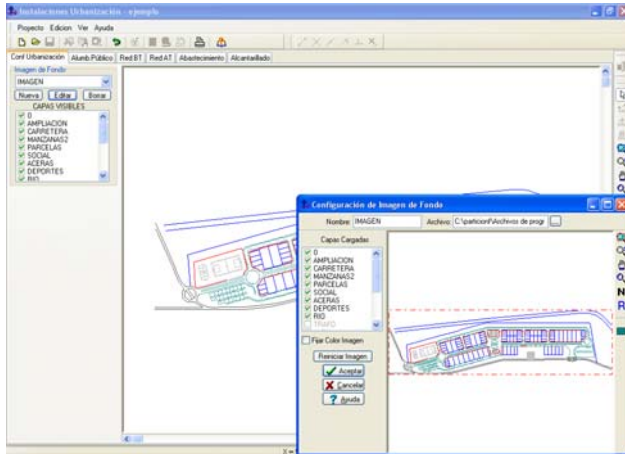


# ALP – Redes de Alumbrado Público

## Presentación

El programa **ALP** es uno de los módulos del paquete integrado de instalaciones en urbanización. Un módulo común para todas las instalaciones del paquete es la “**Configuración de la urbanización**”. Este módulo permite definir gráficamente la urbanización donde dibujar todas las infraestructuras (electricidad, abastecimiento, etc).

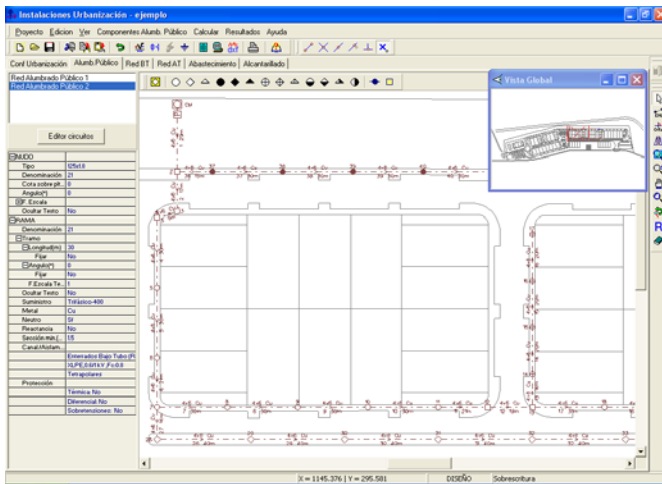


### Visión general del módulo Configuración Urbanización

- Posibilidad de cargar el dibujo de la urbanización en *DWG*, *DXF*, *BMP*, *TIF* y *JPG*.
- Posibilidad de activar o desactivar *capas* de las imágenes importadas.
- Posibilidad de cambiar el *color* de las imágenes importadas.
- Posibilidad de capturar sólo una *zona* de la imagen de fondo.

A grandes rasgos, el programa ALP presenta 6 zonas bien diferenciadas.

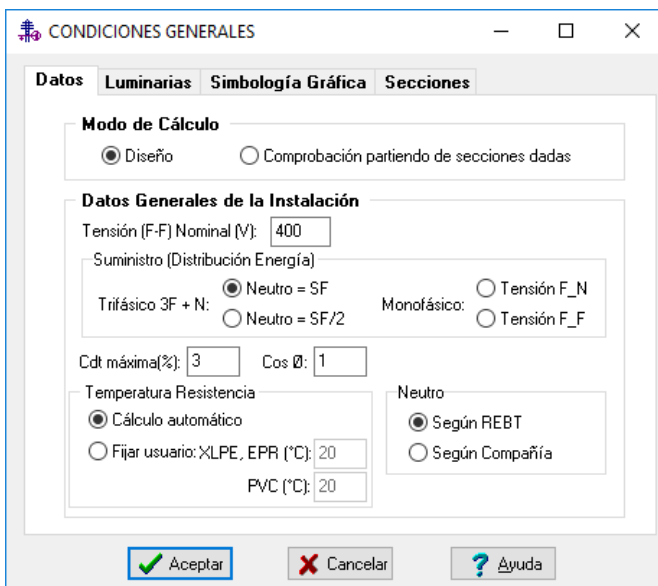
- **Menú general** de opciones (Proyecto, Edición, Ver, Nudos, Cálculos, Resultados y Ayuda).
- Botonera de **acceso directo** a los comandos más usuales (nuevo, abrir, salvar, cortar líneas y/o nudos, copiar líneas y/o nudos, pegar líneas y/o nudos, deshacer, calcular el proyecto a calentamiento y caída de tensión, calcular el proyecto a sobrecargas, calcular el proyecto a cortocircuito, calcular la puesta a tierra de la instalación, acceder al anexo de cálculo, acceder a la medición del proyecto, generar los esquemas en fichero DXF, imprimir, presentación previa, acceso a las bases de datos y ayuda).
- Paleta de **Componentes Gráficos (tipo de nudos)** para la definición de la red eléctrica (cuadro de mando, arquetas, iconos que llevan asociada la potencia de cada luminaria, etc).
- Paleta de **Herramientas** con todas las **funciones gráficas de diseño** (enlace de nudos, incluso posibilidad de hacer redes malladas, rotar, modo orto, zoom ventana, zoom en tiempo real, encuadre en tiempo real, zoom previo, zoom todo, redibuja y borrar líneas).
- Ventana de **Propiedades de Componentes**, donde definir los datos y parámetros de cada nudo y línea (longitud de la línea, suministro, metal, reactancia, aislamiento, canalización y polaridad, protecciones, etc).
- Zona de **edición gráfica**, donde se dibuja la red eléctrica (es la zona donde se ve reflejado este ejemplo).



## Visión general del programa ALP

- **Control total** de la instalación, pues es posible observar el dibujo completo de la red de un simple vistazo.
- **Diseño** de la instalación de forma muy sencilla e intuitiva.
- **Accesibilidad** instantánea a todas las opciones y funciones que incorpora el programa.
- **Modificación** instantánea de cualquier dato o parámetro de un nudo, línea o conjunto de éstos, con una simple selección de la zona deseada y aplicación de los nuevos valores.

A la hora de calcular un proyecto, se puede acceder a las **Condiciones Generales** y consultar, definir o modificar los datos o hipótesis de partida. Los valores por defecto son los más usuales y están de acuerdo al Reglamento de B.T. (RD 842/2002).



## Condiciones generales del proyecto

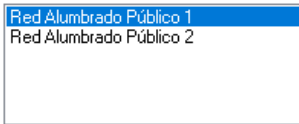
- Optimización de la instalación, trabajando en modo de cálculo *diseño*, o *comprobación* de instalaciones existentes.
- Tensión del proyecto y caída de tensión máxima.
- Temperatura calculada de forma automática para calcular la conductividad y resistividad eléctrica (XLPE, EPR y PVC).
- Coeficientes, condiciones de trabajo y simbología gráfica para cada proyecto.
- Posibilidad de trabajar con la gama de secciones que el usuario desee.

Para realizar el cálculo de una red eléctrica de alumbrado público, se accederá a la **Paleta de Componentes (tipos de nudos)**, se hará un clic con el botón izquierdo del ratón sobre el icono deseado (cuadro de mando, luminaria de una determinada potencia, etc), se desplazará hasta la **zona de edición gráfica** elegida por el usuario y se hará otro clic sobre el botón izquierdo. Cada vez que se hace un clic, en la zona de edición gráfica, se introduce en la red un nudo (luminaria, etc) y un tramo de línea eléctrica (de cobre o aluminio, con un aislamiento determinado, etc) que lo une al nudo anterior, del que parte.

De gran ayuda resulta disponer de la planta de la urbanización, polígono industrial, etc, cargada como imagen de fondo (DWG, DXF, BMP, TIF o JPG), pues con sólo ir colocando los nudos en los lugares deseados por el usuario, quedará establecida automáticamente la distancia entre ellos. También es posible prefijar esta distancia.

De esta manera tan sencilla se realiza un proyecto con muchas luminarias en muy pocos minutos.

Las **características de nudos y líneas** (potencia de una luminaria, longitud de una rama, etc), en el proceso de introducción de la red, quedarán definidas en la **Ventana de Propiedades** (datos y parámetros). Esta ventana también se utilizará para modificar características de nudos y líneas ya dibujados.



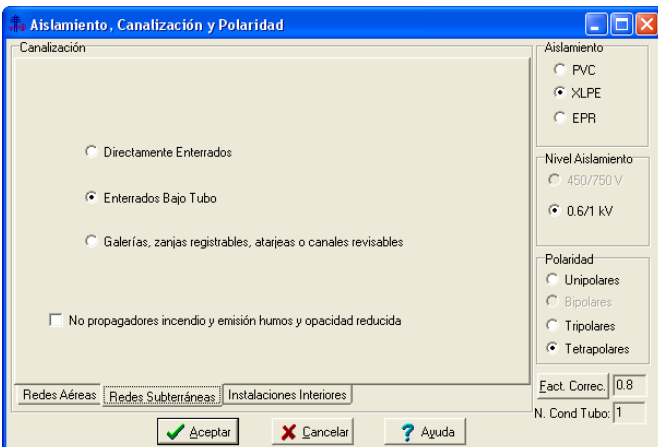
### Ventana de Propiedades

- *Tipo nudo*, para la modificación de una o varias luminarias ya introducidas.
- *Denominación* de nudos y líneas, para su identificación en el anexo de cálculo.
- Posibilidad de  *fijar la longitud de una línea y el ángulo* (coordenadas polares).
- *Metal* utilizado.
- Posibilidad de calcular con o sin *reactancia*.
- En modo de cálculo *Comprobación*, posibilidad de  *fijar la sección y el número de conductores por fase*.
- Consultar, definir o modificar el aislamiento, la canalización y la polaridad de la línea (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores).
- Incorporación de *protecciones* (térmica, diferencial y sobretensiones) en los lugares establecidos por el usuario o recomendados por el programa.

Editor circuitos	
NUDO	
Tipo	125x18
Denominación	3
Cota sobre plt...	0
Angulo(°)	0
F. Escala	
Ocultar Texto	No
Fijar Fase	No
RAMA	
Denominación	2
Tramo	
Longitud(m)	17
Fijar	No
Angulo(°)	270
Fijar	No
F. Escala Te...	1
Ocultar Texto	No
Metal	Cu
Reactancia	No
Sección min. (...)	1,5
Canal./Aislam...	
	Enterrados Bajo Tubo (R
	0,6/1 kV, XLPE, Fc:1
	RV-K Eca, Tres Unipolare
Protección	
	Térmica: No
	Diferencial: No
	Sobretensiones: No

### Opciones de Aislamiento, Canalización y Polaridad

- Redes aéreas (ITC-BT-06), Redes subterráneas (ITC-BT-07 y UNE 211435) e Instalaciones interiores (ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52). Factores de corrección por instalación y temperatura.
- Aislamiento: PVC, Polietileno Reticulado y Etileno-propileno.
- Nivel Aislamiento (fase-tierra y fase-fase): 450/750 V y 0,6/1 kV.
- Polaridad: Unipolares o Multiconductores.



Una vez diseñada la red eléctrica, el programa **calcula automáticamente** todas las secciones a calentamiento y caída de tensión, la protección a sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos) y la puesta a tierra de la instalación, aplicando para ello *cálculo matricial, algoritmos de optimización*, etc.

Una vez calculado el proyecto se puede acceder a los **resultados** desde tres puntos de vista:

- Haciendo un *zoom ventana* sobre el dibujo y observando minuciosamente todos los datos obtenidos.
- Accediendo a los *resultados del proyecto*: Memoria Descriptiva, Anexo de Cálculos, Pliego de Condiciones, Medición y Planos.
- Abriendo las ventanas de *Resultados de Líneas, Resultados de Nudos y Resultados de Cortocircuito*.

Rama	N.Orig	N.Dest	Long.(m)	I.Cálc.(A)-R	I.Cálc.(A)-S	I.Cálc.(A)-T	Sección(mm²)	I.Adm.(A)	Prot.Técnica	In/Sens.Diferenc.
1	CM	2	29	5.53	4.99	4.56	4x6	57	Iaut.10A	25A/30mA
2	2	3	17	5.53	4.99	4.56	4x6	57		
3	3	4	30	4.56	4.99	4.56	4x6	57		
4	4	5	30	4.56	4.01	4.56	4x6	57		
5	5	6	30	4.56	4.01	3.59	4x6	57		
6	6	7	30	3.59	4.01	3.59	4x6	57		
7	7	8	13	3.59	3.04	3.59	4x6	57		
8	8	9	19	1.09	0.55	0.55	4x6	57		
9	9	10	20	0.55	0.55	0.55	4x6	57		

### Ventana de resultados de líneas

- Longitud de cada línea, intensidad de cálculo por línea, sección elegida, intensidad máxima admisible de la sección, protección del conductor por interruptor automático o fusibles y protección diferencial.

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión(V)	C.d.t.(%)	Carga	IK3max(kA)	IK1max(kA)	IK1min(kA)	IK2max(kA)	IK2min(kA)
CM	0	230.94	0	(3.483 w)	12.00045		10.00037		
2	R	0.542	0.235		2.74806		0.68443		
	S	0.497	0.215		2.74806		0.68443		
	T	0.461	0.2		2.74806		0.68443		
3	R	0.86	0.373	(-225 w)	1.77929		0.43334		
	S	0.788	0.341		1.77929		0.43334		
	T	0.731	0.317		1.77929		0.43334		
4	R	1.337	0.579		1.09255		0.26295		
	S	1.302	0.564	(-225 w)	1.09255		0.26295		
	T	1.209	0.523		1.09255		0.26295		

### Ventana de resultados de nudos

- Fase asignada a la luminaria, Caída de tensión acumulada (voltios), caída de tensión acumulada (%), carga (W) e intensidad de cortocircuito máximo y mínimo en cada nudo.

Rama	N.Orig	N.Dest	IKmax(kA)	PdeC(kA)	IKmin(kA)	In; Curvas
1	CM	2	12.00045	15	0.68443	10; C
2	2	3	2.74806		0.43334	
3	3	4	1.77929		0.26295	
4	4	5	1.09255		0.18872	
5	5	6	0.78747		0.14717	
6	6	7	0.61541		0.12062	
7	7	8	0.505		0.11187	
8	8	9	0.46856		0.10115	

### Ventana de resultados de cortocircuito

- Intensidad de c.c. máximo en origen de línea, poder de corte, intensidad de c.c. mínimo en fin de línea, curvas electromagnéticas válidas, etc.

## Características Principales

### Proyecto

- Crear un proyecto **nuevo**.
- **Abrir** un proyecto existente.
- **Salvar** un proyecto a disco.
- Salvar un proyecto existente con otro nombre diferente al que se identificó por primera vez (**salvar como**) y así tener dos proyectos iguales con nombres diferentes.
- Cargar una **imagen de fondo** en formato DXF, DWG, BMP o TIF (planos vectoriales o escaneados), que nos servirá para diseñar la red gráficamente, olvidándonos de la incómoda toma de datos previos que siempre era necesaria antes de introducir los trabajos en el ordenador (longitud de ramas, ángulos, etc), pues al diseñar y dibujar sobre un plantilla real, con sólo posicionar el cursor del ratón en la zona de edición gráfica, obtenemos las coordenadas de cada nudo.
- Acceder a las **condiciones generales** del proyecto que se vaya a realizar. Esta opción permite:
  - Trabajar en modo *diseño*, optimizando la instalación, o *comprobar* instalaciones existentes.
  - Definir o modificar la *tensión* de trabajo Fase-Fase.
  - Fijar la *caída de tensión máxima*.
  - Indicar si el suministro es trifásico o monofásico; con el suministro trifásico, el programa hace un reparto automático de fases; el usuario podrá hacer el reparto manualmente si lo prefiere.
  - Fijar el  $\cos \varphi$  (factor de potencia).
  - Cálculo automático de la temperatura para calcular la conductividad y resistividad eléctrica para todos los aislamientos; también se puede fijar la temperatura manualmente.
  - Consultar o modificar la *simbología gráfica* de los iconos a utilizar en el diseño de la red eléctrica.
  - *Escalar automáticamente* el tamaño de los símbolos y textos en el dibujo de la red eléctrica.
  - Posibilidad de trabajar con la gama de secciones que el usuario desee (en redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores).
- Acceder a las **bases de datos** del programa, para su consulta, modificación o ampliación. Estas contienen:
  - *Conductores desnudos*, según ITC-BT-06.
  - *Conductores trenzados para redes aéreas, XLPE, 0,6/1 kV*, según ITC-BT-06.
  - *Redes subterráneas, 0,6/1 kV*, según ITC-BT-07 y UNE 211435.
  - *Instalaciones Interiores*, según ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52.
  - *Factores de corrección por temperatura* para todos los tipos de canalizaciones (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores; ITC-BT-06, ITC-BT-07, ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52).
  - *Factores de corrección por instalación* para todos los tipos de canalizaciones (redes aéreas, redes subterráneas e instalaciones interiores; ITC-BT-06, ITC-BT-07, ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52).
  - *Protecciones (fusibles, interruptores magnetotérmicos-automáticos e interruptores diferenciales)*.
  - *Tensión de cortocircuito en trafos (%), poderes de corte e intensidad de fusión de fusibles en 5 s*.
  - *Tubos para canalizaciones fijas en superficie, canalizaciones empotradas, canalizaciones aéreas o con tubos al aire y canalizaciones enterradas (ITC-BT-21)*.
- Seleccionar o cambiar el **editor de textos** que lleva el programa por defecto y dar la posibilidad de visualizar la memoria descriptiva, el anexo de cálculo, el pliego de condiciones y la medición en otro elegido por el usuario (word, wordperfect, etc).
- **Fijar la escala de impresión** o **ajustar** al formato deseado.
- Hacer una **presentación previa** del esquema de la red antes de la salida directa a impresora o a ploter.
- **Imprimir** el gráfico que se esté viendo en ese momento en la zona de edición gráfica.

## Edición

- **Deshacer** operaciones realizadas anteriormente.
- **Cortar** líneas y nudos de la red eléctrica.
- **Copiar** líneas y nudos de la red eléctrica.
- **Pegar** líneas y nudos, anteriormente cortados o copiados, en determinados lugares de la urbanización, polígono industrial, etc.
- **Enlazar** nudos de la red eléctrica, incluso posibilidad de hacer mallas o anillos cerrados.
- Trabajar en **modo Orto**, definiendo la red según unos ejes ficticios de un sistema de coordenadas cartesianas X,Y.
- **Rotar** partes o toda la red eléctrica.
- **Borrar** líneas y nudos de la red eléctrica.

## Ver

- La **Ventana de Resultados de Nudos**, para observar los cálculos de la caída de tensión acumulada (V y %), la tensión y carga de cada nudo y la intensidad de cortocircuito máxima y mínima.
- La **Ventana de Resultados de Líneas**, para observar la intensidad de cálculo de cada línea, la sección elegida, la intensidad máxima admisible y la protección seleccionada.
- La **Ventana de Resultados de Cortocircuito**, para observar la intensidad permanente de cortocircuito en origen y fin de línea, el poder de corte de los elementos de protección, las curvas electromagnéticas válidas (B, C o D), etc.
- La lista de **Mensajes** de errores o advertencias.
- **Redibujar** el esquema.
- **Zooms** de todo tipo (zoom ventana, zoom en tiempo real, encuadre en tiempo real, zoom previo, zoom todo, etc).
- **Vista global**, con el fin de no perder nunca la referencia de la zona del dibujo en la que estamos trabajando.
- Visualizar u ocultar **una imagen** de fondo (planta de una urbanización, etc) anteriormente cargada.
- Visualizar u ocultar los **nudos-ramas**, el texto de los nudos y el texto de las ramas de la red eléctrica.
- Cambiar el **color de fondo** de la zona de edición gráfica.

## Nudos

- **Paleta de Componentes Gráficos (tipos de nudos)** para diseñar el esquema de la red eléctrica (cuadro de mando, arqueta, luminarias de cualquier potencia, etc).

## Ventana de Propiedades

- **Tipo nudo**, para la modificación de una o varias luminarias ya introducidas.
- **Denominación** de nudos y líneas, para su identificación en el anexo de cálculo.
- Posibilidad de  **fijar la longitud de una línea y el ángulo** (coordenadas polares).
- **Metal** utilizado (Cu o Al).
- Posibilidad de calcular con o sin **reactancia**.
- En modo de cálculo **Comprobación**, posibilidad de  **fijar la sección y el número de conductores por fase**.
- Consultar, definir o modificar el aislamiento, la canalización y la polaridad de la línea (redes aéreas según ITC-BT-06, redes subterráneas según ITC-BT-07 y UNE 211435 e instalaciones interiores según ITC-BT-19 y norma UNE-HD 60364-5-52).
- Incorporación de **protecciones** (térmica por interruptor automático o fusibles, diferencial y sobretensiones) en los lugares establecidos por el usuario o recomendados por el programa.

## Cálculos

- **Proyecto.** Cálculo de secciones a calentamiento y caída de tensión, cálculo del diámetro exterior del tubo (cuando exista) y cálculo de la protección diferencial y de la protección a sobretensiones. Métodos de cálculo: cálculo matricial, algoritmos de optimización, etc. Posibilidad de diseñar instalaciones, comprobar instalaciones existentes o adaptar instalaciones a gusto del usuario dando mensajes de error si no cumplen técnicamente.
- **Sobrecargas.** Cálculo, análisis y capacidad de la instalación para soportar las sobreintensidades – sobrecargas. Obtención automática del calibre de los elementos de protección (interruptores magnetotérmicos-automáticos y fusibles).
- **Cortocircuito.** Cálculo del cortocircuito máximo y mínimo en cada línea. Obtención del poder de corte de los elementos de protección y corte, curvas electromagnéticas válidas (B, C o D), etc.

## Resultados

- La **Memoria Descriptiva** muestra las características de la red de alumbrado público. Permite ser cargada en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- El **Anexo de cálculo** proporciona un resumen de fórmulas generales y de cortocircuito, los resultados obtenidos para las distintas *líneas* (longitud, metal, reactancia, canalización, aislamiento, polaridad, intensidad de cálculo por línea, calibre de las protecciones, secciones calculadas, intensidad máxima admisible, factor de corrección y diámetro de tubo cuando exista) y *nudos* (caída de tensión acumulada, tensión y carga de cada nudo), y el cálculo completo a *cortocircuito* (intensidad de cortocircuito en origen y fin de línea, poder de corte de los elementos de protección, curvas electromagnética válidas, etc). Permite cargar los resultados en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- El **Pliego de Condiciones** muestra de forma minuciosa las características constructivas y de ejecución de todas las instalaciones proyectadas, así como las responsabilidades que debe asumir cada una de las partes que intervienen en la ejecución de la obra. Permite ser cargado en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- La **Medición** muestra el cómputo de toda la aparamenta eléctrica que interviene en el cálculo. Permite cargar los resultados en el editor de textos del programa o en el seleccionado por el usuario (word, wordperfect, etc, mediante la opción Cambiar Editor), presentar, visualizar, editar, imprimir y generar dicho documento en fichero RTF, de intercambio con cualquier editor de textos.
- Los **Esquemas** unifilares muestran las características generales del proyecto calculado. Salida directa a impresora o generación en fichero DXF, de intercambio con cualquier programa de CAD.

## Ayudas

- El programa proporciona **ayudas técnicas** muy didácticas de cada una de las opciones y campos establecidos. Incorpora también filosofía de trabajo del programa, ejemplos prácticos resueltos, etc. Toda esta información queda además recogida en los manuales correspondientes.

## Memoria Descriptiva

1. ANTECEDENTES.
2. OBJETO DEL PROYECTO.
3. REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.
4. EMPLAZAMIENTO.
5. USO AL QUE SE DESTINA LA INSTALACIÓN.
6. SUMINISTRO DE LA ENERGÍA.
7. CLASIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN Y REQUISITOS FOTOMÉTRICOS.
  - 7.1. ALUMBRADO VIAL.
  - 7.2. ALUMBRADOS ESPECÍFICOS.
  - 7.3. ALUMBRADO ORNAMENTAL.
  - 7.4. ALUMBRADO PARA VIGILANCIA Y SEGURIDAD NOCTURNA.
  - 7.5. ALUMBRADO DE SEÑALES Y ANUNCIOS LUMINOSOS.
  - 7.6. ALUMBRADO FESTIVO Y NAVIDEÑO.
8. ILUMINANCIAS Y UNIFORMIDADES DE LOS VIALES.
9. RESPLANDOR LUMINOSO NOCTURNO.
10. LIMITACIÓN DE LA LUZ INTRUSA O MOLESTA.
11. EFICIENCIA ENERGÉTICA.
  - 11.1. REQUISITOS MÍNIMOS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA ( $\epsilon$ ).
  - 11.2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES DE ALUMBRADO.
12. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN.
  - 12.1. LÁMPARAS.
  - 12.2. LUMINARIAS.
  - 12.3. EQUIPOS AUXILIARES.
13. DISPOSICIÓN DE VIALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN ADOPTADO.
14. RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO PREVISTO Y DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE ACCIONAMIENTO Y DE REGULACION DE NIVEL LUMINOSO.
15. SOPORTES.
16. CANALIZACIONES.
  - 16.1. REDES SUBTERRÁNEAS.



- 16.2. REDES AÉREAS.
- 17. CONDUCTORES.
- 18. SISTEMAS DE PROTECCIÓN.
- 19. COMPOSICIÓN DEL CUADRO DE MANIOBRA Y CONTROL.
- 20. PLANOS.
- 21. CONCLUSIÓN.

## **SEGURIDAD, HIGIENE Y SALUD EN EL TRABAJO**

- 1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.
  - 1.1. INTRODUCCIÓN.
  - 1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.
  - 1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.
  - 1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.
- 2. DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.
  - 2.1. INTRODUCCIÓN.
  - 2.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.
- 3. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.
  - 3.1. INTRODUCCIÓN.
  - 3.2. OBLIGACIÓN GENERAL DEL EMPRESARIO.
- 4. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN.
  - 4.1. INTRODUCCIÓN.
  - 4.2. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.
  - 4.3. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.
- 5. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL
  - 5.1. INTRODUCCIÓN.
  - 5.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

# Anexo de cálculos

## Fórmulas Generales

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1,732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos\varphi$  = Coseno de  $\varphi$ . Factor de potencia.

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{m}\Omega/\text{m}$ .

## Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1 + \alpha(T - 20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max} - T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

$K$  = Conductividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho$  = Resistividad del conductor a la temperatura  $T$ .

$\rho_{20}$  = Resistividad del conductor a 20°C.

$$Cu = 0,017241 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$$Al = 0,028264 \text{ ohmios}\cdot\text{mm}^2/\text{m}$$

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0,003929$$

$$Al = 0,004032$$

$T$  = Temperatura del conductor (°C).

$T_0$  = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

$T_{\max}$  = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

$I$  = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$  = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

## Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

$I_b$ : intensidad utilizada en el circuito.

$I_z$ : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE-HD 60364-5-52.

$I_n$ : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables,  $I_n$  es la intensidad de regulación escogida.

$I_2$ : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica  $I_2$  se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45  $I_n$  como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 In).

### Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{k3} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k2} = ct U / 2 (ZQ+ZT+ZL)$$

$$* I_{k1} = ct U / \sqrt{3} (ZQ+ZT+ZL+(Z_N \text{ ó } Z_{PE}))$$

**¡ATENCIÓN!: La suma de las impedancias es vectorial, son números complejos y se suman partes reales por un lado (R) e imaginarias por otro (X).**

\* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Rt:  $R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Xt:  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

Siendo:

I<sub>k3</sub>: Intensidad permanente de c.c. trifásico (simétrico).

I<sub>k2</sub>: Intensidad permanente de c.c. bifásico (F-F).

I<sub>k1</sub>: Intensidad permanente de c.c. Fase-Neutro o Fase PE (conductor de protección).

ct: Coeficiente de tensión. (Condiciones generales de cc según I<sub>kmax</sub> o I<sub>kmin</sub>), UNE\_EN 60909.

U: Tensión F-F.

ZQ: Impedancia de la red de Alta Tensión que alimenta nuestra instalación. S<sub>cc</sub> (MVA) Potencia cc AT.

$$ZQ = ct U^2 / S_{cc}$$

$$XQ = 0.995 ZQ$$

$$RQ = 0.1 XQ$$

UNE\_EN 60909

ZT: Impedancia de cc del Transformador. S<sub>n</sub> (KVA) Potencia nominal Trafo, ucc% e urcc% Tensiones cc Trafo.

$$ZT = (ucc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$RT = (urcc\%/100) (U^2 / S_n)$$

$$XT = (ZT^2 - RT^2)^{1/2}$$

ZL,ZN,ZPE: Impedancias de los conductores de fase, neutro y protección eléctrica respectivamente.

$$R = \rho L / S \cdot n$$

$$X = X_u \cdot L / n$$

R: Resistencia de la línea.

X: Reactancia de la línea.

L: Longitud de la línea en m.

$\rho$ : Resistividad conductor, (I<sub>kmax</sub> se evalúa a 20°C, I<sub>kmin</sub> a la temperatura final de cc según condiciones generales de cc).

S: Sección de la línea en mm<sup>2</sup>. (Fase, Neutro o PE)

X<sub>u</sub>: Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n: n° de conductores por fase.

\* Curvas válidas. (Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B

$$IMAG = 5 I_n$$

CURVA C

$$IMAG = 10 I_n$$

CURVA D

$$IMAG = 20 I_n$$

### Fórmulas Resistencia Tierra

#### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot \rho / P$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

$\rho$ : Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

#### Pica vertical

$$R_t = \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

#### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot \rho / L$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

#### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2\rho + L_p/\rho + P/0,8\rho)$$

Siendo,

R<sub>t</sub>: Resistencia de tierra (Ohm)

ρ: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L<sub>c</sub>: Longitud total del conductor (m)

L<sub>p</sub>: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

## Red Alumbrado Público 1

**Las características generales de la red son:**

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9

C.d.t. máx.(%): 3

Cos φ : 1

**Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:**

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CM	2	29	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,53 4,99 4,56	10	25/30	4x6	57/1	90
2	2	3	17	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	5,53 4,99 4,56			4x6	57/1	90
3	3	4	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,56 4,99 4,56			4x6	57/1	90
4	4	5	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,56 4,01 4,56			4x6	57/1	90
5	5	6	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	4,56 4,01 3,59			4x6	57/1	90
6	6	7	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,59 4,01 3,59			4x6	57/1	90
7	7	8	13	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	3,59 3,04 3,59			4x6	57/1	90
8	8	9	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,09 0,55 0,55			4x6	57/1	90
9	9	10	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,55 0,55 0,55			4x6	57/1	90
10	10	11	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,55 0,55 0,55			4x6	57/1	90
11	11	12	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,55 0,55 0,55			4x6	57/1	90
12	8	13	21	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,49 2,49 3,04			4x6	57/1	90
13	13	14	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	2,49 2,49 2,07			4x6	57/1	90
14	14	15	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,52 2,49 2,07			4x6	57/1	90
15	15	16	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,52 1,52 2,07			4x6	57/1	90
16	16	17	30	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	1,52 1,52 1,09			4x6	57/1	90
17	17	18	29	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,55 1,52 1,09			4x6	57/1	90
18	18	19	19	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,55 0,55 1,09			4x6	57/1	90
19	19	20	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,55 0,55 0,55			4x6	57/1	90
20	20	21	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0,55 0,55 0,55			4x6	57/1	90
21	21	22	20	Cu	Ent.Bajo Tubo RV-K Eca 3 Unp.	0 0,55 0,55			4x6	57/1	90

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik3Max (kA)	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)	Ik2Max (kA)	Ik2Min (kA)
CM	0	230,94	0	(3.483 W)	12,00045		10,00037		

2-R	0,555	0,24		2,74806	0,68443
2-S	0,508	0,22		2,74806	0,68443
2-T	0,471	0,204		2,74806	0,68443
3-R	0,88	0,381	(-225 W)	1,77929	0,43334
3-S	0,806	0,349		1,77929	0,43334
3-T	0,748	0,324		1,77929	0,43334
4-R	1,368	0,592		1,09255	0,26295
4-S	1,331	0,576	(-225 W)	1,09255	0,26295
4-T	1,235	0,535		1,09255	0,26295
5-R	1,855	0,803		0,78747	0,18872
5-S	1,771	0,767		0,78747	0,18872
5-T	1,723	0,746	(-225 W)	0,78747	0,18872
6-R	2,343	1,014	(-225 W)	0,61541	0,14717
6-S	2,21	0,957		0,61541	0,14717
6-T	2,124	0,92		0,61541	0,14717
7-R	2,744	1,188		0,505	0,12062
7-S	2,649	1,147	(-225 W)	0,505	0,12062
7-T	2,526	1,094		0,505	0,12062
8-R	2,918	1,264		0,46856	0,11187
8-S	2,802	1,213		0,46856	0,11187
8-T	2,7	1,169		0,46856	0,11187
9-R	3,033	1,313	(-126 W)	0,42386	0,10115
9-S	2,887	1,25		0,42386	0,10115
9-T	2,784	1,206		0,42386	0,10115
10-R	3,122	1,352		0,38517	0,09188
10-S	2,976	1,289	(-126 W)	0,38517	0,09188
10-T	2,873	1,244		0,38517	0,09188
11-R	3,211	1,391		0,35296	0,08417
11-S	2,976	1,289		0,35296	0,08417
11-T	2,962	1,283	(-126 W)	0,35296	0,08417
12-R	3,3	1,429	(-126 W)	0,32571	0,07765
12-S	2,976	1,289		0,32571	0,07765
12-T	2,962	1,283		0,32571	0,07765
13-R	3,132	1,356		0,41964	0,10014
13-S	3,016	1,306		0,41964	0,10014
13-T	2,947	1,276	(-225 W)	0,41964	0,10014
14-R	3,437	1,488	(-225 W)	0,36517	0,08709
14-S	3,321	1,438		0,36517	0,08709
14-T	3,214	1,392		0,36517	0,08709
15-R	3,656	1,583		0,32321	0,07705
15-S	3,626	1,57	(-225 W)	0,32321	0,07705
15-T	3,482	1,508		0,32321	0,07705
16-R	3,876	1,678		0,2899	0,06909
16-S	3,846	1,665		0,2899	0,06909
16-T	3,749	1,623	(-225 W)	0,2899	0,06909
17-R	4,095	1,773	(-225 W)	0,26281	0,06261
17-S	4,065	1,76		0,26281	0,06261
17-T	3,931	1,702		0,26281	0,06261
18-R	4,224	1,829		0,24104	0,05742
18-S	4,277	1,852	(-225 W)	0,24104	0,05742
18-T	4,106	1,778		0,24104	0,05742
19-R	4,309	1,866		0,22863	0,05445
19-S	4,362	1,889		0,22863	0,05445
19-T	4,221	1,828	(-126 W)	0,22863	0,05445
20-R	4,398	1,904	(-126 W)	0,21687	0,05165
20-S	4,451	1,927		0,21687	0,05165
20-T	4,31	1,866		0,21687	0,05165
21-R	4,398	1,904		0,20627	0,04912
21-S	4,54	1,966*	(-126 W)	0,20627	0,04912
21-T	4,399	1,905		0,20627	0,04912
22-R	4,398	1,904		0,19665	0,04682
22-S	4,54	1,966		0,19665	0,04682
22-T	4,488	1,944	(-126 W)	0,19665	0,04682

NOTA:

- \* Nudo de mayor c.d.t.

#### Caida de tensión total en los distintos itinerarios:

CM-2-3-4-5-6-7-8-9-10-11-12 = 1.28 %

CM-2-3-4-5-6-7-8-13-14-15-16-17-18-19-20-21-22 = 1.94 %

**Resultados Cortocircuito:**

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IkMax (kA)	P de C (kA)	IkMin (kA)	In;Curvas
1	CM	2	12,00045	15	0,68443	10; C
2	2	3	2,74806		0,43334	
3	3	4	1,77929		0,26295	
4	4	5	1,09255		0,18872	
5	5	6	0,78747		0,14717	
6	6	7	0,61541		0,12062	
7	7	8	0,505		0,11187	
8	8	9	0,46856		0,10115	
9	9	10	0,42386		0,09188	
10	10	11	0,38517		0,08417	
11	11	12	0,35296		0,07765	
12	8	13	0,46856		0,10014	
13	13	14	0,41964		0,08709	
14	14	15	0,36517		0,07705	
15	15	16	0,32321		0,06909	
16	16	17	0,2899		0,06261	
17	17	18	0,26281		0,05742	
18	18	19	0,24104		0,05445	
19	19	20	0,22863		0,05165	
20	20	21	0,21687		0,04912	
21	21	22	0,20627		0,04682	

**Cálculo de la Puesta a Tierra:**

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm <sup>2</sup> 30 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm <sup>2</sup>
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 1 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 17,65 ohmios.

## **Pliego de Condiciones**

### **Condiciones Generales**

1. OBJETO.
2. DISPOSICIONES GENERALES.
3. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.
  - 3.1. DATOS DE LA OBRA.
  - 3.2. REPLANTEO DE LA OBRA.
  - 3.3. FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN.
  - 3.4. MATERIALES.
  - 3.5. ENSAYOS.
  - 3.6. LIMPIEZA Y SEGURIDAD DE LAS OBRAS.
  - 3.7. MEDIOS AUXILIARES.
  - 3.8. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.
  - 3.9. GASTOS POR CUENTA DEL CONTRATISTA.

### **Condiciones Técnicas para la Ejecución de Alumbrados Públicos**

OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN.

EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

CAPÍTULO I. MATERIALES.

CAPÍTULO II. EJECUCIÓN.

### **Mantenimiento de la Eficiencia Energética de las Instalaciones**

### **Mediciones Luminotécnicas en las Instalaciones de Alumbrado**

1. COMPROBACIONES ANTES DE REALIZAR LAS MEDIDAS.
  - 1.1. CONDICIONES DE VALIDEZ PARA LAS MEDIDAS.
  - 1.2. MEDIDA DE LUMINANCIAS.
  - 1.3. MEDIDA DE ILUMINANCIAS.
  - 1.4. COMPROBACIÓN DE LAS MEDICIONES LUMINOTECNICAS.
2. MEDIDA DE LUMINANCIA.
  - 2.1. SELECCIÓN DE LA RETÍCULA DE MEDIDA.

2.2. POSICIÓN DEL OBSERVADOR.

2.3. ÁREA LÍMITE.

3. MEDIDA DE ILUMINANCIA.

3.1. SELECCIÓN DE LA RETÍCULA DE MEDIDA.

3.2. ÁREA LÍMITE.

3.3. MÉTODO SIMPLIFICADO DE MEDIDA DE LA ILUMINANCIA MEDIA.

4. MEDIDA DE ILUMINANCIA EN GLORIETAS.

5. DESLUMBRAMIENTO PERTURBADOR.

5.1. ÁNGULO DE APANTALLAMIENTO.

5.2. POSICIÓN DEL OBSERVADOR.

5.3. CONTROL DE LA LIMITACIÓN DEL DESLUMBRAMIENTO EN GLORIETAS.

6. RELACIÓN ENTORNO SR.

6.1. NÚMERO Y POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE CÁLCULO EN SENTIDO LONGITUDINAL.

6.2. NÚMERO Y POSICIÓN DE LOS PUNTOS DE CÁLCULO EN EL SENTIDO TRANSVERSAL.



## Medición

### MEDICION DE CABLES

<u>Sección(mm²)</u>	<u>Metal</u>	<u>Design</u>	<u>Polaridad</u>	<u>Total(m)</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
6	Cu	RV-K Eca	Unipolar	2.028		

### MEDICION DE TUBOS.

<u>Diámetro interior(mm)</u>	<u>Total metros</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
90	507		

### MEDICION DE PROTECCIONES.

<u>Descripción</u>	<u>Intens(A)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
I.Aut.Tetrap.	10	1		

### MEDICION DE DIFERENCIALES.

<u>Descripción</u>	<u>Intens(A)</u>	<u>Sensibilidad(mA)</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Pu(Euros)</u>	<u>Ptotal(Euros)</u>
Diferen./Tetr.	25	30	1		

### MEDICION DE LUMINARIAS.

11 Luminarias de 125 Watios  
8 Luminarias de 70 Watios