

**ÍNDICE**

<b>1</b>	<b>CAMPO DE APLICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>REGLAMENTACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>CARACTERÍSTICAS GENERALES .....</b>	<b>3</b>
<b>4.1</b>	<b>Tensión nominal.....</b>	<b>3</b>
<b>4.2</b>	<b>Sistema de distribución.....</b>	<b>4</b>
<b>4.3</b>	<b>Trazado de las Redes. ....</b>	<b>4</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>En zonas de dominio público .....</i></b>	<b>4</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>En zonas de propiedad privada.....</i></b>	<b>4</b>
<b>4.4</b>	<b>Estructura de la red .....</b>	<b>4</b>
<b>4.4.1</b>	<b><i>Zonas urbanas de alta densidad .....</i></b>	<b>4</b>
<b>4.4.2</b>	<b><i>Zonas urbanas de densidad media y nuevas urbanizaciones.....</i></b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>CÁLCULOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>6</b>
<b>5.1</b>	<b>Prescripciones técnicas de carácter general.....</b>	<b>6</b>
<b>5.1.1</b>	<b><i>Conductores.....</i></b>	<b>6</b>
<b>5.2</b>	<b>Condiciones especiales de instalación subterránea, coeficientes correctores de la intensidad máxima admisible.....</b>	<b>6</b>
<b>5.2.1</b>	<b><i>Coefficiente de temperatura.....</i></b>	<b>6</b>
<b>5.2.2</b>	<b><i>Coefficientes de resistividad térmica.....</i></b>	<b>7</b>
<b>5.2.3</b>	<b><i>Coefficiente por agrupación de cables.....</i></b>	<b>7</b>
<b>5.2.4</b>	<b><i>Coefficiente por cable entubado.....</i></b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>CALCULO Y DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES .....</b>	<b>8</b>
<b>6.1</b>	<b>Criterio de Intensidad máxima admisible .....</b>	<b>8</b>
<b>6.2</b>	<b>Criterio de máxima caída de tensión.....</b>	<b>8</b>
<b>6.2.1</b>	<b><i>Cálculo de la caída de tensión.....</i></b>	<b>9</b>
<b>6.3</b>	<b>Criterio de protecciones.....</b>	<b>10</b>
<b>6.4</b>	<b>Criterio de crecimiento de la demanda .....</b>	<b>10</b>
<b>6.5</b>	<b>Criterio de la pérdida de potencia.....</b>	<b>11</b>
<b>6.6</b>	<b>Criterio de valoración de las pérdidas en los conductores .....</b>	<b>13</b>
<b>6.6.1</b>	<b><i>Coste de la energía perdida anualmente en un metro de línea .....</i></b>	<b>13</b>
<b>6.6.2</b>	<b><i>Valor actualizado de las pérdidas de energía durante t años.....</i></b>	<b>14</b>

<b>6.6.3</b>	<b><i>Coste unitario de una línea de baja tensión .....</i></b>	<b>15</b>
<b>6.6.4</b>	<b><i>Conductor más adecuado a utilizar en líneas subterráneas .....</i></b>	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>CONTINUIDAD DEL NEUTRO.....</b>	<b>17</b>
<b>8</b>	<b>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO.....</b>	<b>17</b>

## **1 CAMPO DE APLICACIÓN**

La red de distribución subterránea en BT se utiliza fundamentalmente en zonas urbanas, nuevas urbanizaciones, ampliación o mejora de las redes existentes y cuando lo exijan así sus características arquitectónicas, las ordenanzas municipales o a juicio del proyectista cuando sea esta la solución idónea.

## **2 REGLAMENTACIÓN.**

Para la confección de los criterios de diseño se ha tenido en cuenta lo establecido en cada uno de los siguientes reglamentos:

Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (Decreto 842/2002 del 2 de Agosto) e Instrucciones Complementarias MIE-BT.

Normas Técnicas Particulares (NTP) presentadas por Endesa a las comunidades autónomas y aprobadas por estas.

## **3 DOCUMENTACIÓN**

Asimismo, se ha utilizado y considerado la información contenida en los siguientes documentos:

- Proyecto Estándar de Líneas Subterráneas de Baja Tensión EGEA
- Recomendaciones UNESA (RU)
- Normalización Nacional (Normas UNE)
- Estándares GE correspondientes.
- Métodos de calculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a redes de tercera categoría, realizado por UNESA (Comité de Distribución y Comisión de Reglamentos), en lo concerniente a Redes de BT.

## **4 CARACTERÍSTICAS GENERALES**

Las características generales de las instalaciones son las siguientes:

### **4.1 Tensión nominal**

La tensión nominal será trifásica con neutro distribuido (4 hilos), de 400 V entre fases y 230 V entre estas y el neutro.

## **4.2 Sistema de distribución**

Serán redes subterráneas trifásicas de explotación radial.

Los conductores estarán protegidos en cabecera contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles, clase gG.

La sección utilizada en la línea principal será de 150 ó 240 mm<sup>2</sup>, en cables de Al. Los cambios de sección y derivaciones, se efectuarán en armarios de distribución o cajas de seccionamiento situados en superficie, en la que se ubicarán sus fusibles de protección de calibre apropiado selectivos con los de cabecera.

El conductor neutro estará conectado a tierra a lo largo de la línea de BT, en los armarios de distribución, por lo menos cada 200 m y en todos los finales tanto en las líneas principales como sus derivaciones. Ver apartado 8.

## **4.3 Trazado de las Redes.**

### **4.3.1 En zonas de dominio público**

Siempre las redes discurrirán por terrenos de dominio público, solamente en casos excepcionales se admitirá la instalación en zonas de propiedad privada.

### **4.3.2 En zonas de propiedad privada.**

En los casos excepcionales en que la solución racional, desde el punto de vista técnico y/o económico, implique la instalación de la red en zona privada, además de las condiciones de carácter general, se gestionará, en cada caso, las condiciones especiales, técnicas y jurídicas, en orden a garantizar el acceso permanente a las instalaciones para la explotación y mantenimiento de las mismas, así como para atender el suministro de los futuros clientes.

Las condiciones técnicas, contemplarán anchura, profundidad, protección mecánica, señalizaciones internas y externas de las zanjas, tipo de pavimento, etc. En cualquier caso la solución constructiva, para pasos en zonas comunitarias de propiedad privada, se convendrá de mutuo acuerdo entre la propiedad, proyectista, director de obra y los servicios técnicos de la empresa.

## **4.4 Estructura de la red**

### **4.4.1 Zonas urbanas de alta densidad**

Los elementos constitutivos de la red de son:

- Cuadro de distribución de BT en CT
- Armarios de distribución y derivación urbana
- Instalación de enlace
- Cajas de seccionamiento

**En el cuadro de distribución de BT en el CT** se procurará que las salidas se hallen equitativamente cargadas al máximo de acuerdo con la potencia del transformador. Los consumos de la explotación se irán seleccionando y escalonando según la potencia absorbida, ello comportará además el estudio del resto de la red en cuanto a armarios y cajas a instalar.

**El armario de distribución y derivación urbana** provisto de una entrada y hasta tres salidas, se empleará para efectuar derivaciones importantes de la red principal de BT, constituyendo puntos de reparto con seccionamiento y protección. Su montaje será intemperie sobre zócalo de hormigón y estará adosada a las fachadas de las fincas o en línea de alcorques dependiendo de la anchura de la acera y de las normas municipales.

**La instalación de enlace** podrá hacerse con entrada y salida a una caja de seccionamiento o derivando en T la línea subterránea de BT

**Caja de seccionamiento.** En aquellas líneas en las que, en función de la explotación, se considere necesario introducir puntos de seccionamiento en la línea general de BT, se instalarán este tipo de cajas. Es conveniente que exista al menos una de ellas aproximadamente a la mitad de la longitud de la red de BT. En los casos en que sea técnicamente aconsejable podrán instalarse más cajas no siendo recomendable que cada una pueda seccionar menos del 25% de la longitud total de la línea.

El montaje se hará inmediatamente debajo de la CGP del cliente, ver la solución constructiva correspondiente.

#### **4.4.2 Zonas urbanas de densidad media y nuevas urbanizaciones**

Los elementos constitutivos de este tipo de red son igual que los anteriores:

- Cuadro de distribución de BT en CT
- Armarios de distribución y derivación urbana
- Instalación de enlace
- Cajas de seccionamiento
- Y en el caso de zonas residenciales o urbanizaciones de viviendas unifamiliares, la caja de distribución para urbanizaciones.

La utilización de cada uno de los elementos es igual que en el caso anterior, con la salvedad que en estos casos los armarios de distribución y derivación urbana sólo se utilizarán en los puntos críticos, arranques de derivaciones etc. en función del número de circuitos y de la sección de estos.

**La caja de distribución para urbanizaciones** se utilizará en lugar de las cajas de seccionamiento, permite hacer entrada y hasta dos salidas de la línea principal de BT cuando la sección de los cables de línea este comprendida entre 50 y 240 mm<sup>2</sup>, y derivar a cliente hasta un máximo de 2 suministros trifásicos o 4 monofásicos y el calibre requerido por estas sea de 63 a 80 A. Estas derivaciones a cliente acabarán en las cajas de protección y medida (CPM).

La caja de distribución para urbanizaciones podrá estar alimentada desde un armario de distribución de BT en CT, del armario de distribución y derivación urbana ó de otra caja de distribución para urbanizaciones.

Su instalación se efectuará en intemperie dentro de hornacinas o módulos prefabricados, o bien alojada en el muro de las viviendas a alimentar.

## **5 CÁLCULOS ELÉCTRICOS.**

### **5.1 Prescripciones técnicas de carácter general.**

#### **5.1.1 Conductores.**

Los conductores a utilizar en las redes subterráneas de BT serán:

Conductores unipolares según Norma GE CNL001 y CNL007 tipo RV o XZ1, tensión 0,6/1 kV, aislamiento polietileno reticulado XLPE y cubierta según norma.

En zonas húmedas, en las que el nivel freático sobrepasa temporal o permanentemente el nivel del lecho de la zanja, deberán utilizarse cables especiales resistentes al agua.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente se corresponden a lo indicado en la Instrucción ITC BT -007, tabla 4 y coeficientes correctores allí indicados. Los valores se relacionan la en tabla I

**TABLA I**

SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES	Intensidad máxima admisible a 25° C		Intensidad 40° C	Resistencia ohm/Km	Reactancia ohm/Km
	Enterrado	Bajo tubo	Al aire	a 25° C	a 25° C
4x1x50 Al	180	144	140	0,64	0,09
3x1x95+50 Al	260	208	220	0,32	0,08
3x1x150+1x95 Al	330	264	300	0,21	0,08
3x1x240+1x150 Al	430	344	420	0,13	0,08

### **5.2 Condiciones especiales de instalación subterránea, coeficientes correctores de la intensidad máxima admisible.**

La intensidad máxima admisible deducida de la tabla I, deberá corregirse teniendo en cuenta las características reales de la instalación que difieran de las condiciones normales y que a continuación se indican.

#### **5.2.1 Coeficiente de temperatura.**

Cuando la temperatura del terreno, sea distinta de 25 °C, se aplicaran a la intensidad máxima admisible los coeficientes correctores indicados en la tabla II.

**TABLA II. COEFICIENTE DE TEMPERATURA**

Temperatura del terreno $\theta_t$ , en °C	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Coefficiente corrector	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, se obtendrán con la expresión:

$$F = \sqrt{\frac{(\theta_s - \theta_t)}{(\theta_s - 25)}}$$

**5.2.2 Coeficientes de resistividad térmica.**

Cuando los conductores sean enterrados en terrenos de resistividad térmica distinta de 100°C.cm/W, se aplicaran a la intensidad máxima admisible los coeficientes que se indican en La tabla III.

**TABLA III. COEFICIENTE DE RESISTIVIDAD TERMICA**

Resistividad del terreno °C. Cm/W	80	85	90	100	110	120	140	165	200	250	280
Coefficiente corrector	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66

**5.2.3 Coeficiente por agrupación de cables.**

En la tabla IV figuran los factores de corrección de la intensidad máxima admisible para varios cables multipolares o ternos de unipolares en contacto mutuo, enterrados en la misma zanja, en un mismo plano horizontal, con una separación entre sí que se indica en la tabla IV.

**TABLA IV. COEFICIENTES POR AGRUPACION DE CABLES**

Situación de los circuitos	Nº de circuitos en la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
En contacto	0,8	0,7	0,64	0,6	0,56	0,53	0,5	0,47
A 7 cm	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,5
A 15 cm	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
A 20 cm	0,88	0,79	0,74	0,7	0,68	0,64	0,62	0,6
A 25 cm	0,89	0,8	0,76	0,72	0,7	0,66	0,64	0,62

En caso de instalarse cables o ternos en mas de un plano horizontal, se aplicara un coeficiente de 0,90 sobre los valores de la tabla anterior por cada plano horizontal además del primero, suponiendo una separación entre planos de unos 10 cm.

#### **5.2.4 Coeficiente por cable entubado.**

Para un cable o terno instalado dentro de un tubo directamente enterrado, el factor de corrección de la intensidad máxima admisible será de 0,80. Igual factor de corrección se aplicara, sea cual fuere la protección aplicada al cable, siempre que la disposición de la misma de origen a que el cable no quede en contacto con la tierra.

Es conveniente que la relación entre los diámetros de tubo y terna de cables no sea inferior a 4.

## **6 CALCULO Y DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES**

Para el calculo del conductor y de las secciones de los mismos que configuran una red subterránea en baja tensión, se tendrán en cuenta los criterios más desfavorables de los que se indican a continuación. En Endesa solamente se utilizarán para la red principal las secciones de 150 y 240 mm<sup>2</sup> en cable de Al. Ver tabla VIII

### **6.1 Criterio de Intensidad máxima admisible**

La capacidad de cada uno de los conductores de la red, no sobrepasara los valores indicados en la tabla I, y coeficientes correctores indicados en las tablas II, III, IV.

### **6.2 Criterio de máxima caída de tensión**

#### **Introducción: Momento eléctrico y momento eléctrico específico de una línea**

Se define el momento eléctrico (M) de una carga como el producto

$M = P L$ , viene expresado en kW.km

El momento eléctrico específico de una línea (M1) es el que, para una línea determinada, origina una caída de tensión relativa del 1%

El momento específico **M1**, viene determinado por la expresión:

$$M_1 = \frac{U^2}{10^5 (R + X \operatorname{tg} \varphi)}$$

La caída de tensión relativa en % de una carga de momento eléctrico M, alimentada por una red de momento específico M1, es:

$$100 \frac{e}{U} = \frac{M}{M_1}$$

En la tabla N° V, se indican los valores de los momentos eléctricos específicos (para  $U_n = 380$  V)  $M_1$  de las redes subterráneas en BT, para distintos  $\cos \varphi$ .

**TABLA N: V (MOMENTOS ELECTRICOS ESPECIFICOS)**

Conductores mm <sup>2</sup>	Valores de $M_1$ (R = 25 °C)		
	$\cos \varphi = 1$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 0,8$
50 Al	2,25	2,10	2,03
95 Al	4,50	4,01	3,78
150 Al	6,85	5,78	5,33
240 Al	11,07	8,53	7,57

Valores de  $M_1$  en kW/km.

### 6.2.1 Cálculo de la caída de tensión

La caída de tensión en un punto de la red viene dada por la expresión:

$$e = \sqrt{3} IL(R \cos \varphi + X \sen \varphi)$$

o bien

$$e = \frac{10^3 (R + X \operatorname{tg} \varphi)}{U} P L$$

Siendo :

- P = Potencia trifásica equilibrada en kW
- I = Intensidad de fase en Amperios
- L = Longitud de la línea trifásica en km
- R = Resistencia por fase del conductor, en W/km
- X = Reactancia por fase del conductor, en W/km

Sustituyendo los valores de R y X, indicados en la Tabla I, y admitiendo una caída de tensión máxima del 5% en el punto mas alejado de la red obtendríamos las expresiones reducidas del calculo de la caída de tensión (en voltios), que para redes cilíndricas (de sección constante), cables normalizados y  $\cos \varphi$  se indican en la tabla VI:

**TABLA VI (CAIDAS DE TENSION EN VOLTIOS)**

Conductores	cos $\varphi = 0,8$	cos $\varphi = 0,9$	cos $\varphi = 1$
4x1x50 Al	1,88 PxL	1,81 PxL	1,68 PxL
3x1x95 + 1x50 Al	1,04 PxL	0,97 PxL	0,84 PxL
3x1x150 + 1x95 Al	0,74 PxL	0,67 PxL	0,54 PxL
3x1x240+1x150 Al	0,52 PxL	0,46 PxL	0,32 PxL

**Ejemplo 1:** Conductor 3x1x240+1x150 Al, potencia a transportar 200 kW, cos  $\varphi = 0,9$ , con una caída de tensión máxima del 5%, (5% de 380 = 19 V), la longitud máxima de la línea será:

$$19 = 0,46 \times 200 \times L, \quad L = 0,206 \text{ Km.}$$

**Ejemplo 2:** Aplicando el momento eléctrico específico de una línea para comprobar que la caída de tensión al final de la línea es inferior al 5%.

Se utiliza el mismo caso anterior: Conductor 3x1x240+1x150 Al, potencia a transportar 200 kW, cos  $\varphi = 0,9$ , a una distancia de 0,206 Km.

$$e(\%) = M/M_1 = PL / M_1 = 200 \times 0,206 / 8,53 = 4,83$$

En el gráfico N° 1, siguiente, se representa la potencia máxima (P) que se puede transportar, a la longitud (L) con una caída de tensión máxima del 5%.

### 6.3 Criterio de protecciones

Las líneas subterráneas de baja tensión deben estar protegidas contra sobrecargas y cortocircuitos. Estas condiciones limitan la longitud máxima de la línea.

Para utilizar este criterio se seguirá lo especificado en el documento Guía Técnica del Sistema de Protecciones en CT, PT y red BT, referencia FGC001.DOC.

### 6.4 Criterio de crecimiento de la demanda

La sección del conductor elegido debe permitir nuevas conexiones, por crecimiento de la demanda, durante un cierto periodo de tiempo, sin obligar a construir nuevas redes de salida de un CT

Debe verificarse que:  $W_i (1 + c)^t \leq W_{ad}$

Siendo :

- $W_i$  = Potencia máxima demandada inicial  
 $C$  = Crecimiento anual de la demanda de potencia en %  
 $W_{ad.}$  = Potencia admisible del conductor  
 $T$  = Periodo considerado en años

En general, adoptando como valor medio de  $(1 + c)^t = 1,4$  se tendrá que

$$W_i \times 1,4 \leq W_{ad.}; \text{ por tanto } \mathbf{W_i \leq 0,7 W_{ad}}$$

### 6.5 Criterio de la pérdida de potencia.

Debido a su impedancia los conductores sufren una pérdida de potencia transportada que en % y en función del momento eléctrico  $P \times L$  expresado en kW.km, se obtiene mediante la expresión:

$$p\% = 10^5 \frac{R_{25} P L}{U^2 \cos^2 \varphi} \quad \text{en la que}$$

- $p\%$  = Pérdida de potencia, en tanto por ciento  
 $P$  = Potencia transportada, en kW  
 $R_{25}$  = Resistencia a 25°C, en W/km  
 $U$  = Tensión compuesta en voltios  
 $L$  = Longitud, en Km

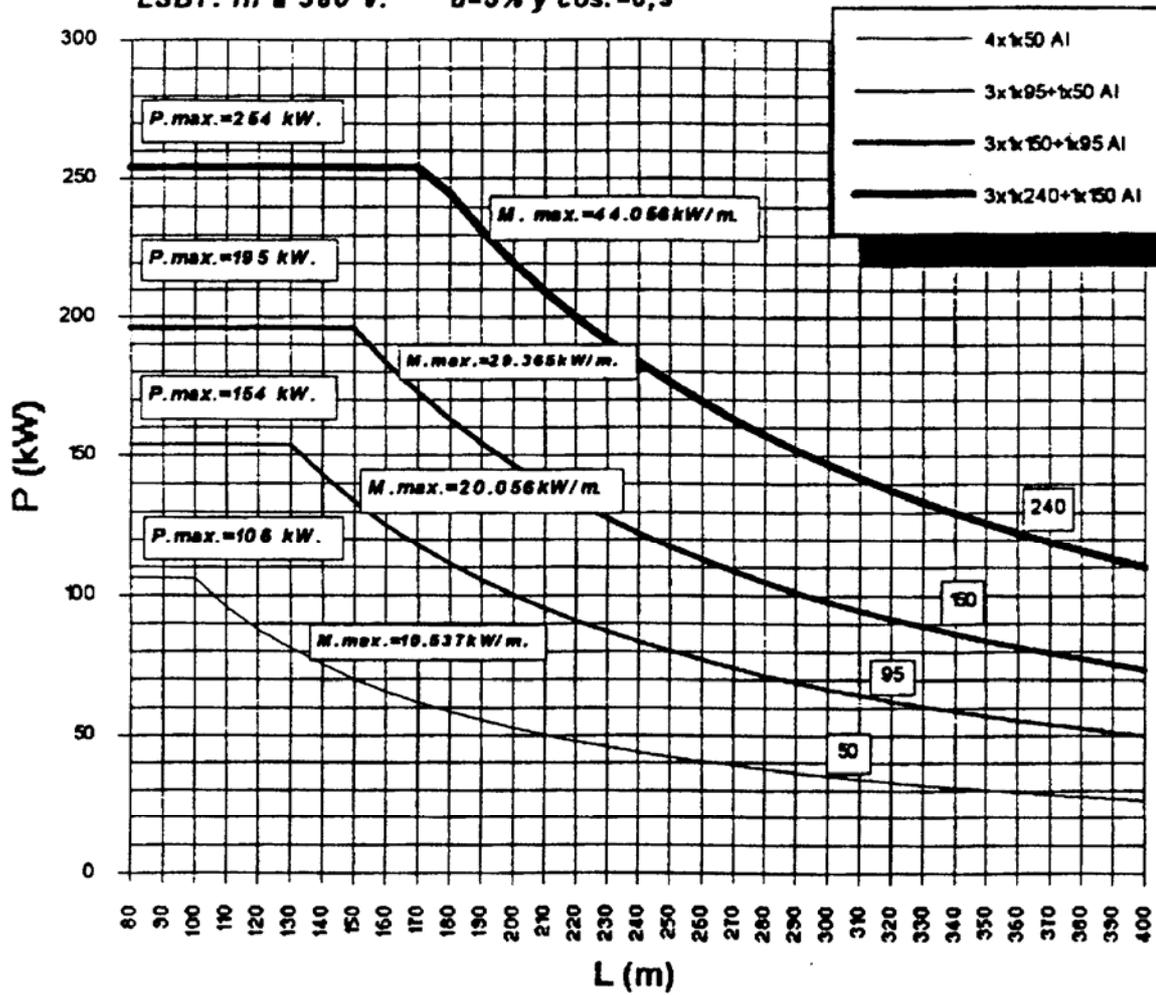
Sustituyendo los valores de R indicados en la Tabla I, obtendríamos las expresiones reducidas del calculo de la perdida de potencia (en %), que para los cables normalizados y  $\cos \varphi$  se indican en la tabla VII

**TABLA VII (PERDIDAS DE POTENCIA EN %)**

Conductores	$\cos \varphi = 0,8$	$\cos \varphi = 0,9$	$\cos \varphi = 1$
4x1x50 Al	0,694 PxL	0,548 PxL	0,444 PxL
3x1x95+1x50 Al	0,347 PxL	0,274 PxL	0,222 PxL
3x1x150+1x95 Al	0,223 PxL	0,176 PxL	0,143 PxL
3x1x240+1x150 Al	0,135 PxL	0,107 PxL	0,0806 PxL

GRAFICO N° 1

LSBT. III a 380 V.  $u=5\%$  y  $\cos.\phi=0,9$



## 6.6 Criterio de valoración de las pérdidas en los conductores

Para establecer el conductor más adecuado a utilizar desde el punto de vista económico – respecto a la potencia máxima inicial demandada – deberá partirse del criterio de valoración de pérdidas en los conductores.

Para esta valoración, deberá determinarse:

- coste de la energía perdida anualmente en un metro de línea
- valor actualizado de las pérdidas de energía durante t años

### 6.6.1 Coste de la energía perdida anualmente en un metro de línea

El coste de la energía perdida por metro de línea anualmente viene determinada por la siguiente expresión:

$$Ca = F \cdot R \cdot \left( \sum I_i^2 \cdot t_i \right) p \cdot 10^{-6} \text{ pts / mlínea}$$

siendo:

- $F$  = número de fases – trifásicas = 3, monofásicas = 2 –
- $R$  = resistencia del conductor a 65 °C en  $\Omega/\text{km}$
- $I_i$  = diferentes intensidades de carga en A
- $t_i$  = duración de las cargas –  $\sum t_i = 8640$  horas –
- $p$  = precio del kW-h de pérdidas – **se fija en 9 pts** –

**En todos los cálculos económicos se considerara el cambio 1 euro = 166,366 pts**

El término  $\sum I_i^2 t_i$  puede referirse a la intensidad máxima demandada y al número de horas anuales 8640, de esta forma:

$$\sum I_i^2 t_i = I_1^2 \cdot t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + I_3^2 \cdot t_3 + \dots = I_1^2 \cdot S \cdot t$$

- $I_1$  =  $I$  max. demandada;  $I_2, I_3 \dots < I_1$
- $t$  =  $t_1 + t_2 + t_3 + \dots = 8640$  horas
- $S$  = coeficiente de aplicación a  $I_1^2$

$$S = \frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 \cdot t_2 + I_3^2 \cdot t_3 + \dots}{I_1^2 (t_1 + t_2 + t_3 + \dots)} = \frac{t_1 + \left(\frac{I_2}{I_1}\right)^2 \cdot t_2 + \left(\frac{I_3}{I_1}\right)^2 \cdot t_3}{8640}$$

Para el régimen medio de carga de los transformadores de los CCTT, resulta un valor de  $S = 0,3$ .

Aplicando valores obtenemos

$$Ca = F \cdot R \cdot I_m^2 \cdot S \cdot 8640 \cdot p \cdot 10^{-6}$$

$$Ca = 69984 \cdot R \cdot I_m^2 \cdot 10^{-6} \text{ pts}$$

como coste de la energía perdida anualmente en un metro de línea trifásica.

### 6.6.2 Valor actualizado de las pérdidas de energía durante t años

Nos vendrá dado por la fórmula siguiente:

$$C_t = C_a \cdot \frac{(1+c)^{2t} - 1}{(1+r)^t} = k \cdot C_{a \text{ ptas}}$$

siendo:

- $t$  = el periodo de años considerado
- $c$  = el crecimiento anual de la demanda de potencia en %
- $r$  = el % de interés del capital

Considerando un periodo de  $t = 20$  años, y diferentes valores del crecimiento  $- c -$  y del % de interés  $- r -$ , se tienen los valores de  $k$  siguientes:

**Valores de k**

$c \backslash r$	5	7	10
0	13,08	11,33	9,35
1	15,35	13,19	10,72
2	18,34	15,52	12,39

Se adopta como valor medio general el de  $k = 10$ . Por consiguiente el valor actualizado de pérdidas será:

$$C_t = k \cdot Ca$$
$$C_t = 10 \cdot Ca$$

### 6.6.3 Coste unitario de una línea de baja tensión

De los distintos sumandos que componen el coste unitario de una línea de baja tensión solamente se han considerado aquellos que son dependientes de la sección del conductor a emplear, luego la expresión resultante será:

$$E = A + C_t$$

siendo:

- $A$  = coste unitario de adquisición y tendido de los conductores
- $C_t$  = coste unitario actualizado de las pérdidas en los conductores

Los valores económicos que se han utilizado para la composición del sumando  $A$  han sido los que recoge el Baremo de Unidades de Obra del Grupo ENDESA.

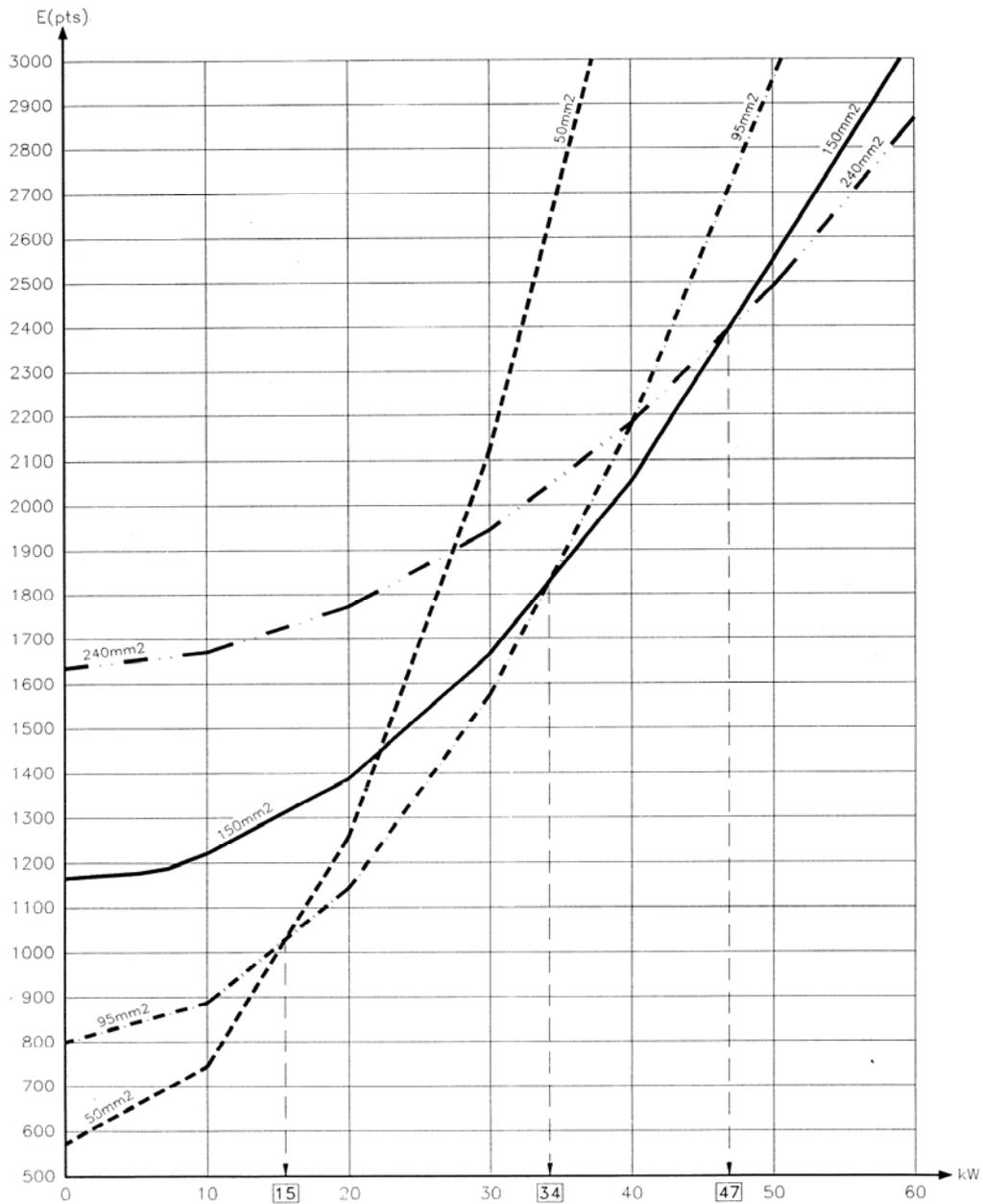
### 6.6.4 Conductor más adecuado a utilizar en líneas subterráneas

Aplicando valores a las expresiones de:

- Coste de energía pérdida
- Valor actualizado de pérdidas
- Coste unitario de la línea de baja tensión

Se obtienen unos resultados que representados en un eje de coordenadas configuran el gráfico 2.

LINEAS SUBTERRANEAS BT



**GRAFICO 2**

Las curvas de los conductores de 50 y 95 mm<sup>2</sup> se muestran como información adicional

A la vista de la representación gráfica se llega a la conclusión de que en líneas subterráneas (no se hace distinción entre monofásicas y trifásicas) y en función de la potencia máxima inicial demandada, la sección más adecuada a utilizar en cada caso será la que recoge la tabla VIII.

**TABLA VIII. CONDUCTOR A UTILIZAR EN LSBT EN FUNCION DE LA POTENCIA DEMANDADA**

Potencia máxima inicial Demandada (Wd) kW	Sección del conductor (mm <sup>2</sup> )
$Wd \leq 47$	150
$47 > Wd$	240

## **7 CONTINUIDAD DEL NEUTRO.**

La continuidad del neutro quedara asegurada en todo momento, siendo de aplicación para ello lo dispuesto a continuación.

El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada mediante uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizadas y que sólo puedan ser maniobradas con herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas estas sin haberlo sido previamente el neutro.

## **8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO**

El conductor neutro de la red se podrá conectar a tierra, en el propio electrodo de puesta a tierra del centro de transformación, en el caso de CT con tierras únicas. La condición indispensable para realizar este sistema de puesta a tierra es que la resistencia de la toma de tierra única, multiplicada por la corriente de defecto a tierra que pueda presentarse en caso de defecto de la instalación, no sea superior a 1000 V.

$$R_t \times I_d \leq 1000$$

De este modo se asegura que la tensión a la que puedan quedar sometidas las instalaciones de los clientes, en caso de defecto a tierra en el CT, será inferior a la tensión de prueba de 1500 V establecida en el MI BT 031.

Si el valor de la resistencia de puesta a tierra del CT no permite la instalación de tierras únicas, la tierra del neutro de la red debe ser independiente y se situará el electrodo a la distancia resultante del cálculo específico.

Se realizara con cable aislado (RV-0,6/1 kV), entubado e independiente de la red, con secciones mínimas de cobre de 50 mm<sup>2</sup>, unido a la pletina del neutro del cuadro de baja tensión. Este conductor de neutro a tierra, se instalara a una profundidad mínima de 60 cm, pudiéndose instalar en una de las zanjas de cualquiera de las líneas de BT.

Por otra parte, el conductor neutro de cada línea se conectara a tierra a lo largo de la red en los armarios de distribución por lo menos cada 200 m, y en todos los finales, tanto de las redes principales como de sus derivaciones.

La conexión a tierra de los otros puntos de la red, atendiendo a los criterios expuestos anteriormente, se podrá realizar mediante piquetas de 2 m de acero - cobre, conectadas con cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> y terminal a la pletina del neutro. Las piquetas podrán colocarse hincadas en el interior de la zanja de los cables de BT. También podrán utilizarse electrodos formados placas o cable de cobre enterrados horizontalmente.

Una vez conectadas todas las puestas a tierra, el valor de la resistencia de puesta a tierra general deberá ser inferior a 37  $\Omega$ , de acuerdo con el Método de Calculo y Proyecto de Instalaciones de Puesta a Tierra para Centros de Transformación conectados a Redes de Tercera Categoría, realizado por UNESA, para la red de BT.

En el caso de ampliaciones de la red de baja tensión, cuando se instalen nuevas líneas, en estas se deberá conectar a tierra el conductor neutro de la forma indicada.