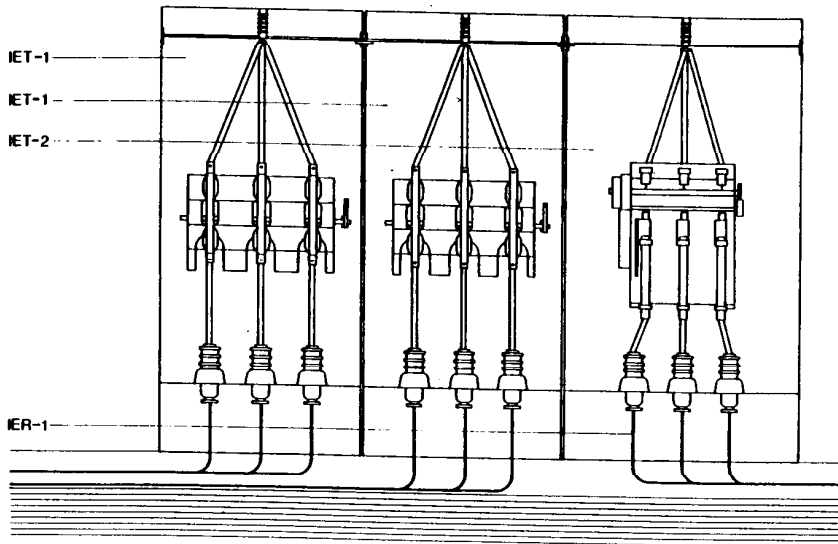
**IER-1** Cable aislado.  
Unipolar, aislamiento seco y tensión U, según la Documentación Técnica.  
Se tenderán tres cables de 50 mm<sup>2</sup> de sección que conectarán la celda de protección con los pasatapas de alta del transformador.

**IEI-3** Transformador.  
De tensión U y potencia P según la Documentación Técnica.  
Se colocará sobre los perfiles guía del foso y se conectará mediante la línea puente de conexión en baja tensión, con el cuadro de distribución en baja tensión.

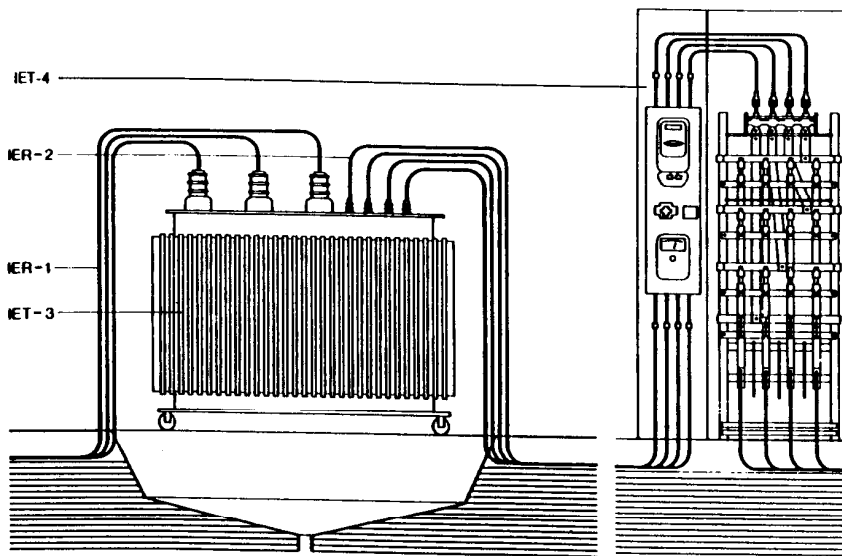
**IER-2** Cable aislado para tensión nominal 1.000 V.  
Para los transformadores de 250 kVA se tenderán cuatro cables de 240 mm<sup>2</sup> de sección, uno para cada fase y uno de neutro.  
Para los transformadores de 400 kVA se tenderán siete cables de 240 mm<sup>2</sup> de sección, dos para cada fase y uno de neutro.  
Los cables conectarán los pasatapas de baja tensión con el cuadro de distribución en baja tensión.

**IET-4** Cuadro de distribución en baja tensión.  
De número de líneas N e intensidad de los fusibles I<sub>1</sub>, según la Documentación Técnica.  
Se recibirá a la solera mediante sus pernos de anclaje y se conectará con las líneas de distribución en baja tensión.

### IET-6 Equipo transformador doble-U-I-N-I<sub>1</sub>



Sección



Sección

**IET-1** Celda de línea.  
Se dispondrán dos celdas de línea de tensión U, según la Documentación Técnica.  
Se recibirá a la solera mediante sus pernos de anclaje; se conectará con la línea de distribución en alta tensión que alimenta al centro en las botellas terminales y con la celda de protección mediante el embarrado general.

**IET-2** Celda de protección.  
De tensión U e intensidad del interruptor fusible I, según la Documentación Técnica.  
Se dispondrán dos celdas y se recibirá a la solera mediante sus pernos de anclaje, y se conectará mediante la línea puente en alta tensión con el transformador.

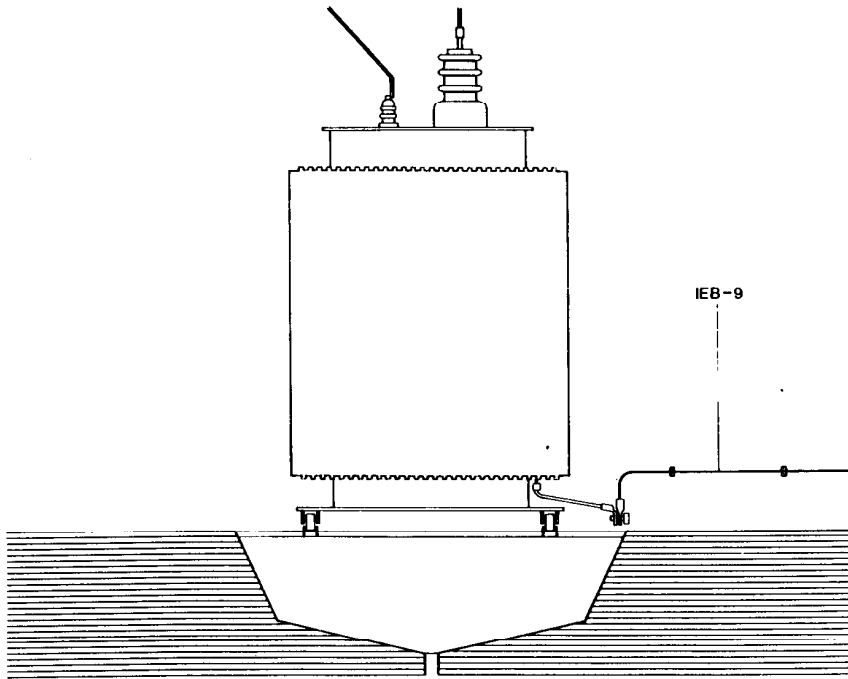
**IER-1** Cable aislado.  
Unipolar, aislamiento seco y tensión U, según la Documentación Técnica.  
Se tenderán seis cables de 50 mm<sup>2</sup> de sección, tres por cada celda de protección, que conectarán las pasatapas de protección con los pasatapas de alta de los transformadores.

**IET-3** Transformador.  
De tensión U, según la Documentación Técnica y potencia P de 400 kVA.  
Se dispondrán dos transformadores y se colocarán sobre los perfiles guía de los fosos y se conectarán mediante las líneas puente en baja tensión con los cuadros de distribución en baja tensión.

**IER-2** Cable aislado para tensión nominal 1.000 V.  
Para cada transformador se tenderán siete cables, de 240 mm<sup>2</sup> de sección, dos por cada fase y uno correspondiente al neutro, que conectarán los pasatapas de baja tensión con los cuadros de distribución en baja tensión.

**IET-4** Cuadro de distribución en baja tensión.  
Se dispondrán dos cuadros de número de líneas N e intensidad de los fusibles I<sub>1</sub>, según la Documentación Técnica.  
Se recibirá a la solera mediante sus pernos de anclaje y se conectará con las líneas de distribución en baja tensión.

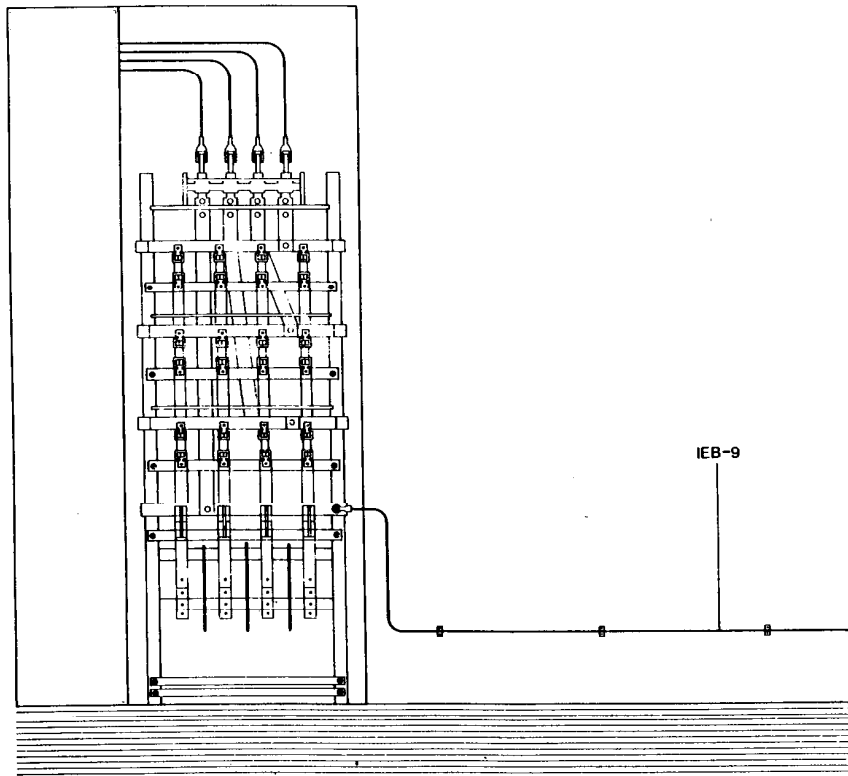
### IET-7 Línea de puesta a tierra de las masas metálicas



Sección

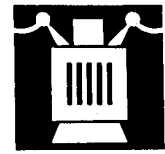
IEB-9 Conductor desnudo de cobre. De 50 mm<sup>2</sup> de sección, conectará el borde de conexión del conductor general de puesta a tierra de las celdas y otras masas metálicas con la instalación general de puesta a tierra del centro de transformación.

### IET-8 Línea de puesta a tierra del neutro



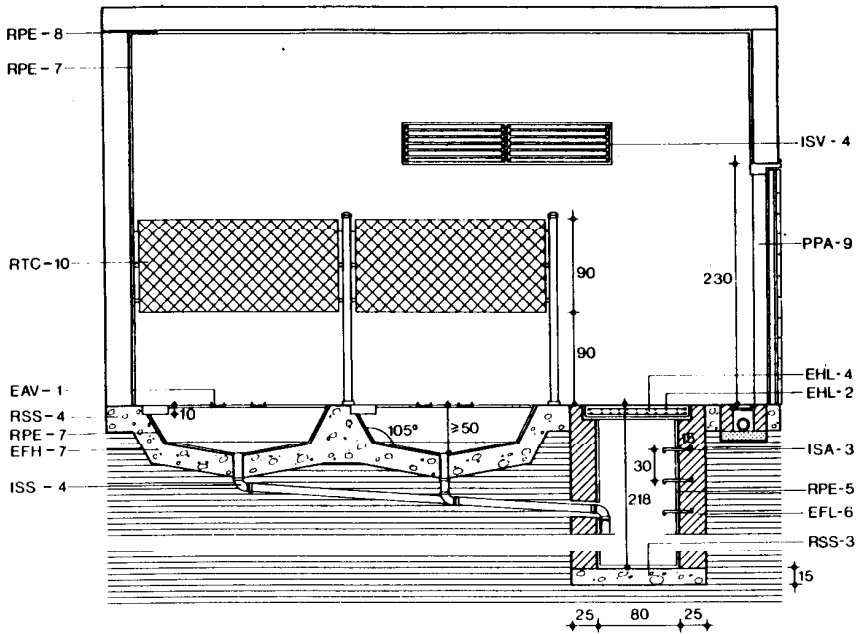
Sección

IEB-9 Conductor desnudo de cobre. De 50 mm<sup>2</sup> de sección, conectará, mediante borne, el embarrado de neutro del cuadro de distribución en baja tensión con la instalación general de puesta a tierra del centro de transformación, con independencia de la puesta a tierra de las masas metálicas.



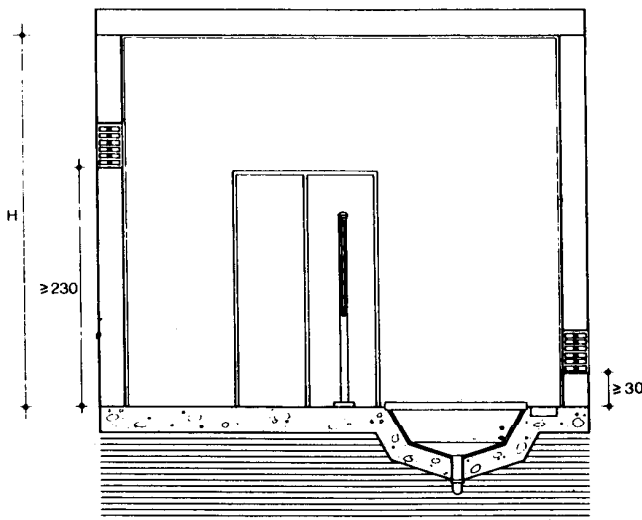
## Construcción

### IET-9 Acondicionamiento del local del centro de transformación-A-B-H-S-Tipo



Sección

cotas en cm



Sección

cotas en cm

**ISV-4** Rejilla de ventilación de chapa de acero con lamas fijas y de sección S, según Documentación Técnica.

Se dispondrán dos rejillas y se recibirán mediante patillas de anclaje al muro de cerramiento.

**PPA-9** Puerta abatible de chapa de acero de 2 hojas y superficie continua, de dimensiones en cm 140 x 230, enrasada con la cara interior del local y recibida mediante patillas de anclaje al muro de cerramiento.

**RSS-4** Solera semipesada. De 15 cm de espesor medio, dotada de pendiente hacia el acceso de 0,5 %, en la que se practicará un canal de sección rectangular de 10 cm de profundidad y 25 cm de anchura, con el recorrido adecuado para el alojamiento de las líneas puente de conexión en alta y baja tensión, y con pendiente hacia los fosos.

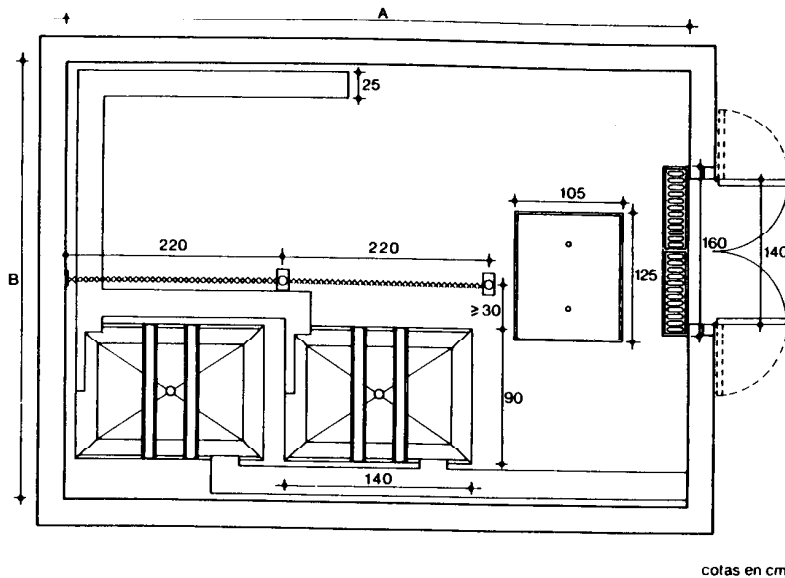
**RPE-7** Enfoscado maestreado de paredes del local e interior del foso, con mortero de cemento de dosificación 1:4, y 15 mm de espesor.

**RPE-8** Enfoscado maestreado de techos con mortero de cemento de dosificación 1:4, y 12 mm de espesor.

**EFH-7** Hormigón en masa de resistencia característica de 125 kg/cm<sup>2</sup>, formando un foso en los centros con equipo transformador sencillo, y dos fosos en los centros con equipo transformador doble, de dimensiones exteriores, en cm, 140 x 90 x 50, y espesor de muro 20 cm. Interiormente, las paredes formarán planos inclinados de modo que los líquidos viertan hacia el interior, y se redondearán sus ángulos.

**EAV-1** Perfil IPN de 100 mm y longitud 110 cm. En número de dos para los centros con equipo sencillo, y de cuatro, dos en cada foso, para los centros con equipo doble, se colocarán apoyados sobre el murete de hormigón con el alma colocada en posición horizontal, enrasada por la cara superior con el suelo para actuar como carriles guía.

(continúa)



**RTC-10 Tela metálica.**  
De 3 cm de luz de malla, formando barrera protectora de 220 cm de longitud y 90 cm de altura.

Se fijará a una altura de 90 cm, contada desde el suelo, mediante dos soportes tubulares colocados en sus extremos y recibidos a la solera.

Se colocará una delante de cada foso.

**RSS-3 Solera de hormigón,** de resistencia característica de 100 kg/cm<sup>2</sup>, de 15 cm de espesor, extendido sobre terreno limpio y compactado a mano. Las zonas de apoyo de los muretes laterales del canal se dejarán rugosas y la zona comprendida entre ellos se alisará con llana.

**EFL-6 Muro aparejado de 25 cm de espesor,** de ladrillo macizo, R 100 kg/cm<sup>2</sup>, con juntas de mortero M-40, de espesor 1 cm.

**ISS-4 Tubo y piezas especiales de fibrocemento sanitario** de diámetro interior de 125 mm. La conducción desde el foso hasta el depósito de grasas tendrá una pendiente mínima del 10 %.

**RPE-5 Enfoscado de 10 mm de espesor** con mortero de cemento de dosificación 1:4 y bruñido. Angulos redondeados.

**EHL-2 Armaduras superior e inferior de la losa-tapa formadas,** cada una, por una parrilla de redondos  $\varnothing$  10 mm AE-42 cada 10 cm.

**EHL-4 Losa-tapa de 10 cm de espesor,** sustentada en sus cuatro bordes, de hormigón de resistencia característica, 175 kg/cm<sup>2</sup>.

Llevará incorporadas 2 argollas para su levantamiento.

**ISA-3 Pates empotrados 15 cm.** Separados 30 cm. Se colocarán a la vez que se levanta la fábrica.

## 2. Condiciones de seguridad en el trabajo

Durante el proceso de instalación se dejarán las líneas sin tensión y se conectarán a tierra. Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En el lugar de la ejecución se encontrarán presentes, como mínimo, dos operarios que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes y demás materiales y herramientas de seguridad. Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados de aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50 V, mediante transformador de seguridad.

Para los trabajos de revisión y mantenimiento, el centro de transformación estará dotado de los elementos siguientes:

- Placa de identificación de celda.
- Instrucciones concernientes a los peligros que presentan las corrientes eléctricas y los socorros a impartir a las víctimas.
- Esquema del centro de transformación.
- Pértiga de maniobras.
- Banqueta aislante.
- Insuflador para respiración boca a boca.

En la entrada del centro se colocarán placas para identificación del centro y triángulo de advertencia de peligro.

Se cumplirán además todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y de los Reglamentos del Ministerio de Industria y Energía.



1983

## 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 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

IET-1 Celda de línea  
IET-2 Celda de protección  
IET-3 Transformador  
IET-4 Cuadro de distribución en baja tensión

#### Normas UNE

UNE 20099-74; 36086-75  
UNE 20099-74; 36086-75  
UNE 20138-76  
UNE 20099-74; 36086-75

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

### 2. Control de la ejecución

#### Especificación

#### IET-5 Equipo transformador sencillo-U.I.N.I.P

#### Controles a realizar

Disposición de las celdas

#### Número de controles

En cada centro de transformación

#### Condición de no aceptación

No se encuentran bien alineadas. El pasillo indicado en el interior del centro es de dimensiones inferiores a las especificadas en los esquemas de Diseño

Anclaje de las celdas

Uno en cada celda

Anclajes defectuosos

Colocación del transformador

En cada transformador

El transformador no se ha colocado sobre los carriles guías

Características y conexión de las líneas puente, en alta y baja tensión

En cada equipo

Características de los conductores distintas de las especificadas o conexiones deficientes

Acoplamiento o interconexión entre celdas

Uno en cada celda

Acoplamiento o interconexión defectuoso

Conexiones del cuadro de distribución en baja tensión

Uno en cada cuadro de distribución

Conexiones defectuosas con las líneas de distribución en baja tensión

#### IET-6 Equipo transformador doble-U.I.N.I.

Disposición de las celdas

En cada centro de transformación

No se encuentran bien alineadas. Los pasillos indicados en el interior del centro son de dimensiones inferiores a las especificadas en los esquemas de Diseño

Anclaje de las celdas

Uno en cada celda

Anclajes defectuosos

Colocación del transformador

Uno en cada transformador

El transformador no se ha colocado sobre los carriles guías

Características y conexión de las líneas puente, en alta y baja tensión

En cada equipo

Características de los conductores distintas de las especificadas o conexiones deficientes

Acoplamiento o interconexión entre celdas

Uno en cada celda

Acoplamiento o interconexión defectuoso

Conexiones del cuadro de distribución en baja tensión

Uno en cada cuadro de distribución

Conexiones defectuosas con las líneas de distribución en baja tensión



<b>Especificación</b>	<b>Controles a realizar</b>	<b>Número de controles</b>	<b>Condición de no aceptación</b>
<b>IET-7 Línea de puesta a tierra de las masas metálicas</b>	Características del conductor desnudo	Uno en cada centro de transformación	Sección distinta de la especificada
	Conexionado con el conductor de puesta a tierra y con el punto de puesta a tierra	Uno en cada centro de transformación	Conexionado deficiente, por el sistema utilizado o por falta de ajuste
<b>IET-8 Línea de puesta a tierra del neutro</b>	Características del conductor de neutro	Uno en cada centro de transformación	Sección o aislamiento distintos a los especificados
	Conexionado con el embarrado de neutro del cuadro de distribución en baja tensión	Uno en cada centro de transformación	Conexionado deficiente, por el sistema utilizado o por falta de ajuste
	Separación entre la puesta a tierra del neutro y la puesta a tierra de las masas	Uno en cada centro de transformación	Separación inferior a la especificada
<b>ITE-9 Acondicionamiento del local de Centro de Transformación-A · B · H · S · Tipo</b>	Dimensiones interiores del local	Uno en cada centro de transformación	Dimensiones inferiores a las especificadas, cuando la diferencia sea igual o superior al 3 %
	Recibido del cerco de las puertas	Uno en cada centro de transformación	Faltan patillas de anclaje o la fijación es deficiente.
	Superficie de las rejillas de ventilación	Uno en cada centro	Inferior a la especificada, cuando la diferencia sea igual o superior al 5 %
	Verificación de las instalaciones de alumbrado, interruptores y arquetas	Inspección general	Falta alguna de estas especificaciones o no se han realizado según las NTE correspondientes
	Dimensiones del foso	Uno en cada centro de transformación	Dimensiones distintas de las especificadas, con variaciones superiores al 2 %
	Perfiles IPN	Uno en cada centro de transformación	Características de los perfiles o disposición en el foso, distintos de los especificados
	Tela metálica	Uno en cada centro de transformación	Dimensiones o disposición distintos de los especificados
	Dimensiones del depósito de grasas	Uno en cada centro de transformación	Dimensiones distintas de las especificadas, con variaciones superiores al 10 %
	Enrase de la tapa con el suelo	Uno en cada centro de transformación	Diferencias superiores a 0,5 cm

### 3. Prueba de servicio

<b>Prueba</b>	<b>Controles a realizar</b>	<b>Número de controles</b>	<b>Condición de no aceptación</b>
<b>Comprobación de las protecciones de sobreintensidad</b>	Actuando manualmente sobre la bobina de disparo, ésta debe mandar orden de disparo al interruptor seccionador	Uno por cada celda de protección	No actúa el interruptor seccionador
<b>Cierre de los interruptores</b>	Una vez abiertos los interruptores por efecto de la sobreintensidad y cesada ésta, los resortes deben cargar automáticamente, y se procede manualmente a cerrarlos	Uno por cada celda de línea	No cierran los interruptores o no cargan los resortes



## Control

Prueba	Controles a realizar	Número de controles	Condición de no aceptación
<b>Comprobación de todos los enclavamientos de celdas</b>	Conocido el sistema de enclavamiento, se efectuarán maniobras en contra del enclavamiento	Uno por cada celda	El enclavamiento no funciona y la falsa maniobra es posible
<b>Comprobación de la protección de temperatura del aceite del transformador</b>	Se comprobará, al accionar manualmente los contactos del relé de temperatura, que éste envía orden de disparo al interruptor de la celda de protección del transformador	Uno por cada transformador	No envía disparo de desconexión
<b>Comprobación de las líneas de salida del cuadro de baja tensión</b>	Manteniendo cerrado el elemento seccionador del cuadro, se medirán las tensiones en las líneas de baja	Uno por cada salida	No hay tensión o no es la especificada
<b>Comprobación de los calibres de los fusibles</b>	Se comprobarán los calibres de los fusibles protectores de las líneas de baja tensión, así como la concordancia entre fusibles y bases portafusibles	Uno por cada celda de protección y por cada salida del cuadro de baja tensión	No son las especificadas
<b>Comprobación de la línea de llegada en alta tensión</b>	Mediante aparatos adecuados, se comprobará la existencia de tensión en la línea, así como la concordancia de fases entre la línea de salida	Uno por cada centro de transformación	No hay tensión en la línea
<b>Comprobación de las líneas de puesta a tierra</b>	Mediante un terrómetro, se medirá la resistencia a tierra en el inicio de las líneas	Uno por cada línea de puesta a tierra del centro	Resistencia a tierra superior a la especificada

#### 4. Criterio de medición

Especificación	Unidad de medición	Forma de medición
<b>IET-5 Equipo transformador sencillo-U · I · N · I<sub>1</sub> · P</b>	ud	Unidad de equipo completamente instalado
<b>IET-6 Equipo transformador doble-U · I · N · I<sub>1</sub></b>	ud	Unidad de equipo completamente instalado
<b>IET-7 Línea de puesta a tierra de las masas metálicas</b>	m	Longitud de línea realmente instalada
<b>IET-8 Línea de puesta a tierra del neutro</b>	m	Longitud de línea realmente instalada
<b>IET-9 Acondicionamiento del local del centro de transformación-A · B · H · S · Tipo</b>	ud	Unidad terminada



## Valoración

### 1. Criterio de valoración

La valoración de cada especificación se obtiene sumando los productos de los precios unitarios correspondientes a las especificaciones recuadradas que 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, incluso obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares.

Esta valoración no incluye la obra civil correspondiente al edificio que aloja el equipo transformador.

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coficiente de medición
<b>IET-5 Equipo transformador sencillo-U-I-N-I<sub>1</sub>-P</b>	ud		
Incluso fijación e interconexión de celdas y colocación del transformador sobre carriles guía del foso.	ud	IET-1	2
L es la longitud de la línea puente en alta tensión, en m.	ud	IET-2	1
L <sub>1</sub> es la longitud de la línea puente en baja tensión, en m.	m	IER-1	3L
	ud	IET-3	1
	m	IER-2	(0,02 P - 1) L <sub>1</sub>
	ud	IET-4	1
<b>IET-6 Equipo transformador doble-U-I-N-I<sub>1</sub></b>	ud		
Incluso fijación e interconexión de celdas, colocación de carriles guía del foso y apertura y cierre de ranuras en solera.	ud	IET-1	2
L es la longitud de la línea puente en alta tensión, en m.	ud	IET-2	2
L <sub>1</sub> es la longitud de la línea puente en baja tensión, en m.	m	IER-1	6L
	ud	IET-3	2
	m	IER-2	14L <sub>1</sub>
	ud	IET-4	2
<b>IET-7 Línea de puesta a tierra de las masas metálicas</b>	m		
Incluso conexión al borne de puesta a tierra y conexión con el punto de puesta a tierra.	m	IEB-9	L + 0,30
L es la longitud desde el borne de conexión hasta el punto de conexión de la línea general de puesta a tierra, en m.			
<b>IET-8 Línea de puesta a tierra del neutro</b>	m		
Incluso conexión de neutro.	m	IEB-9	L + 0,30
L es la longitud que separa el borne de neutro del transformador del punto de puesta a tierra, en m.			

Especificación	Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición
<b>IET-9 Acondicionamiento del local del centro de transformación-A-B-H-S. Tipo</b>	ud		
Incluso recibido de rejillas de ventilación y puerta de acceso, así como apertura de rozas y ranuras. Encofrado y desencofrado de hormigón, así como recibido de elementos portantes de la malla protectora y fijación de ésta. Corte, preparación y colocación de armaduras y recibido de tubos de fibrocemento. A, B y H son las dimensiones del local, en m; S, la sección de cada rejilla de ventilación, en cm <sup>2</sup> ; n, el número de transformadores, y l <sub>1</sub> y l <sub>2</sub> , las distancias horizontales entre los puntos centrales de cada foso y el depósito de recogida de grasas, en m.	ud	ISV-4	2
	ud	PPA-9	1
	m <sup>2</sup>	RSS-4	$\frac{A \times B}{10.000}$
	m <sup>2</sup>	RPE-7	$\frac{2H \cdot (A + B) - 2S - 3,30}{10.000} + 1,5 \times n$
	m <sup>2</sup>	RPE-8	$\frac{A \times B}{10.000}$
	m <sup>3</sup>	EFH-7	0,5 × n
	kg	EAV-1	18,300 × n
	m <sup>2</sup>	RTC-10	2,10 × n
	m <sup>2</sup>	RSS-3	1,95
	m <sup>2</sup>	EFL-6	9,56
	m	ISS-4	2,50 + l <sub>1</sub> + l <sub>2</sub>
	m <sup>2</sup>	RPE-5	8,20
	kg	EHL-2	48,40
	m <sup>3</sup>	EHL-4	0,195
	ud	ISA-3	6

## 2. Ejemplo

**IET-5 Equipo transformador sencillo de 250 kVA, 20 kV de tensión, 400 amperios de intensidad, seis salidas de baja tensión.**

**Datos:**

P = 250 kVA  
 U = 20 kV  
 I = 400 A  
 N = 6  
 I<sub>1</sub> = 80 A  
 L = 3,5 m  
 L<sub>1</sub> = 4,0 m

**Cortacircuitos fusibles de 50 amperios.**

**Longitud de la línea puente en alta tensión, 3,5 m.**

**Longitud línea puente en baja tensión, 4 m.**

Unidad	Precio unitario	Coefficiente de medición	Precio unitario	Coefficiente de medición	
ud	IET-1	× 2	= 209.000	× 2	= 418.000
ud	IET-2	× 1	= 357.000	× 1	= 357.000
m	IER-1	× 3 × 3,5	= 693	× 10,5	= 7.277
ud	IET-3	× 1	= 558.800	× 1	= 558.800
m	IER-2	× (0,02 × 250 - 1)4	= 792	× 16	= 12.672
ud	IET-4	× 1	= 297.000	× 1	= 297.000

**Total pta./ud = 1.650.749**



## Mantenimiento

### 1. Criterio de mantenimiento

La propiedad recibirá, a la entrega de la instalación, 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 ampliación, si hubiesen sido tenidos 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 se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Técnico competente, y siempre previa aprobación de proyecto presentado a la Delegación Provincial correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

### Especificación

#### IET-5 Equipo transformador sencillo-U-I-N-I-P

#### Utilización, mantenimiento y conservación

Cada seis meses, y en cada visita al centro de transformación, se revisarán: Nivel del líquido refrigerante del transformador, funcionamiento del termómetro del mismo y comprobación de la lectura máxima, en los meses de diciembre-enero y julio-agosto.

Una vez al año se revisarán:

Interruptores, contactos y funcionamiento de sistemas auxiliares, protección contra la oxidación de envolventes, pantallas, bornes terminales y piezas de conexión.

Una vez cada cinco años se comprobarán el aislamiento de pantallas, envolventes, etc.

Siempre que el centro de transformación haya sido puesto fuera de servicio, antes de su nueva puesta en funcionamiento, se revisará:

Funcionamiento del dispositivo de disparo o señalización por elevación de la temperatura del transformador, fusibles de alta tensión, interruptores, asociados o no a fusibles de alta tensión, y seccionadores.

En cada una de estas revisiones se repararán los defectos encontrados.

La especificación IET-6 tiene idénticos criterios de utilización, mantenimiento y conservación.

#### IET-7 Línea de puesta a tierra de masas metálicas

Una vez al año, y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se procederá a la medición de puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para su examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se medirán las tensiones de paso y de contacto.

Se repararán los defectos encontrados.

La especificación IET-8 tiene idénticos criterios de utilización, mantenimiento y conservación.

#### IET-9 Acondicionamiento del local del centro de transformación-A · B · H · S · Tipo

Una vez al año, y en cada visita al centro, se revisarán:

Estado de conservación y limpieza de rejillas de ventilación, señalización de seguridad y carteles de auxilios, así como del material de seguridad.

Se repararán los defectos encontrados.

Una vez al año, y cada vez que sea necesario el cambio o reposición del líquido refrigerante, se procederá a la limpieza del foso y se comprobará la evacuación de líquidos al depósito de grasas.

Una vez cada seis meses, y cada vez que sea necesario el cambio o reposición del líquido refrigerante, se procederá a la limpieza del depósito de recogida de grasas.