



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

# ÍNDICE GENERAL

1. Resumen
2. Abstract
3. Memorias
  - 3.1. Memoria Descriptiva
  - 3.2. Memoria Justificativa
4. Pliego de Condiciones
5. Presupuesto
6. Planos
7. Anexos
  - 7.1. Anexo I Estudio Seguridad y Salud
  - 7.2. Anexo II Bibliografía
8. Conclusiones
9. Ending



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Resumen

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## Resumen

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de una red de distribución en baja tensión de una urbanización residencial formada por treinta parcelas, en las que cada una de ellas albergará una o varias viviendas unifamiliares, según ha proyectado el urbanizador. Están previstos también dos centros comerciales y tres parques ajardinados que irán ubicados en parcelas ya determinadas. Ambos centros comerciales demandarán la mayor parte de la potencia, mientras que para las parcelas destinadas a viviendas la previsión será menor y para la misma se han tenido en cuenta las simultaneidades indicadas en la Instrucción ITC-BT-10 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. La distribución de la baja tensión partirá desde el centro de transformación que se ha establecido como punto de conexión.

En el diseño se ha buscado la optimización, aportando mejoras económicas y eficiencia energética y al mismo tiempo prestar un buen servicio al cliente. Para ello se ha dividido la red de distribución en ocho líneas partiendo del centro de transformación, reservando dos para el alumbrado público y las otras seis restantes para la distribución a cada una de las parcelas. Se han dimensionado cada una de las líneas que forman la red, minimizando los trazados, y haciendo un uso inteligente y eficiente de la distribución de potencia de la urbanización. Se ha hecho un reparto equitativo en seis zonas. Los circuitos compartirán canalizaciones de manera que los recursos que se requieren sean lo más óptimos.

Se han ajustado las secciones de cada tramo teniendo en cuenta una caída de tensión máxima hasta los usuarios de un 5%, tal y como establece la *Norma Técnica Particular de Redes de Distribución de Baja Tensión, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias, NTPRD*.



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Abstract

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## **Abstract**

This project aims to design a distribution network of low voltage of a residential urbanization formed by thirty parcels, where each will house one or more detached houses, projected as the responsible for such distribution wants. There are also planned two shopping centers and three gardened parks. Both shopping centers will demand most of the power, while the forecast will be lower in the parcels used for houses, where it has also taken into account the simultaneities indicated in Instruction ITC-BT-10 Low Voltage Electrotechnical Regulations. The distribution of low voltage will depart from the transformer station that has been established as a connection point.

In the design, it has been pursued the optimization, contributing economic improvements and energetic efficiency while offering a good customer service. To get this, network has been divided in eight distribution lines starting from the transformer station, reserving two for the public lighting and the other six to distribute each of the parcels. It has been dimensioned each of the lines that form the network, minimizing paths, and making an intelligent and efficient use of the power distribution of the urbanization. It has made an equitable sharing into six zones. The circuits will share channeling, thus the resources required are the most optimal.

The sections have been adjusted each length taking into account a maximum voltage drop to users 5%, as established by the Norm Technical Particular Distribution Network Low Voltage, in the territory of the Canary Islands , NTPRD.



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Memoria Descriptiva

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

# ÍNDICE

## Capítulo 1. Aspectos generales del proyecto

1. Objetivo.....	3
2. Alcance.....	3
3. Peticionario, promotor y titular de la instalación.....	4
4. Antecedentes.....	4
5. Situación y emplazamiento.....	4
6. Descripción de la urbanización.....	4
7. Empresa suministradora de la energía eléctrica.....	5
8. Reglamentación.....	5

## Capítulo 2. Descripción eléctrica de la red de distribución

1. Descripción del diseño de la red de distribución.....	7
1.1. Salidas de las líneas del centro de transformación.....	7
1.2. Clasificación de líneas.....	7
1.3. Características de las líneas.....	7
1.4. Equilibrado de potencias.....	8
1.5. Tramos comunes entre líneas.....	8
1.6. Arquetas y tapas.....	8
1.7. Protecciones.....	11
1.8. Puesta a tierra de las redes subterráneas de baja tensión.....	13
1.9. Armarios de distribución y derivación urbana (cuadros de parcela).....	13
1.10. Cableado subterráneo baja tensión.....	14
1.11. Zanjas.....	18
1.12. Relleno.....	18
2. Descripción de la potencia.....	19
2.1. Potencia en viviendas y centros comerciales.....	19
2.2. Potencia prevista en alumbrado público.....	20
2.3. Potencia prevista para otras instalaciones.....	20

2.4. Potencia total instalada y prevista.....	21
3. Descripción de la red electrica de baja tensión.....	21
3.1. Conductor y sección.....	21

## **Capítulo 1. Aspectos generales del proyecto**

### **1. Objetivo**

El objetivo del presente proyecto consiste en diseñar una red de distribución eléctrica de baja tensión de una urbanización que integre elementos que permitan un uso más eficiente y por tanto inteligente de la misma.

Con ello se pretende aportar mejoras económicas, de eficiencia energética y de servicio al cliente. Para ello se estudiarán el número de transformadores necesarios, adecuándolos no a la demanda punta considerando un único periodo horario, sino teniendo en cuenta varios, e incluso, en función del carácter ordinario o festivo del día.

La capacidad ofertada diferenciada, contribuirá a la reducción de pérdidas en el hierro de los transformadores, disponiendo, en servicio, en cada periodo aquellos que sea necesario de acuerdo a la previsión de la demanda. No obstante, se contemplarán también las incidencias o las demandas puntuales anormales, de manera que los usuarios no observen discontinuidades en el servicio.

La propuesta de este proyecto tiene por objeto también mejorar la gestión del sistema eléctrico, al poner orden, de acuerdo a las distintas necesidades que tienen cada uno de los usuarios, ofertando más o menos servicios de acuerdo al uso de la energía eléctrica que haga cada uno de ellos, pudiendo discriminar precios en función del suministro seleccionado, evitando la oferta única actual.

### **2. Alcance**

El alcance de este proyecto se basará en el diseño, su justificación, medición y expresar el presupuesto de los elementos necesarios para las instalaciones eléctricas necesarias para suministrar a la citada urbanización residencial. En todo momento se seguirá la reglamentación vigente para que la ejecución material se realice de acuerdo a las disposiciones legales establecidas.

El alcance de este proyecto será el diseño de la red de distribución en baja tensión, partiendo desde la salida en baja tensión de un transformador y hasta los cuadros de distribución de baja tensión, que se instalarán en cada una de las parcelas de la urbanización.

### **3. Peticionario, promotor y titular de la instalación**

El promotor, peticionario y titular de la instalación, es la Escuela Técnica de Ingeniería Civil e Industrial con domicilio social en C/ Avenida Astrofísico Francisco Sánchez, s/n, Campus Anchieta, San Cristóbal de La Laguna.

### **4. Antecedentes**

Las líneas de la red de distribución, de la urbanización, serán propiedad de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U., por lo que a la hora de elegir ciertos elementos de la instalación nos regiremos por las normas de dicha compañía.

### **5. Situación y emplazamiento**

El presente proyecto se llevará a cabo en la urbanización residencial, situada en la Av. La Torrita, T.M. La Orotava, Tenerife, en la Comunidad de Canarias.

### **6. Descripción de la urbanización**

La urbanización está formada por 16 parcelas, compuestas por 329 viviendas en total, de las cuales, 12 parcelas, representan solo una vivienda por parcela.

El resto de las parcelas, están compuestas por:

- 234 viviendas de electrificación básica.
- 95 viviendas de electrificación elevada.
- 3 parques botánicos.
- 2 centros comerciales.
- 1 parque fotovoltaico.

## **7. Empresa distribuidora de la energía eléctrica**

La empresa distribuidora de energía eléctrica será la compañía Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.

## **8. Reglamentación**

Por sus características peculiares, esta actividad se encuentra afectada principalmente por los siguientes Reglamentos y Ordenanzas:

### *a) Leyes reguladora de actividades relativas a instalaciones de energía eléctrica:*

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Decreto 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se regulan la autorización, conexión y mantenimiento de las instalaciones eléctricas en el ámbito de la Comunidad Autónoma de Canarias.

### *b) Leyes sobre medidas de seguridad :*

- Ley 31/1995 sobre Prevención de riesgos Laborales.
- ROHS Directiva 2002/95 CE: Restricciones de la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 485/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Por sus características
- Real Decreto 486/97 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/97 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a manipulación de cargas que extrañen riesgos en particular dorsos lumbares para los

trabajadores.

- Real Decreto 773/97 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección personal.
- Real Decreto 1215/97 sobre Disposiciones mínimas de seguridad para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/97 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

## Capítulo 2. Descripción eléctrica de la red de distribución

### 1. Descripción del diseño de la red de distribución

#### 1.1. Salidas de las líneas del centro de transformación

En total, del centro de transformación, saldrán 8 líneas, 2 dispuestas para el alumbrado público y las otras 6 para la distribución eléctrica de todas las parcelas de la urbanización.

#### 1.2. Clasificación de líneas

Las líneas se dividen en 2 grupos, las 2 líneas dispuestas al alumbrado público formarán un grupo y las otras 6 líneas destinadas a la distribución eléctrica a las parcelas, formarán otro grupo. Este último grupo es el que va a ser, en su mayoría, el objeto de proyecto.

#### 1.3. Características de las líneas

Todas las líneas de la red de distribución se dividen en múltiples tramos en líneas rectas. Las longitudes de cada línea, partiendo todas desde el centro de transformación, es decir, sin tener en cuenta los tramos comunes, son:

CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS		
Línea de distribución	Nº de tramos	Longitud (m)
1	19	272
2	18	278
3	16	377
4	21	398
5	24	356
6	3	422

Tabla I Características de las líneas.

## 1.4. Equilibrado de potencias

Se ha dividido, en seis partes similares, la potencia prevista total de Viviendas y Centros Comerciales, siendo cada una de las partes una línea de distribución tal y como se refleja en la Memoria Justificativa en el apartado 3.4 *Equilibrado de potencia* y en el *Plano de planta con distribución de potencia*.

## 1.5. Tramos comunes entre líneas

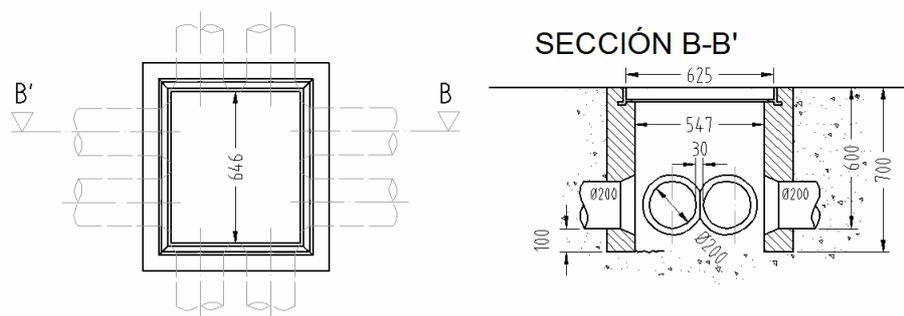
Habrán canalizaciones compartidas en la distribución de las líneas, por un lado, comparten canalización las líneas 1, 2, 5 y 6 recorriendo la zona oeste norte este y centro de la urbanización, y por otro lado, las líneas 4 y 5 que su tendido comienza por la zona sur hasta el sur-este, recorriendo parte del centro de la urbanización, tal y como se muestra en el *Plano de planta de la red de distribución en baja tensión*.

## 1.6. Arquetas y tapas

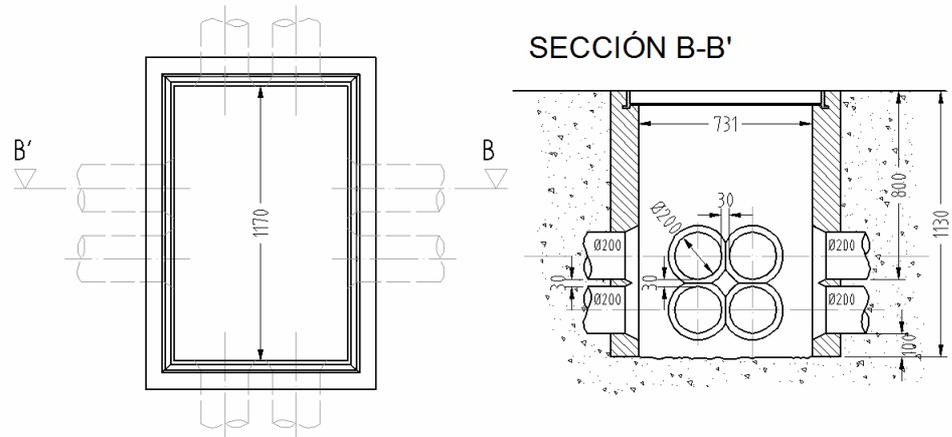
### 1.6.1. Arquetas

Las arquetas a utilizar en el tendido eléctrico de la urbanización, serán prefabricadas de hormigón, sus paredes irán enlucidas con mortero hidrófugo de cemento y arena. Se distinguirán dos tipos:

Las arquetas AR1, para canalización en acera, siendo sus dimensiones principales en milímetros, largo/ancho/altura, 646x625x700 y las Arqueta AR2 para canalización en calzada, 1170x731x1130. Ambas arquetas se ilustran a continuación en las figuras 1 y 2, con sus dimensiones más específicas, respectivamente.



**Figura 1** Arqueta tipo AR1, Canalización en acera. Fuente: NTPRD.



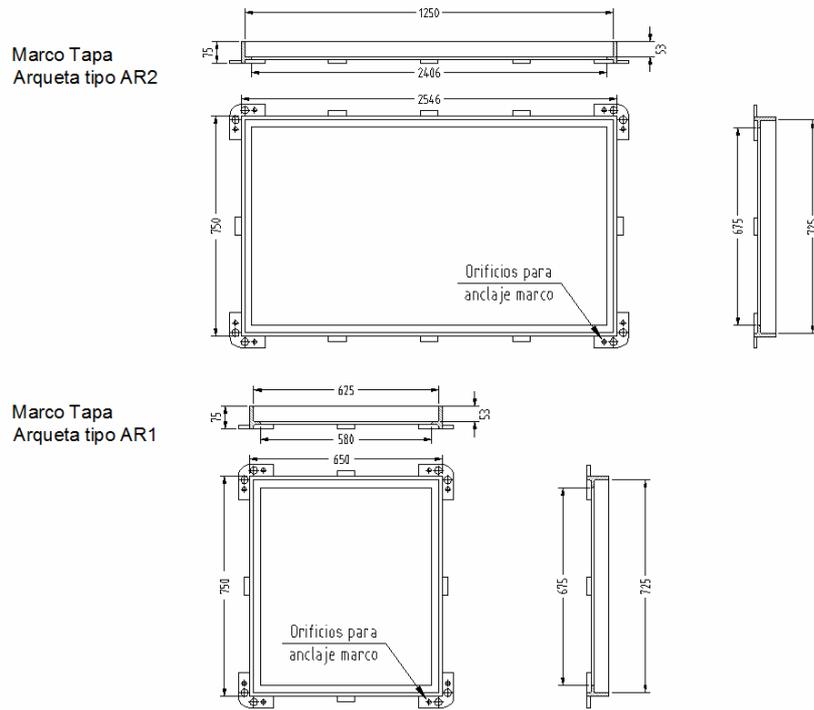
**Figura 2** Arqueta Tipo AR2, Canalización en calzada. Fuente: NTPRD.

### 1.6.2. Tapas

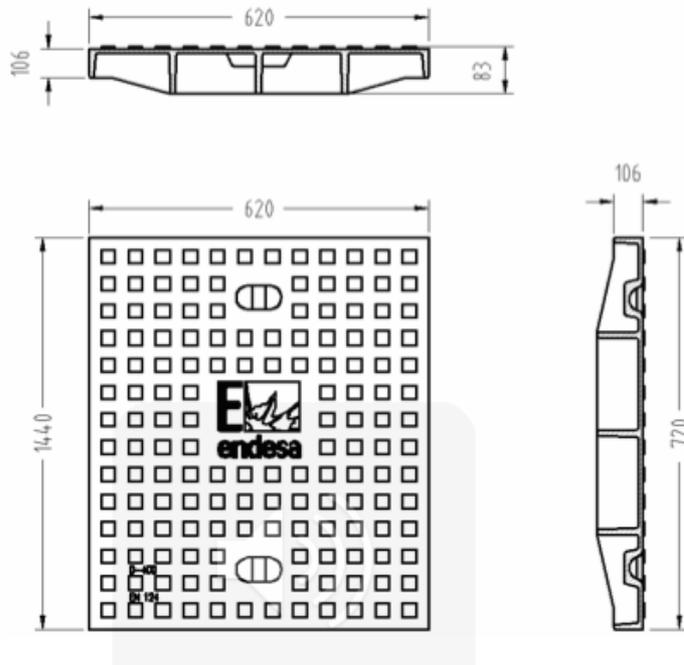
Las tapas y los marcos, serán metálicos, de fundición tipo D400 para 40 toneladas métricas, tal y como se muestran en las figuras 3 y 4. Y sus medidas serán las siguientes:

DIMENSIONES TAPAS		
Tapa	Largo (mm)	Ancho (mm)
AR1	650	750
AR2	1250	750

**Tabla II** Dimensiones de las tapas.



**Figura 3** Marcos tipo AR2 y AR1. Fuente: NTPRD.



**Figura 4** Tapa. Fuente: NTPRD.

### 1.7. Protecciones

La protección contra cortocircuitos y sobrecargas en las líneas subterráneas de baja tensión se efectuará mediante fusibles clase gG, irán colocados en el cuadro de baja tensión del centro de transformación y en los armarios de distribución que se precise.

A continuación, se mostrarán los calibres de los fusibles utilizados, en sus correspondientes circuitos:

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 1</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Intensidad (A)</b>
CT-C1	2x315
C1-C2	40
C1-C4	2x315
C11-C12	125

**Tabla III** Calibres de los fusibles L1.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Intensidad (A)</b>
C12-C13	2x315
C13-C14	315
C14-C15	200

**Tabla IV** Calibres de los fusibles L2.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 3</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Intensidad (A)</b>
CT-C1	2x400
C3-C4	200

**Tabla V** Calibres de los fusibles L3.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 4</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Intensidad (A)</b>
CT-C5	2x400
C6-C7	40

**Tabla VI** Calibres de los fusibles L4.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 5</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Intensidad (A)</b>
CT-C1	2x400
C2-C3	315

**Tabla VII** Calibres de los fusibles L5.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Intensidad (A)</b>
CT-C5	2x315
C6-C7	250

**Tabla VIII** Calibres de los fusibles L6.

En total dispondremos de 22 fusibles de clase Gg, de los cuales :

- 2 son de 40A
- 1 es de 125A
- 2 son de 200A
- 1 es de 250A
- 10 son de 315A
- 6 son de 400A

### 1.8. Puesta a tierra de las redes subterráneas de baja tensión.

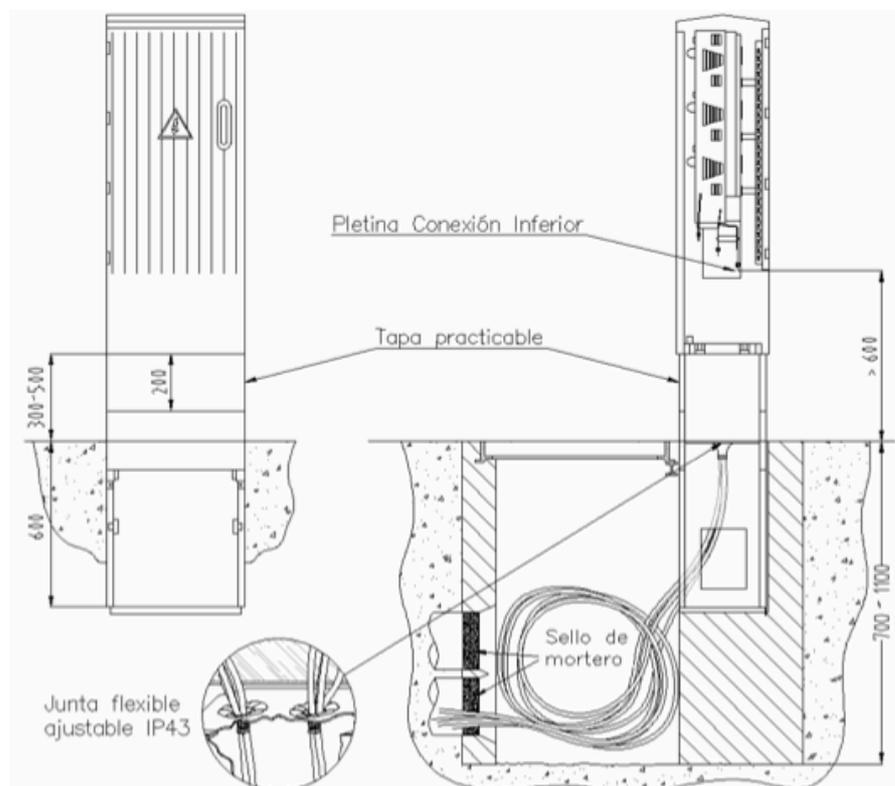
La puesta a tierra se llevará a cabo con 10 picas verticales de cobre de 2 metros de longitud cada una. La colocación de las picas se refleja en el Plano de planta Red de Distribución en Baja Tensión.

La conexión con las arquetas se realizará mediante un conductor bimetálico recubierto con lámina termoretráctil.

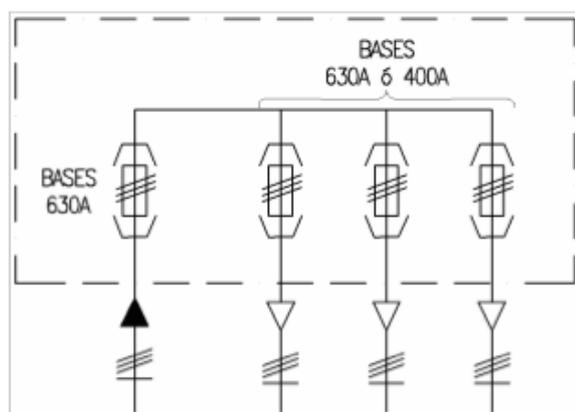
### 1.9. Armarios de distribución y derivación urbana (cuadros de parcela)

Los armarios de distribución, alojarán en su interior una entrada de hasta 630A y tres salidas, estas serán bases verticales, tipo Base Tripolar Vertical Cerrada (BTVC).

Su montaje se realizará dentro del nicho de obra civil y estará a 0,4 metros de altura del suelo.



**Figura 5** Detalle de un armario de distribución. Fuente: NTPRD.



**Figura 6** Esquema de un armario de distribución.  
Fuente: NTPRD.

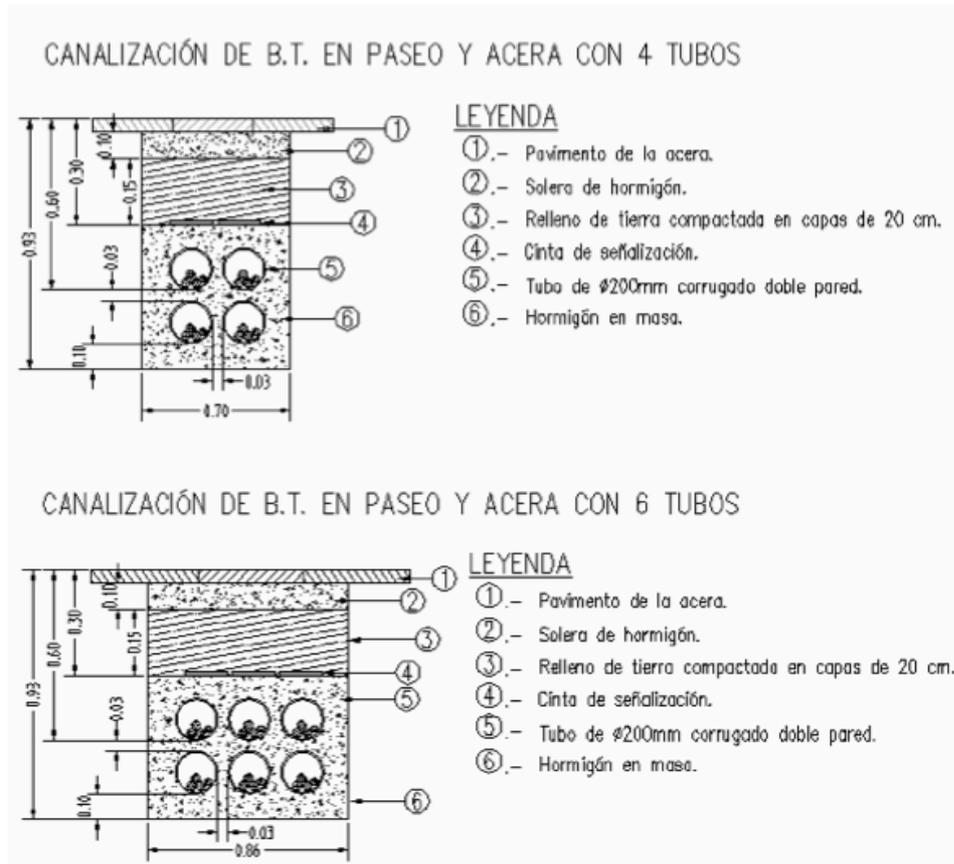
## 1.10. Cableado subterráneo en baja tensión

### 1.10.1. Canalizaciones entubadas

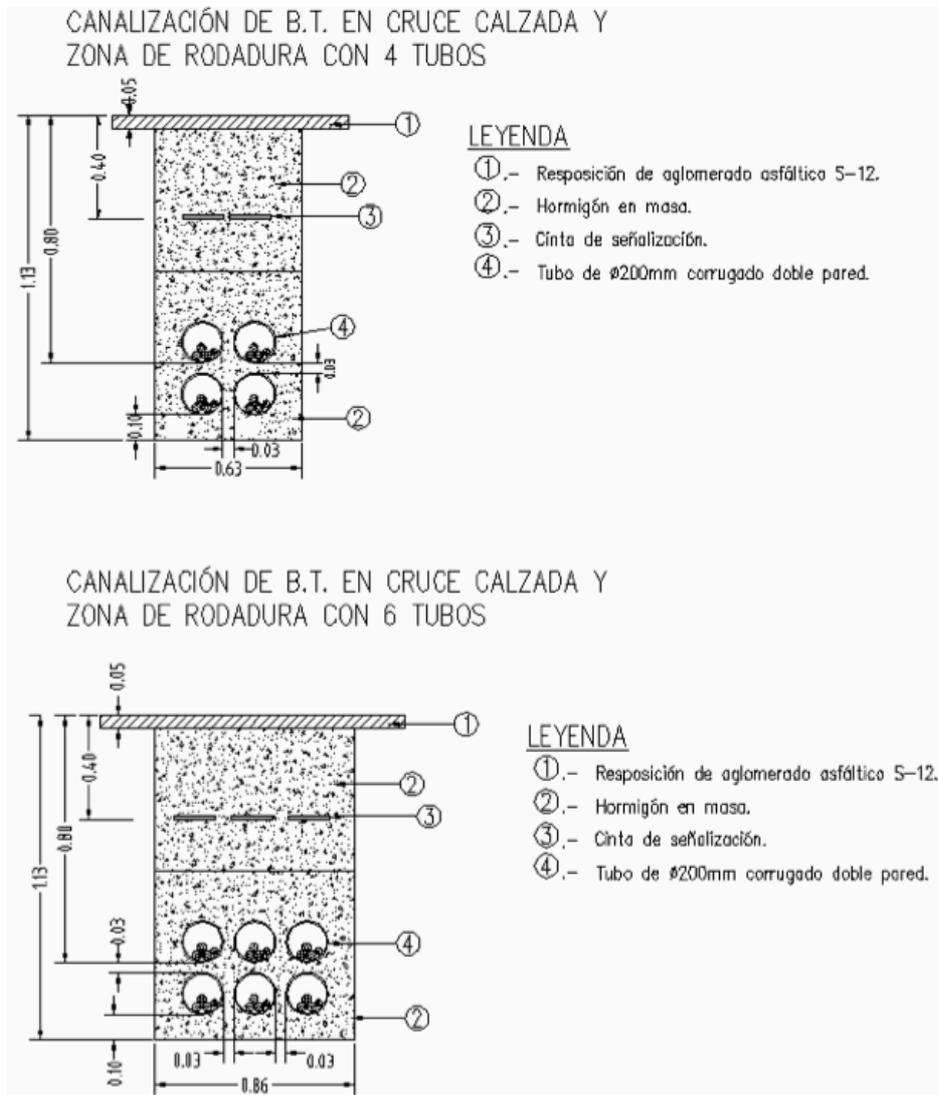
Las canalizaciones a utilizar, serán de 2, 4 y 6 tubos, tanto por acera como por calzada. Los tubos tendrán un diámetro exterior de 200 mm, y serán de PE corrugado.

La profundidad, hasta la parte más baja del tubo será de 0,7 metros cuando discorra por acera y 0,9 metros cuando discorra por calzada.

A continuación se muestran en la figura 7 y 8 las canalizaciones en acera y calzada, con 4 ó 6 tubos:



**Figura 7** Canalizaciones entubadas. Secciones tipo canalización en Acera.  
Fuente: NTPRD.



**Figura 8** Canalizaciones entubadas. Secciones tipo canalización en Calzada.  
Fuente: NTPRD.

### 1.10.2. Tendido de cables

El tendido del cable se realizará mediante la colocación de rodillos, que reducirán el esfuerzo de tiro del mismo. Se dispondrá de una base que impida el vuelco y una garganta que evita la salida del cable. El cable quedará a una distancia de 30 cm a la tapa de la arqueta.

Se evitará, mediante la toma de precauciones y previa organización de los operarios, que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes, rozaduras, etc. Durante el proceso de tendido, el radio de curvatura del cable será 15 veces su diámetro.

### 1.10.3. Señalización

Los cables estarán señalizados por una cinta de atención de acuerdo con la RU-0205. La cinta llevará una impresión indeleble, por una cara, de los dibujos, anagrama e indicaciones, según se muestra en la figura 10.

La cinta de polietileno será de color amarillo-naranja vivo, 15 cm de ancho, 0,1 mm de espesor y el lado del triángulo de riesgo eléctrico será de 10,5 cm.

La distancia a la que irá colocada la cinta, será desde el suelo a 10 cm y de la parte superior del cable será de 30 cm.



**Figura 10** Cinta de atención.

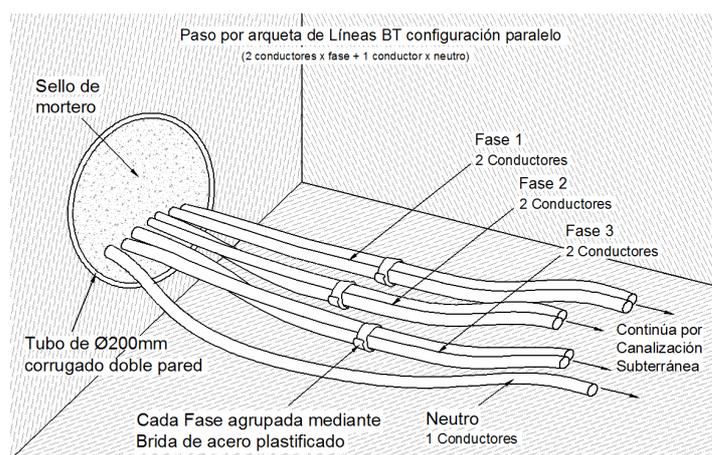
Fuente: [<http://sofamel.es/es/productcatalogue/safety/sings-and-beacons>]

### 1.11. Zanjas

La profundidad de las zanjas será de 1 metro, bastará para transportar las líneas de distribución, las cuales estarán a una profundidad de 0,7 metros cuando discurra por acera y 0,9 metros cuando discurra por calzada. Los fondos de las zanjas se nivelarán adecuadamente, retirando los elementos cortantes y puntiagudos, y extendiendo una capa de hormigón HM-20 de 10 cm. de espesor.

### 1.12. Relleno

Todo el circuito discurrirá por un único tubo, con identificación de fases y neutro en su paso por arquetas. Al llegar a estas se cubrirá con relleno de mortero para asegurar la fijación de los cables y que puedan ser manipulados, como se muestra en la figura 11 a continuación.



**Figura 11** Paso por arqueta de conductores en paralelo por fase.  
Fuente: NTPRD.

## 2. Descripción de la potencia

### 2.1. Potencia prevista en viviendas y centros comerciales

Según los cálculos realizados y reflejados en el apartado 4.2. *Cálculo de potencia prevista* de la Memoria Justificativa, se muestra a continuación la tabla 9 en donde se describe la superficie, el grado de electrificación de cada vivienda, y a qué va destinada cada parcela con su correspondiente potencia asociada.

<b>TABLA POTENCIA PREVISTA</b>	
<b>Parcela</b>	<b>Potencia (kW)</b>
2.8.1	120,0
2.8.2	75,3
2.8.3	75,3
2.8.4	105,2
2.8.5	96,0
2.8.6	76,5
2.8.7	121,6
2.8.7*	227,2
2.8.8	9,2
2.8.9	9,2
1.1.1	9,2
1.1.2	9,2
1.1.3	9,2
1.1.4	9,2
1.1.5	9,2
1.1.6	9,2
1.1.7	9,2
1.1.8	9,2
1.1.9	9,2
1.1.10	9,2
2.1.1	191
2.2.1	118,1
2.3.1	83,8
2.3.2	83,8
2.4.1	98,5
2.4.2	106,9
2.5.1	98,5
2.5.2	94,5
2.6.1	169,7

4.1	58,0
<b>TOTAL</b>	<b>2110,5</b>

**Tabla IX** Potencia prevista por parcela.

## 2.2. Potencia prevista en alumbrado público

Se muestra en la tabla 10 un cuadro resumen donde figuran las potencias de los cuadros de mando de alumbrado público, así como la cantidad de luminarias y la potencia de cada una de estas:

<b>PREVISION ALUMBRADO PUBLICO</b>			
<b>Cuadro</b>	<b>Puntos de luz</b>	<b>Pot./lámpara (W)</b>	<b>Potencia (W)</b>
C.A.P.	75	70	5250
	23	83	1909
<b>TOTAL</b>			<b>7159</b>

**Tabla XI** Potencia prevista para el alumbrado público.

## 2.3. Potencia prevista para otras instalaciones

A continuación se muestra un cuadro resumen de las potencias asociadas al mantenimiento de las zonas ajardinadas, siendo esta función de un cuarto de maquinas y bomba de riego.

<b>POTENCIA OTRAS INSTALACIONES</b>	
<b>Zona</b>	<b>Potencia total (W)</b>
Cuarto de maquinas	1.822
Bombas de riego	500
<b>TOTAL</b>	<b>2.322</b>

**Tabla XII** Potencia prevista para otras instalaciones.

## 2.4. Potencia total instalada y prevista

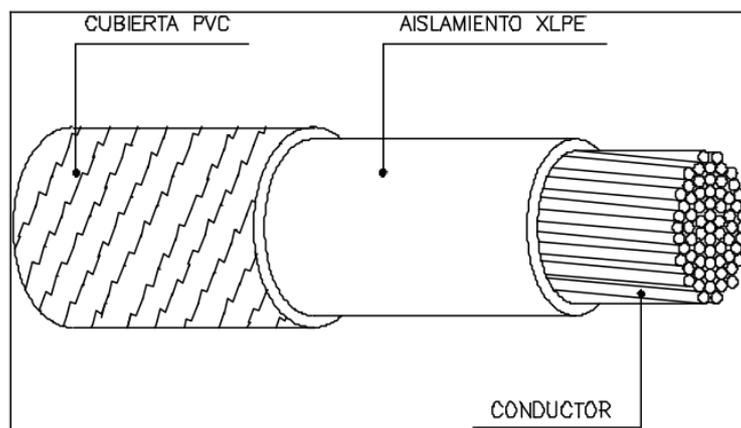
La potencia total instalada y prevista de la urbanización, será de **2.119 kW**.

## 3. Descripción de la red eléctrica de baja tensión

### 3.1. Conductor y sección

Los conductores que se utilizarán en las líneas de distribución serán unipolares de tensión nominal 0,6/1 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y recubiertos exteriormente por policloruro de vinilo (PVC), de aluminio y de cobre. Las secciones del conductor de aluminio serán de 95, 150 y 240 mm<sup>2</sup> y la correspondiente al conductor de cobre, de 240 mm<sup>2</sup>.

A continuación, se muestra en la figura 12, un cable seccionado y sus componentes:



**Figura 12** Cable seccionado. Fuente: NTPRD.

Mediante los cálculos realizados en el apartado 5.2 *Sección del conductor* de la Memoria Justificativa, se obtienen las secciones de las seis líneas de distribución, mostrando los numerosos cambios de sección en cada una de las líneas. A continuación se muestran seis tablas, correspondiente a las seis líneas de distribución:

<b>LÍNEA DISTRIBUCIÓN 1</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>
CT-1.1.8	2x240
1.1.8-1.1.9	95
1.1.9-1.1.10	95
1.1.8-1.1.7	2x240
1.1.7-1.1.6	2x240
1.1.6-1.1.5	2x240
1.1.5-1.1.4	2x240
1.1.4-1.1.3	2x240
1.1.3-1.1.2	2x240
1.1.2-1.1.1	2x240
1.1.1-2.1.1	2x240
2.1.1-4.1	150

**Tabla XIII** Secciones de la L1.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 2</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>
CT-2.2.1	2x240
2.2.1-2.3.2	240
2.3.2-2.3.1	150

**Tabla XIV** Secciones de la L2.

<b>LÍNEA DISTRIBUCIÓN 3</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>
CT-2.5.2	2x240
2.5.2-2.4.2	2x240
2.4.2-2.4.1	2x240
2.4.1-2.5.1	150

**Tabla XV** Secciones de la L3.

<b>LÍNEA DISTRIBUCIÓN 4</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>
CT-2.6.1	2x240
2.6.1-2.8.7*	2x240
2.8.7*-2.8.8	95
2.8.8-2.8.9	95

**Tabla XVI** Secciones de la L4.

<b>LÍNEA DISTRIBUCIÓN 5</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>
CT-2.8.1	2x240
2.8.1-2.8.2	2x240
2.8.2-2.8.3	240
2.8.3-2.8.4	240

**Tabla XVII** Secciones de la L5.

<b>LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN 6</b>	
<b>Circuito/parcela</b>	<b>Sección (mm<sup>2</sup>)</b>
CT-2.8.5	2x240
2.8.5-2.8.6	2x240
2.8.6-2.8.7	240

**Tabla XVIII** Secciones de la L6.



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Memoria Justificativa

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

# ÍNDICE

## Memoria Justificativa

1. Objetivo.....	2
2. Características generales técnicas de la red de distribución. ....	2
3. Estudio previsión de potencia.....	2
3.1. Objetivo.....	2
3.2. Previsión de potencia en viviendas y centros comerciales.....	2
3.3. Cálculo potencia prevista.....	3
3.4. Previsión de potencia para alumbrado público.....	4
3.5. Previsión de potencia para otras instalaciones.....	5
3.6. Potencia total instalada y prevista.....	7
4. Justificación del diseño de la red de distribución.....	6
4.1. Salida de las líneas del centro de transformación.....	6
4.2. Uso de las salidas en baja tensión.....	6
4.3. Características de las líneas.....	7
4.4. Equilibrado de potencias.....	7
4.5. Tramos comunes entre líneas.....	8
4.6. Arquetas y tapas.....	8
4.7. Protecciones.....	9
4.8. Puesta a tierra de las redes subterráneas de baja tensión.....	18
4.9. Estructura de la red.....	19
4.10. Instalación de cables subterráneos de baja tensión .....	19
5. Justificación eléctrica. Líneas de distribución de baja tensión.....	20
5.1. Objetivo.....	20
5.2. Sección del conductor.....	20
5.3. Características del conductor.....	23

## **Memoria Justificativa**

### **1. Objetivo**

El objeto de la memoria justificativa del presente proyecto es, mediante la aportación de razones y fundamentos técnicos, justificar y respaldar los elementos necesarios para las instalaciones eléctricas de una urbanización residencial.

### **2. Características generales técnicas de la red de distribución**

Las redes de distribución son trifásicas, serán 230/400 V y trabajarán a una frecuencia de 50 Hz, teniendo en cuenta las siguientes características:

- La caída de tensión no será superior al 5 % desde el centro de transformación.
- Tensión máxima para el material será de 1,2 kV.
- El factor de potencia se considerará 0,9.
- El conductor neutro no será interrumpido.

### **3. Estudio previsión de potencia**

#### **3.1. Objetivo**

El objetivo del presente estudio es realizar la previsión de potencia de toda la urbanización, teniendo en cuenta lo dispuesto en la Instrucción *ITC BT 10, del REBT*, Previsión de Cargas.

#### **3.2 Previsión de potencia en viviendas y centros comerciales**

Para la previsión de potencia debemos tener en cuenta todos los tipos de instalaciones que se encuentran en la urbanización.

La previsión de potencia en viviendas irá en función de su grado de electrificación. Este dato lo proporciona el cliente, según en función de las instalaciones interiores de la casa, de la superficie, etc, según se indica en la *ITC BT 10 del REBT*.

Para la electrificación básica, se le asocia una potencia de 5750W y a la electrificación elevada una potencia de 9200W. Para los locales comerciales se dispondrá una previsión de 100 w/m<sup>2</sup> con un mínimo de 3.450 w y coeficiente de simultaneidad 1.

### 3.3. Cálculo potencia prevista

Se realizará el cálculo de la potencia prevista para viviendas, teniendo en cuenta el coeficiente de simultaneidad. Dicho coeficiente vendrá determinado en función del número de viviendas alimentadas desde la misma línea que parte del transformador, como se muestra en la Tabla 1.

Nº Viviendas (n)	Coficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

**Tabla I** Coeficiente de simultaneidad, según el número de viviendas.  
Fuente: ITC BT 10 del REBT.

Para hallar la potencia prevista en viviendas, se hace uso de la siguientes fórmulas:

$$\text{Potencia Prevista} = (n^{\circ}\text{viv. } geb(\text{coef}) * 5750) + (n^{\circ}\text{viv. } gea(\text{coef}) * 9020)$$

$$\text{Potencia Prevista en centros comerciales} = S(m^2) * 100$$

A continuación se muestran los resultados obtenidos, en la Tabla 2.

<b>POTENCIA PREVISTA</b>					
<b>Parcela</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>NºViv. EB</b>	<b>NºViv EE</b>	<b>Potencia (kW)</b>	<b>Uso</b>
2.8.1	970	20	4	120,0	viviendas
2.8.2	960	12	2	75,3	viviendas
2.8.3	855	12	2	75,3	viviendas
2.8.4	1290	15	4	105,2	viviendas
2.8.5	980	15	3	96,0	viviendas
2.8.6	880	10	3	76,5	viviendas
2.8.7	1465	16	6	121,6	viviendas
2.8.7*	4290	40	11	227,2	viviendas
2.8.8	660	0	1	9,2	vivienda
2.8.9	572	0	1	9,2	vivienda
1.1.1	550	0	1	9,2	vivienda
1.1.2	430	0	1	9,2	vivienda
1.1.3	430	0	1	9,2	vivienda
1.1.4	470	0	1	9,2	vivienda
1.1.5	720	0	1	9,2	vivienda
1.1.6	920	0	1	9,2	vivienda
1.1.7	1020	0	1	9,2	vivienda
1.1.8	1060	0	1	9,2	vivienda
1.1.9	1090	0	1	9,2	vivienda
1.1.10	680	0	1	9,2	vivienda
2.1.1	1910	-	-	191,0	centro comercial
2.2.1	1750	15	6	118,1	viviendas
2.3.1	1450	10	4	83,8	viviendas
2.3.2	1150	10	4	83,8	viviendas
2.4.1	1770	10	6	98,56	viviendas
2.4.2	1430	10	7	106,92	viviendas
2.5.1	1770	10	6	98,56	viviendas
2.5.2	1280	9	6	94,5	viviendas
2.6.1	2570	20	11	169,74	viviendas
4.1	580	-	-	58,0	centro comercial
<b>Total</b>	<b>35952</b>	<b>234</b>	<b>97</b>	<b>2110,5</b>	

Tabla II Potencia prevista por parcela.

### 3.3. Previsión de potencia para alumbrado público

La previsión de potencia para el alumbrado público viene determinada por la cantidad de puntos de luz instalados, según indica la instrucción *ITC-BT-09 del REBT*. Al no ser objeto

de este proyecto, el presente estudio para la previsión de potencia del alumbrado público se ha obtenido de un proyecto de alumbrado público, citado en la *Bibliografía*, el cual se caracteriza por el cumplimiento de la ley vigente en cuanto a protección del medio ambiente y calidad del cielo.

A continuación se muestra la Tabla 3 donde figuran las potencias de los cuadros de mando de alumbrado público, así como la cantidad de luminarias y la potencia de cada una de estas.

<b>PREVISIÓN ALUMBRADO PÚBLICO</b>			
<b>Cuadro</b>	<b>Puntos de luz</b>	<b>Pot./lámpara (W)</b>	<b>Potencia (W)</b>
C.A.P.	75	70	5250
	23	83	1909
<b>Total</b>			<b>7159</b>

**Tabla III** Potencia prevista del alumbrado público.

### 3.4. Previsión de potencia para otras instalaciones

Al haber en nuestro proyecto parques ajardinados, debemos prever la potencia de los cuartos de máquinas y bombas de riego. Tal y como se muestra en la Tabla 4.

<b>PREVISIÓN PARA OTRAS INSTALACIONES</b>	
<b>Zona</b>	<b>Potencia total (W)</b>
Cuarto de maquinas	1.822
Bombas de riego	500
<b>Total</b>	<b>2.322</b>

**Tabla IV** Potencia prevista para otras instalaciones.

### 3.5. Potencia total instalada y prevista

A continuación se muestra la Tabla 5 donde se refleja la potencia total instalada y prevista de la urbanización.

<b>POTENCIA TOTAL PREVISTA</b>	
<b>ZONA</b>	<b>POTENCIA TOTAL (kW)</b>
Viviendas y centros comerciales	2.110
Alumbrado público	7,159
Otras instalaciones	2,322
<b>Total</b>	<b>2.119</b>

**Tabla V** Potencia total prevista.

La potencia total instalada y prevista será de **2.119 kW**.

## 4. Justificación del diseño de la red de distribución

### 4.1. Salida de las líneas del centro de transformación

Del centro de transformación saldrán 8 líneas de distribución; 6 de ellas se repartirán por toda la urbanización, dispuestas a la distribución en baja tensión, las otras 2 líneas suministrarán el alumbrado público.

En un principio solo se contemplaban cuatro líneas de salida, tres para la distribución y una para el alumbrado público, pero se observó que las secciones con las que habría que dimensionar las líneas serían excesivamente grandes, impidiéndolo la Norma Particular Técnica de Redes de Distribución de Baja Tensión, en el ámbito territorial de la Comunidad Autónoma de Canarias, de ahora en adelante *NTPRD*, puesto que las líneas eran muy extensas y transportaban una gran potencia. Por este motivo se han diseñado ocho salidas desde el centro de transformación, dividiendo así la potencia a transportar, pudiendo adaptar el diseño a la normativa.

### 4.2. Uso de las salidas en baja tensión

A efectos de simplificar el diseño, se han separado en dos grupos las líneas. El primer grupo estará compuesto por las seis líneas destinadas a la distribución hasta todas las parcelas

de viviendas y centros comerciales, el segundo grupo está destinado únicamente al alumbrado público.

#### 4.3. Características de las líneas

Todas las líneas de la red de distribución se sectorizan en múltiples tramos. Las longitudes de cada línea, partiendo todas desde el centro de transformación, es decir, sin tener en cuenta los tramos comunes, se muestran en la Tabla 6.

<b>CARACTERÍSTICAS DE LAS LÍNEAS</b>		
<b>Línea de distribución</b>	<b>Nº de tramos</b>	<b>Longitud</b>
1	19	272
2	18	278
3	16	377
4	21	398
5	24	356
6	3	422

**Tabla VI** Características de las líneas de distribución.

#### 4.4. Equilibrado de potencias

Para conseguir una distribución lo más equilibrada posible, según la distribución de las viviendas y centros comerciales del Proyecto de Urbanización, se ha dividido, en seis partes equitativas, la potencia total de Viviendas y Centros Comerciales, indicada en la Tabla 2 del apartado 3.3. *Cálculo potencia prevista.*

##### 4.4.1. Distribución de la potencia prevista.

La potencia prevista máxima que transportará cada una de las líneas de distribución que desembocarán en cada uno de los armarios de distribución de cada parcela, será:

- Línea de distribución 1: Su potencia será de 341 kW y cubrirá la zona oeste, y norte, comprendiendo esta, la zona A, H y G, reflejadas en el *Plano de planta con distribución de potencia.*

- Línea de distribución 2: Su potencia será de 285,7 kW y cubrirá la zona centro, comprendiendo esta, la zona B, reflejadas en el *Plano de planta con distribución de potencia*.
- Línea de distribución 3: Su potencia será de 398 kW y cubrirá la zona centro-sur, comprendiendo esta, la zona C, reflejada en el *Plano de planta con distribución de potencia*.
- Línea de distribución 4: Su potencia será de 415 kW y cubrirá la zona sur-este, comprendiendo esta, la zona D y E, reflejada en el *Plano de planta con distribución de potencia*.
- Línea de distribución 5: Su potencia será de 375,8 kW y cubrirá aproximadamente la mitad de la zona oeste, comprendiendo esta, la zona F, reflejada en el *Plano de planta con distribución de potencia*.
- Línea de distribución 6: Su potencia será de 294 kW y cubrirá aproximadamente la otra mitad de la zona oeste, comprendiendo esta también, la zona F, reflejada en el *Plano de planta con distribución de potencia*.

#### **4.5. Tramos comunes entre líneas**

Con el fin de optimizar gastos, utilizaremos las mismas canalizaciones para el transporte de las líneas de distribución que compartan recorrido. En una misma arqueta se podrá reparar cualquiera de las líneas, siendo esto una gran ventaja a la hora de un fallo en la distribución. Las líneas que comparten canalización son, por un lado, las líneas 1, 2, 5 y 6, y por otro lado las líneas 3 y 4, según se indica en el *Plano de Planta con Líneas de Distribución*.

#### **4.6. Arquetas y tapas**

##### **4.6.1. Arquetas**

Las arquetas serán prefabricadas de hormigón y se incluirán cada 30 metros, siendo esta distancia inferior a la límite, impuesta por la *NTPRD*, cada 40 metros, según se indica en el *Plano de planta de RDBT*. Las paredes de las arquetas irán enlucidos con mortero hidrófugo de cemento y arena.

Los tipos a utilizar, serán la Arqueta AR2, para la canalización en cruces de calle y para la concurrencia de más de cuatro tubos en un mismo lado de la arqueta, según la *NTPRD*. En

el presente proyecto, ocurre esto en el comienzo del tramo común en el que se encuentran las líneas 1, 2, 5 y 6 , dándose la concurrencia de más de cuatro tubos en un mismo lado de la arqueta, dicha anteriormente. La Arqueta AR1 será utilizada en canalización que discurran por acera.

Los tubos quedarán situados a 10 cm. del fondo, dicho fondo de la arqueta será drenante, es decir que elimina fácilmente el agua que se infiltra por percolación en profundidad.

Todas las decisiones tomadas sobre el diseño de las arquetas, se rige, según indica estrictamente la *NTPRD*.

#### 4.6.2. Tapas y marcos

Las características técnicas de las tapas y los marcos, son las siguientes:

- Metálica de Fundición
- Las tapas serán rectangulares: AR1 650x750 mm y AR2 1250x750, ambas del tipo D400 para 40 toneladas métricas. En la Tabla 7 se muestran las medidas de las tapas para ambos tipos de arqueta utilizados en el presente proyecto:

DIMENSIONES TAPAS		
Tapa	Largo (mm)	Ancho (mm)
AR1	650	750
AR2	1250	750

Tabla VII Dimensiones de las tapas de las arquetas.

#### 4.7. Protecciones

##### 4.7.1. Justificación general

La protección contra cortocircuitos y sobrecargas en las líneas subterráneas de distribución se efectuará mediante fusibles clase gG( para protección de sobrecarga). Estos se instalarán en el cuadro de baja tensión del Centro de Transformación y en los armarios de distribución colocados en cada parcela de la urbanización, donde los tramos de las líneas de distribución presenten un cambio de sección, según obliga la instrucción *ITC-BT-22 de la REBT* y la *NTPRD*.

Según la Tabla 8, en la columna 3 (aislamiento XLPE, 2 conductores), y en la fila B1, nos manda directamente a la Tabla 9, a la columna 10, en donde obtenemos las intensidades admisibles correspondiente a cada sección, para aluminio y para cobre, correspondiente en cada una de las filas de dicha tabla. Ambas tablas se muestran a continuación.

Instalación de referencia		Tabla y columna				
		Intensidad admisible para los circuitos simples				
		Aislamiento PVC		Aislamiento XLPE o EPR		
		Número de conductores				
		2	3	2	3	
	Conductores aislados en un conducto en una pared térmicamente aislante	A1	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 6
	Cable multiconductor en un conducto en una pared térmicamente aislante	A2	Tabla A.52-1 bis columna 3	Tabla A.52-1 bis columna 2	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5
	Conductores aislados en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B1	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8
	Cable multiconductor en un conducto sobre una pared de madera o mampostería	B2	Tabla A.52-1 bis columna 5	Tabla A.52-1 bis columna 4	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 7
	Cables unipolares o multipolares sobre una pared de madera o mampostería	C	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 6	Tabla A.52-1 bis columna 11	Tabla A.52-1 bis columna 9
	Cable multiconductor en conductos enterrados	D	Tabla A.52-2 bis columna 3	Tabla A.52-2 bis columna 4	Tabla A.52-2 bis columna 5	Tabla A.52-2 bis columna 6
	Cable multiconductor al aire libre Distancia al muro no inferior a 0,3 veces el diámetro del cable	E	Tabla A.52-1 bis columna 9	Tabla A.52-1 bis columna 7	Tabla A.52-1 bis columna 12	Tabla A.52-1 bis columna 10
	Cables unipolares en contacto al aire libre Distancia al muro no inferior al diámetro del cable	F	Tabla A.52-1 bis columna 10	Tabla A.52-1 bis columna 8	Tabla A.52-1 bis columna 13	Tabla A.52-1 bis columna 11
	Cables unipolares espaciados al aire libre Distancia entre ellos como mínimo el diámetro del cable	G	---	Ver UNE 20460-5-523	---	Ver UNE 20460-5-523

Tabla VIII Tabla 52-B1 Métodos de instalación de referencia.

Fuente: UNE-20460-5-523.

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A1													
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
C					PVC3		PVC2		XLPE3		XLPE2		
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Sección mm <sup>2</sup>													
<b>Cobre</b>													
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	-	
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	25	26,5	29	33	-	
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	-	
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	-	
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	-	
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	-	
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140	
35	-	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174	
50	-	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210	
70	-	-	-	140	160	171	185	199	214	224	244	260	
95	-	-	-	180	194	207	224	241	259	271	296	327	
120	-	-	-	208	225	240	260	280	301	314	348	380	
150	-	-	-	230	250	278	299	322	343	363	404	438	
185	-	-	-	268	297	317	341	368	391	415	464	500	
240	-	-	-	315	350	374	401	435	468	490	552	590	
<b>Aluminio</b>													
2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-	
4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-	
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-	
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-	
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	-	
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105	
35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130	
50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160	
70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206	
95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251	
120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293	
150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338	
185	-	-	-	212	225	250	259	281	301	310	359	388	
240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461	

Tabla IX Tabla A52-1 BIS Intensidades admisibles en amperios.

Fuente: UNE-20460-5-523.

De la Tabla 9, obtenemos los siguientes valores:

Aluminio:

- Sección 95 mm<sup>2</sup> => 197A
- Sección 150 mm<sup>2</sup> => 264A
- Sección 240 mm<sup>2</sup> => 355A

Cobre:

Sección 248 mm<sup>2</sup> => 468A, debemos tener presente, que los cables de cobre solamente se emplearán, en los casos, que se necesiten dos conductores por fase, dividiendo por los dos cables, de igual sección, la intensidad que circula por la fase, como se explica en el apartado 5.3. *Características del conductor*, de la presente memoria.

#### 4.7.2. Bases de cálculo para la elección de los fusibles

Utilizaremos las dos condiciones expuestas a continuación, para justificar el cumplimiento de los fusibles de las líneas de distribución que queremos proteger.

##### -1ª Condición de elección de la IN del fusible:

Esta condición indica físicamente que el fusible debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que se alcance una corriente que deteriore el cable, concretamente, su aislamiento, que es la parte débil.

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

**I<sub>b</sub>**: corriente de diseño del circuito correspondiente. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$I_b = \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos \theta}$$

**I<sub>n</sub>**: corriente nominal del fusible. Se escogerá un valor normalizado, 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 425, 500, 630, 800, 1000. [A]

**I<sub>z</sub>**: corriente máxima admisible del conductor protegido. Se obtiene de la Tabla 9.

##### -2ª Condición de protección frente a sobrecargas:

$$I_F \leq 1,45 * I_z$$

Esta desigualdad expresa que, en realidad, los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y sólo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional se mantenga la corriente convencional de fusión.

**I<sub>f</sub>**: corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección. Se obtiene de la tabla 10.

$I_n$ (A)	Tiempo convencional (h)	$I_f$ Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,6 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,6 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,6 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,6 I_n$

**Tabla X** Tabla Sobrecarga transitoria.

Fuente: UNE-20460-5-523.

### Línea de distribución 1

CT-C1, 2x240mm<sup>2</sup>, cobre:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $266 \leq I_N \leq 468$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 315 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 468$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 315 \leq 1,45 * 468 = 504 \leq 678,6 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **315A**.

C1-C2, 95mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $29,5 \leq I_N \leq 197$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 40 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 197$ . Está en el intervalo [16, 63] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 1 hora de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 40 \leq 1,45 * 197 = 64 \leq 285,65 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **40A**.

C1-C4, 2x240mm<sup>2</sup>, cobre:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $251 \leq I_N \leq 468$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 315 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 468$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 315 \leq 1,45 * 468 = 504 \leq 678,6 \text{ SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **315A**.

C11-C12, 150mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $93 \leq I_N \leq 264$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 125 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 264$ . Está en el intervalo [63, 160] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 2 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 125 \leq 1,45 * 264 = 200 \leq 382,8 \text{ SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **125A**.

### **Línea distribución 2**

C1-C4, 2x240mm<sup>2</sup>, cobre:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $229 \leq I_N \leq 468$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 315 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 468$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 315 \leq 1,45 * 468 = 504 \leq 678,6 \text{ SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **315A**.

C13-C14, 240mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $268,8 \leq I_N \leq 355$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 315 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 355$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 315 \leq 1,45 * 355 = 504 \leq 514,8 \text{ SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **315A**.

C14-C15, 150mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1<sup>a</sup>,  $135 \leq I_N \leq 264$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 200 A. Comprobamos que la condición 2<sup>a</sup> cumple,  $I_F \leq 1,45 * 264$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_N$ .

$$1,6 * 200 \leq 1,45 * 264 = 320 \leq 382,8 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **200A**.

### **Línea distribución 3**

CT-C1, 2x240mm<sup>2</sup>, cobre:

Haciendo uso de la condición 1<sup>a</sup>,  $320 \leq I_N \leq 468$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 400 A. Comprobamos que la condición 2<sup>a</sup> cumple,  $I_F \leq 1,45 * 468$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_N$ .

$$1,6 * 400 \leq 1,45 * 468 = 640 \leq 678,6 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **400A**.

C3-C4, 150mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1<sup>a</sup>,  $158 \leq I_N \leq 264$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 200 A. Comprobamos que la condición 2<sup>a</sup> cumple,  $I_F \leq 1,45 * 264$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_N$ .

$$1,6 * 200 \leq 1,45 * 264 = 320 \leq 382,8 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **200A**.

**Línea distribución 4**CT-C5, 2x240mm<sup>2</sup>, cobre:

Haciendo uso de la condición 1<sup>a</sup>,  $333 \leq I_N \leq 468$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 400 A. Comprobamos que la condición 2<sup>a</sup> cumple,  $I_F \leq 1,45 * 468$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 400 \leq 1,45 * 468 = 640 \leq 678,6 \text{ SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **400A**.

C6-C7, 95mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1<sup>a</sup>,  $29,5 \leq I_N \leq 197$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 40 A. Comprobamos que la condición 2<sup>a</sup> cumple,  $I_F \leq 1,45 * 197$ . Está en el intervalo [16, 63] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 1 hora de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 40 \leq 1,45 * 197 = 64 \leq 285,65 \text{ SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **40A**.

**Línea distribución 5**CT-C1, 2x240mm<sup>2</sup>, cobre:

Haciendo uso de la condición 1<sup>a</sup>,  $302 \leq I_N \leq 468$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 400 A. Comprobamos que la condición 2<sup>a</sup> cumple,  $I_F \leq 1,45 * 468$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_n$ .

$$1,6 * 400 \leq 1,45 * 468 = 640 \leq 678,6 \text{ SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **400A**.

C2-C3, 240mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $289,5 \leq I_N \leq 355$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 315 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 355$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_N$ .

$$1,6 * 315 \leq 1,45 * 355 = 504 \leq 514,8 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **315A**.

**Línea distribución 6**C1-C4, 2x240mm<sup>2</sup>, cobre:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $236 \leq I_N \leq 468$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 315 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 468$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_N$ .

$$1,6 * 315 \leq 1,45 * 468 = 504 \leq 678,6 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **315A**.

C6-C7, 240mm<sup>2</sup>, aluminio:

Haciendo uso de la condición 1ª,  $195 \leq I_N \leq 355$ , elegimos un valor normalizado de la corriente nominal, 250 A. Comprobamos que la condición 2ª cumple,  $I_F \leq 1,45 * 355$ . Está en el intervalo [160, 400] A y, por tanto, la intensidad que por fabricación normalizada funde, al cabo de 3 horas de funcionamiento en esas condiciones, es de 1,6 veces su  $I_N$ .

$$1,6 * 250 \leq 1,45 * 355 = 400 \leq 514,8 \quad \text{SE CUMPLE}$$

Por lo tanto deducimos que el calibre del fusible para dicho tramo es **250A**.

## 4.8. Puesta a tierra de las redes subterráneas de baja tensión

### 4.8.1 Puesta a tierra

La puesta a tierra se efectuará mediante 10 picas, 6 de ellas, se conectarán a tierra en los finales de cada una de las líneas de distribución, las otras 4, se colocarán cada 200 metros en los armarios de distribución, como se puede observar en el *Plano de planta de Red de Distribución en Baja Tensión* y según la *NTPRD*.

Estas serán de cobre, de 2 metros de longitud, conectadas con cable de cobre de 35 mm<sup>2</sup> de sección, con aislamiento RV y de color amarillo-verde.

Se llevará a cabo la ejecución en los armarios de distribución mediante terminal a la pletina del neutro.

En las arquetas se realizará la conexión con un conector bimetálico recubierto con lámina termoretráctil, debido a que los conductores de las líneas, según el tramo, serán de aluminio y cobre.

### 4.8.2. Composición y cálculo.

La resistividad del terreno de la urbanización, es aproximadamente de 500  $\Omega$ \*m, ya que el terreno esta compuesto en su mayoría por arena arcillosa.

La pica vertical, será el elemento de puesta a tierra, con una profundidad de 2 metros.

Pica vertical:  $R = \rho/L = 500/2=250$ , la resistencia total de nuestra instalación no puede superar los 37  $\Omega$ , por lo que ajustamos, con 10 picas, el valor de la resistencia total equivalente con la siguiente fórmula:

Resistencia equivalente:  $R_{eq}=R/\text{no picas}= 250/10= 25 \Omega$

$$25 \Omega < 37 \Omega$$

Se observa el valor de la resistencia general de la red de BT es inferior a 37  $\Omega$ , cumpliendo así lo expuesto por la *NTPRD*.

## **4.9. Estructura de la red**

### **4.9.1. Armarios de distribución y derivación urbana (cuadros de parcela)**

Los armarios de distribución, también conocidos como cuadros de parcela, estarán previstos para alojar 4 bases verticales, estas del tipo Base Tripolar Vertical Cerrada (BTVVC). Su función es efectuar derivaciones de la red principal de BT. Serán puntos de reparto con seccionamiento y protección.

Estarán ubicados en el límite de la propiedad siempre accesible desde la vía pública, tal y como muestra el *Plano de situación de RDBT*. Su montaje se realizará en el interior de nicho de obra civil y se encontrará a 40 cm sobre el nivel del suelo y se identificará con la señal de riesgo eléctrico.

La entrada del armario de distribución no superará los 630 A y dispondrá de tres salidas. La entrada se situará a la izquierda del armario visto de frente en posición de servicio.

Para facilitar la identificación de las líneas, se diferencian mediante etiquetas de varios colores, colocadas en las bases verticales, estas indicarán la dirección eléctrica de origen y destino.

La entrada de los cables, será directamente desde la arqueta mediante un zócalo anclado al fondo de la misma, dimensionada ésta a tal fin.

Para proporcionar un grado de protección IP-43, es decir una protección contra los cuerpos sólidos muy pequeños (granulados) y una protección contra agua en spray, según indica la *DIN-EN-IEC-60529*, la entrada de los cables se realizará mediante prensaestopas preinstalados en la placa de acceso situada en el zócalo al nivel del suelo. Las dimensiones de los circuitos que albergan las prensaestopas, serán de 240mm<sup>2</sup>.

## **4.10. Instalación de cables subterráneos de baja tensión**

### **4.10.1. Canalizaciones entubadas**

En el presente proyecto, dispondremos de canalizaciones entubadas en B.T. con 2, 4 y 6 tubos, tanto por acera como por calzada. Desde el centro de transformación, saldrán las líneas 1, 2, 5 y 6 en una canalización dispuesta para 6 tubos, mientras que las líneas 3 y 4 saldrán del centro de transformación en una canalización dispuesta para 4 tubos, quedará así un tubo de reserva, ya que parte de la canalización discurre por acera, según exige la *NTPRD*.

Los cables discurrirán bajo tubo flexible, de PE corrugado, de doble pared reforzados de 450N de resistencia al impacto normal, según norma *UNE-EN 50086-2-4*, hormigonado.

La profundidad, hasta la parte mas baja del tubo será de 0,7 metros cuando discurra por acera y 0,9 metros cuando discurra por calzada. Los tubos serán de PE corrugado y tendrán un diámetro exterior de 200 mm, y permitirán el fácil alojamiento y extracción de los cables.

Cuando la canalización discurra por acera, se dejará un tubo de reserva. El cruce de las calles se realizará de tal modo que queden dos tubos de reserva. Todos los tubos a las entradas de las arquetas y cuadros de distribución, quedarán sellados en sus extremos mediante un tapón de mortero de 2 cm de espesor.

## **5. Justificación eléctrica. Líneas de distribución de baja tensión.**

### **5.1. Objetivo**

En el siguiente estudio, se pretende, mediante cálculos, el dimensionamiento óptimo de las líneas de distribución, según la *NTPRD*.

### **5.2. Sección del conductor**

#### **5.2.1. Justificación general**

El cálculo de la sección de los conductores que forman las seis líneas de distribución, se hará mediante el método de caída de tensión. Habrán cambios de sección a lo largo de cada una de las líneas de distribución, buscando optimizar gastos en la sección de los conductores, ajustando mediante cálculos y no superando el 5% del sumatorio de los errores de caída de tensión de toda la línea, según indica la *NTPRD*. Dicha norma también exige que el factor de potencia sea considerado 0,9.

#### **5.2.2. Bases de cálculo**

- Intensidad: 
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \theta}$$

Donde:

I= intensidad máxima

P= potencia prevista por parcela

V= caída de tensión de fase

- Caída de tensión

$$CT = \frac{\sqrt{3} * \cos \vartheta * L * I}{35 * S}$$

Donde:

S= Sección

I= Intensidad

L= Longitud de la línea

CT=Caída de tensión

- Error (%)       $e(\%) = \frac{CT*100}{400}$

A continuación se detallan las secciones de cada una de las líneas de distribución en las Tablas 11-17, observándose que el sumatorio de error de caída de tensión no supera el 5%.

Circuito	Tipo	Int (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)
ct-c1	T	532	480	1100	15	0,740	0,185	0,185
c1-c2	T	29,5	95	260	19	0,263	0,066	0,251
c2-c3	T	14,75	95	260	19	0,131	0,033	0,284
c1-c4	T	502,6	480	1100	21	0,979	0,245	0,528
c4-c5	T	487,9	480	1100	19	0,860	0,215	0,744
c5-c6	T	473,1	480	1100	16	0,702	0,176	0,919
c6-c7	T	458,35	480	1100	14	0,595	0,149	1,068
c7-c8	T	443,6	480	1100	15	0,617	0,154	1,222
c8-c9	T	428,8	480	1100	14	0,557	0,139	1,362
c9-c10	T	414,1	480	1100	15	0,576	0,144	1,506
c10-c11	T	399,34	480	1100	24	0,889	0,222	1,728
c11-c12	T	93	150	330	80	2,209	0,552	2,280

**Tabla XI** Cálculos de secciones L1.

Circuito	Tipo	Int (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)
c12-c13	T	458,2	480	1100	98	4,166	1,042	1,042
c13-c14	T	268,78	240	430	53	2,644	0,661	1,702
c14-c15	T	134,39	150	330	23	0,918	0,229	1,932

**Tabla XII** Cálculos de secciones L2.

Circuito	Tipo	Int (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)
ct-c1	T	639	480	1100	207	12,273	3,068	3,068
c1-c2	T	487,6	480	1100	47	2,126	0,532	3,600
c2-c3	T	316,13	480	1100	70	2,053	0,513	4,113
c3-c4	T	158	150	330	56	2,627	0,657	4,770

**Tabla XIII** Cálculos de secciones L3.

Circuito	Tipo	Int (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)
ct-c5	T	666	480	1100	213	13,162	3,291	3,291
c5-c6	T	394	480	1100	107	3,912	0,978	4,269
c6-c7	T	29,5	95	260	56	0,774	0,194	4,462
c7-c8	T	14,7	95	260	22	0,152	0,038	4,500

**Tabla XIV** Cálculos de secciones L4.

Circuito	Tipo	Int (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)
ct-c1	T	603	480	1100	296	16,561	4,140	4,140
c1-c2	T	410	480	1100	20	0,761	0,190	4,330
c2-c3	T	289,5	240	430	20	1,074	0,269	4,599
c3-c4	T	169	240	430	20	0,627	0,157	4,756

**Tabla XV** Cálculos de secciones L5.

Circuito	Tipo	Int (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )	Int. Max. (A)	Longitud (m)	C.T. (V)	e% (%)	Se% (%)
ct-c5	T	471,66	480	1100	102	4,464	1,116	1,116
c5-c6	T	317,7	480	1100	19	0,560	0,140	1,256
c6-c7	T	195	240	430	29	1,049	0,262	1,518

**Tabla XVI** Cálculos de secciones L6.

### 5.3. Características conductor

#### 5.3.1. Aluminio

Los conductores a utilizar en las líneas de distribución serán, unipolares de tensión nominal 0,6/1 kV con aislamiento de polietileno reticulado XLPE, de aluminio para secciones normalizadas de 95, 150 y 240 mm<sup>2</sup>.

El conductor utilizado es el **RV 0,6/1 kV KAl**. El conductor irá enterrado en un tubo PE corrugado de diámetro de 200 mm. Sus características se detallan a continuación:

- **Conductor:** Aluminio Al clase 2 de sección circular compacta de 95,150 y 240 mm<sup>2</sup>.
- **Tensión nominal:** 0,6/1 kV
- **Aislamiento:** Polietileno reticulado (XLPE)
- **Cubierta exterior:** Policloruro de vinilo (PVC)

#### 5.3.2. Cobre

Para tramos de líneas que requieran una sección mayor a 240 mm<sup>2</sup>, se utilizarán dos cables de cobre en paralelo por fase, unipolares de tensión nominal 0,6/1 kV con aislamiento de polietileno reticulado XLPE, de 240 mm<sup>2</sup>, según indica la *NTPRD*.

El conductor utilizado es el **RV 0,6/1 kV 1x240 K**. El conductor irá enterrado en un tubo PE corrugado de diámetro de 200 mm. Sus características del cable son las siguientes:

- **Conductor:** Cobre flexible clase 5 de sección circular compacta de 240mm<sup>2</sup>.
- **Tensión nominal:** 0,6/1 kV
- **Aislamiento:** Polietileno reticulado (XLPE)
- **Cubierta exterior:** Policloruro de vinilo (PVC)



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Pliego de Condiciones

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## **Pliego de condiciones**

### **1. Condiciones generales**

#### **1.1. Objeto**

El Pliego General de Condiciones que nos ocupa se extiende en todas las obras que integran el presente Proyecto, y aquellas otras que estime conveniente la Dirección Facultativa durante la ejecución del mismo.

#### **1.2. Reglamento, instrucciones, normas, recomendaciones y pliego de condiciones técnicas generales**

Tanto en la redacción del presente Proyecto como durante la posterior ejecución de los trabajos se vigilará el cumplimiento de la reglamentación vigente al respecto:

- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002. Por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de para Baja Tensión (BOE n<sup>o</sup> 224 de 18 de Septiembre de 2002).
- ORDEN de 16 de abril de 2010. Por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Normas UNE Acerca de los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos, integrados en los circuitos de la instalación.
- Normas UNE que se declaran de obligado cumplimiento en la MIE-RAT 002.
- Recomendaciones UNESA y Normas NUECSA actualmente en vigor.
- Normas de la empresa suministradora.
- Normas de la Compañía UNELCO S.A.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre. Por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (BOE n<sup>o</sup>310 de 27 de Diciembre de 2000 de 1 de enero de 2000).
- Ley de Prevención de riesgos Laborales de 31/1995 de 8 de Noviembre de 1995.
- Normas de la Compañía Suministradora que le afectan.

- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo. Por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. CTE.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre. Por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **1.3. Normas de la empresa suministradora**

El contratista se obliga a mantener el contacto con la Empresa suministradora de energía a través del Director de Obra, para aplicar las normas que le afecten y evitar criterios dispares.

### **1.4. Disposiciones legales**

Además de las condiciones especificadas en el presente Pliego, se observarán, en todo momento, durante la ejecución de las obras, las Normas y Reglamentos que se mencionan en los distintos documentos del proyecto.

### **1.5. Medidas de seguridad**

El contratista deberá adoptar las máximas medidas de seguridad en el acopio de materiales y en la ejecución, conservación y reparación de las obras, para proteger a los obreros, públicos, vehículos, animales y propiedades ajenas de daños y perjuicios.

### **1.6. Permisos, licencias y dictámenes**

El contratista deberá obtener todos los permisos, licencias y dictámenes necesarios para la ejecución de las obras y puesta en servicio, debiendo abonar los cargos, tasas e impuestos derivados de ellos.

### **1.7. Legislación social**

El contratista está obligado al cumplimiento de lo legislado en la Reglamentación Laboral y demás disposiciones que regulan las relaciones entre patrones y obreros. Debiendo presentar al Director de Obra los comprobantes de los impresos TC-1 y TC-2 cuando se le requieran, debidamente diligenciados por el Organismo acreditado.

### **1.8. Ensayos**

Todos los ensayos que se exijan al Contratista serán por cuenta del mismo, sin derecho a reclamaciones alguna. Se entiende que podrán ser rechazados todos los materiales que se consideren como inadmisibles, de acuerdo con las presentes prescripciones técnicas, normas y resultados de los ensayos.

### **1.9. Modificaciones en los planos**

El Proyecto queda sujeto a cualquier variación que se juzgue conveniente por la Dirección Facultativa, quien a su vez se reserva el derecho al dictamen sobre todos aquellos puntos que no queden suficientemente claros en los Documentos del Proyecto.

La Dirección Facultativa podrá presentar, durante la dirección de las obras, cuantos planos de detalles sean necesarios y convenientes para realizar el Proyecto y, con la obligatoriedad, por parte del Contratista de ser respetados.

### **1.10. Forma y dimensiones**

La forma y dimensiones de las diferentes partes, así como de los materiales a emplear, se ajustarán a lo que se detalla en los planos y estado de mediciones. El Ingeniero

Director podrá introducir las modificaciones que estime oportunas.

### **1.11. Documento de obras**

En la oficina de obra existirá en todo momento un ejemplar completo del Proyecto, así como de todas las normas, leyes, decretos, resoluciones, órdenes y ordenanzas a que se hagan referencia.

## **2. Descripción de las obras**

### **2.1. Obras comprendidas**

Las obras a realizar, objeto del presente Proyecto, comprenden: tendido subterráneo de baja tensión, canalizaciones y arquetas para las líneas subterráneas.

### **2.2. Obras civiles**

Comprende la excavación y relleno de las zanjas para las canalizaciones de los conductores

subterráneos de baja tensión.

### **2.2.1. Arquetas**

Las arquetas serán de la forma, dimensiones y características que se indican en los planos. Se distinguen varios tipos:

- Arquetas de cambio de dirección: tipo Ar2.
- Arqueta de paso: tipo Ar1.

Se realizarán en hormigón en masa, provistas de cercos y tapa de fundición con inscripción correspondiente de media tensión.

Las paredes de las arquetas irán enlucidos con mortero hidrófugo de cemento y arena. Se pondrá especial cuidado en la terminación de los tubos en las arquetas, de forma que no presenten aristas vivas y que el fondo de las mismas quede correcto para drenaje.

### **2.2.2. Hormigones**

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para que las masas lleguen al lugar de su colocación sin experimentar variación sensible de las características que poseía recién amasado, es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc.

Especialmente se cuidará que las masas no lleguen a secarse tanto que se impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación.

En ningún caso se tolerará la colocación en obra de masas que acusen principio de fraguado.

En el vertido y colocación del hormigón se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

No se efectuará el hormigonado en tanto no se obtenga la autorización del Director de Obra.

La compactación de los hormigones deberá realizarse por vibración.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo, adoptando para ello las medidas adecuadas.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón mediante riego directo que no produzca deslavado.

En general, el proceso de curado debe prolongarse hasta que el hormigón haya alcanzado, como mínimo, el 70 % de su resistencia de proyecto.

### **2.2.3. Encofrados y desencofrados**

Los encofrados serán de características tales que ofrezcan una resistencia y rigidez suficiente para soportar, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos, como consecuencia del proceso de hormigonado y, especialmente, bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado.

Los encofrados se humectarán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón. Las superficies interiores de los encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado.

Los desencofrados se realizarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura. Si se utilizan productos para facilitar los desencofrados, estos no dejarán rastros en los paramentos de hormigón, ni deslizar por las superficies de los moldes. Asimismo, podrán facilitar la colocación de revestimientos. Su uso deberá ser autorizado por el Director de Obra.

### **2.2.4. Colocación de armaduras**

Se dispondrán limpias, exentas de óxido no adherente, pintura, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial. Se colocarán sujetas entre sí y al encofrado, de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón permitiendo a éste envolverlas sin dejar coqueas.

En vigas y elementos similares, las barras que se doblen deberán ir convenientemente envueltas por cercos o estribos en la zona de codo, lo cual siempre es recomendable.

Los cercos o estribos se sujetarán a las barras principales mediante simple atado y otro procedimiento idóneo, prohibiéndose expresamente la fijación mediante puntos de soldadura. La disposición de armaduras debe ser tal que permita un correcto hormigonado de la pieza, de manera que todas las barras queden perfectamente envueltas por el hormigón.

Todo lo concerniente a distancias entre barras y entre estas y los paramentos deberá cumplir lo especificado en la Instrucción para la ejecución de Obras de Hormigón en masa y Armado EHE.

### **2.2.5. Cerramientos**

Las fábricas de bloques se ejecutarán con el mayor esmero, haciéndose todos los muros a nivel a un tiempo en cuanto esto sea posible, conservándose perfectamente los planos, niveles y cuerdas de cada hilada y en los generales de cada fábrica entre sí y el conjunto de fábricas.

Cuando por cualquier motivo haya que suspender los trabajos de un muro o fábrica, se dejará esta con las diferentes hiladas formando entrantes y salientes, para que al continuar la fábrica se pueda conseguir una perfecta trabazón de la nueva con la antigua.

También podrá dejarse interrumpida la fábrica de ejecución, formando un escalonado continuo de las hiladas, de manera que las juntas corten en diagonal o escalonadamente toda la longitud del muro.

Los tabiques se ejecutarán perfectamente aplomados y con sus hileras bien alienadas. Se dejará un hueco suficiente en la parte superior de los tabiques, para evitar que la subida de volumen del material provoque, al fraguar, el pando del tabique.

### **2.2.6. Obras auxiliares**

Serán obligación de la Contrata la ejecución de las obras, de recibido de aparatos, mecanismos, etc., y de las obras complementarias de las consignadas en el Presupuesto; así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

### **2.2.7. Detalles omitidos**

Todos aquellos detalles que por su minuciosidad puedan haberse omitido en este Pliego de Condiciones y que resulten necesarios para el completo y perfecto acabado de las obras, queda a la determinación exclusiva de la Dirección de Obras en tiempo oportuno, quedando la Contrata obligada a su ejecución y cumplimiento sin derecho a reclamación alguna.

## **2.3. Instalaciones eléctricas**

En la instalación eléctrica consideraremos incluidos los conductores subterráneos y sus terminales.

Las canalizaciones se realizarán en la forma y dimensiones que se indican en planos, y para alojar los conductores se instalará tubería de PE corrugada de 200 mm. de diámetro.

Se procederá a la señalización de las canalizaciones mediante cinta amarillo-naranja de

polietileno.

#### **2.4. Medios y obras auxiliares**

Están incluidas en la contrata la utilización de los medios y la construcción de las obras auxiliares que sean necesarias para la buena ejecución de las obras principales y garantizar la seguridad de las mismas.

#### **2.5. Conservación y reparación de las obras**

El contratista cuidará de la perfecta conservación y reparación de las obras, subsanando cuantos daños o desperfectos aparezcan en las obras, procediendo al arreglo, reparación o reposición de cualquier elemento de la obra.

#### **2.6. Fraccionamiento de las obras**

Para el fraccionamiento de las obras se deberán considerar independientes los siguientes trabajos:

- Instalación eléctrica red subterránea de baja tensión
- Canalización subterránea.

#### **2.7. Omisión y contradicciones en los documentos del proyecto**

Lo que se menciona en este Pliego de Condiciones y omitido en planos, o viceversa, tendrá que ser ejecutado como si estuviera expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre ellos, prevalecerá lo establecido en el Pliego de Condiciones.

### **3. Materiales**

#### **3.1. Recepción de los materiales**

Todos los materiales empleados deberán ser de primera calidad y atenerse estrictamente a las condiciones del presente Pliego.

Antes de la instalación, el Contratista está obligado a presentar al Director de Obra toda la información precisa de los diferentes materiales a emplear, tales como catálogos, muestras, cartas, certificaciones, etc... No podrán emplearse materiales sin la previa aceptación por parte de la Dirección Facultativa.

Este control no implica la recepción definitiva, pudiendo ser rechazada por el Director de Obra, incluso después de instalados, caso de que no cumplieran los requisitos exigidos, estando el Contratista obligado a reemplazarlos por otros que cumplan con las condiciones establecidas.

La Dirección de obra podrá ordenar la realización de controles y análisis que estime oportunos, aunque no estén indicados en el presente Pliego, siendo los gastos producidos cuenta del Contratista.

En el caso de que las marcas ofrecidas por la Contrata no reunieran garantías suficientes a juicio de la Dirección Facultativa, ésta seleccionará el material de fabricantes nacionales que estime oportuno, pudiendo demandar los controles y certificaciones que precisase para garantizar su correcto funcionamiento.

Los ensayos de los materiales eléctricos se realizarán de acuerdo con las normas UNE y las normas de la compañía suministradora.

Todos los materiales responderán a las características de tensión, intensidades, aislamientos, pruebas, etc., que se especifican en el presente Proyecto.

### **3.2. Materiales de obras civiles**

Todos los materiales a emplear en la ejecución de la obra civil prevista en el presente Proyecto, deberán ser aprobados por el Director de obra, para lo cual, antes del comienzo de la misma, el Contratista deberá presentar una muestra de cada clase de material (cemento, arena, áridos, ladrillos, etc.) no debiendo éstos ser utilizados sin la aprobación previa por parte de la Dirección Facultativa.

Deberá darse constancia de la procedencia y fabricante de cada material empleado.

Si por falta de suministro de algún material, el Contratista tuviese que cambiar la clase del mismo, éste no podrá ser empleado sin la previa aprobación del Director de Obra, en caso contrario el Técnico encargado podrá ordenar la ejecución nueva de la obra donde haya intervenido dicho material.

Arena: La arena a emplear será de cantera, no debiendo contener impurezas de carbón, escorias, yeso y mica.

Hormigones: La fabricación y ejecución de los hormigones estará regulada por la

Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en Masa y Armado EHE.

La resistencia a compresión a los 28 días requeridas para los hormigones a emplear son 200Kg/cm. la aplicación de cada uno de ellos será la siguiente:

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, comprobándose su docilidad por medio del cono de Abrams.

La resistencia se refiere a la mínima que deberá presentar a la compresión en probeta cilíndrica a los 28 días.

La relación agua/cemento se fijará mediante ensayos para llegar al valor óptimo, habida cuenta de las resistencias exigidas, docilidad, trabazón, vibrado y la necesidad de que en obra penetre hasta los últimos rincones del encofrado del hormigón de que se trate, envolviendo completamente a las armaduras.

Armaduras: Todas las armaduras a utilizar serán de acero corrugado de dureza natural. El Director de obra exigirá del fabricante los correspondientes certificados respecto a las características mecánicas, etc., de los aceros a emplear. Corresponderá al Director de obra la decisión de establecer los controles que estime oportunos, tanto en las partidas de acero como en las soldaduras de las armaduras, etc. Es competencia del mismo la decisión de aceptación o rechazo de las mismas.

Los gastos de tales controles serán por cuenta del Contratista. En todo caso no se admitirán aquellas armaduras que presenten síntomas de corrosión localizada, coqueas, etc., y las que presenten capas de herrumbre, se exigirá para su aceptación el descascarillado de las mismas con cepillo o con chorro de arena siempre que no se altere su sección.

El doblado, solape, soldado, anclaje, etc. de las armaduras, se ejecutará de acuerdo con las prescripciones que al respecto expone la Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en Masa o Armado EHE.

Encofrados: Los encofrados serán de madera, metálicos o de otro material rígido que reúna análogas condiciones de eficacia. Tanto las uniones como las piezas que lo constituyan serán lo suficientemente resistentes, rígidas y estancas para soportar las cargas y empujes del hormigón fresco y dar a la obra la forma prevista en los planos.

Las superficies internas se humedecerán antes del vertido del hormigón.

En ningún caso se admitirán errores superiores a dos centímetros en aplomos y alineaciones, ni superiores al 2 % en más o en menos en espesores y escuadras.

Los plazos de desencofrado se determinarán con arreglo a lo prescrito en la Instrucción EHE, o serán fijados por el Director de la obra.

Como norma general, el desencofrado no deberá hacerse hasta que el hormigón se haya endurecido lo suficiente como para soportar el triple de la carga a que quede sometido al desencofrarlo.

Los elementos de encofrado que hayan de volver a utilizarse se limpiarán y rectificarán cuidadosamente.

Mortero de cemento: El Director de la obra dará las instrucciones en cada caso para que la cantidad de cemento que se emplee por metro cúbico de mortero responda a la dosificación específica.

El cemento, agua y arena cumplirán lo establecido en los artículos expuestos al respecto.

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. En el primer caso se hará sobre un piso impermeable, mezclando en seco el cemento y la arena hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme, al que se añadirá la cantidad de agua exactamente necesaria para que una vez amasada tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Se fabricará solamente el mortero preciso para su uso inmediato, rechazándose todo el que haya transcurrido el suficiente tiempo como para que muestre principio de fraguado (45 minutos desde su amasado).

La proporción del mortero para enlucido de bloques será 1:5, siendo éste válido para el enlucido de arquetas siempre que reúna la condición de hidrófugo.

Tuberías: Toda la red subterránea de baja tensión será canalizada por el interior de tubería de PE de doble capa de 200 mm de diámetro, según norma UNE 50086-2-4. Los tubos tendrán su superficie exterior e interior lisas, no presentando ni grietas ni burbujas.

Fundición: La fundición será de la conocida como gris, fina y homogénea sin que presente grietas, gotas frías, vacíos interiores, sopladuras, escorias, cuerpos extraños u otros defectos que puedan alterar su resistencia o buen aspecto.

Resistirá sin romperse un esfuerzo de tracción de 12 Kg/mm. Las tapas de las arquetas de la red cumplirán con lo estipulado en la Norma EN 124-1994.

Las tapas de las arquetas serán del tipo D400 para 40 toneladas métricas.

Pinturas: Los productos utilizados en la preparación, imprimación y pintura de acabado de los elementos galvanizados satisfarán las normas INTA que se indican a continuación:

- Disolvente: INTA 1623302.
- Imprimación: INTA 164204.
- Pintura de acabado: INTA 164218.

El color de la pintura de acabado será a elegir por la Dirección Facultativa.

### **3.3. Materiales eléctricos en baja tensión**

#### **3.3.1. Conductores de baja tensión**

Todos los conductores empleados en la instalación serán de aluminio y cobre, deberán cumplir las normas UNE 21119, UNE 21118 y UNE 21123.

Serán suministrados en bobinas y su carga y descarga sobre camiones se hará siempre mediante una barra adecuada que pasa por el orificio central de la bobina. En ningún caso se admitirá dejar caer las bobinas desde el camión al suelo para su descarga.

La bobina debe disponerse en lugar adecuado para el tendido de cables, siendo éstos desenrollados e instalados adoptando todo tipo de precauciones al efecto, evitando que sufran torsiones, formación de bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro, durante el tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalados.

El tendido del cable podrá efectuarse a mano o mediante cabrestante, tirando del extremo al que se le habrá adaptado una camisa adecuada y un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe superar el indicado por el fabricante del mismo. En caso de tendido con cabrestante, será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir la tracción y con dispositivo de desconexión del motor del cabrestante cuando la tracción alcance el valor máximo permitido.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar que el cable sufra esfuerzos importantes, golpes o raspaduras. En las arquetas, para evitar los roces y raspaduras con el principio de las canalizaciones, se instalarán rodillos especiales (polines) que obliguen al conductor a ir centrado a la entrada.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

El aislamiento será de 0,6/1 KV. de polietileno reticulado y cubierta de protección de PVC.

No se admitirán cables que presenten desperfectos ni señales de haber sido utilizados con anterioridad, o que no vayan en sus bobinas de origen.

No se admitirá el empleo de materiales de procedencia distinta en un mismo circuito. En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección del mismo.

Los cambios de sección de los conductores sólo podrán realizarse en registros.

### **3.3.2. Toma de tierra**

La resistencia a tierra no será superior a 37 ohmios, debiendo en caso necesario efectuarse un tratamiento adecuado del terreno.

Las picas utilizadas serán 10, de cobre y 2 metros de longitud.

Las grapas de conexión de los conductores de tierra y la pica, serán de latón estañado y del tipo que permitía la conexión vertical del conductor a la pica. El conductor de tierra será un cable de cobre con aislamiento RV de 35 mm<sup>2</sup> de sección y de color amarillo-verde.

El hincado de la pica se realizará con golpes suaves mediante el empleo de martillos neumáticos o eléctricos, o maza de un peso igual o inferior a 2 Kg.

Si fuera preciso, el Director de Obra en función de la naturaleza del terreno podrá fijar el número de picas a instalar.

## **4. Condiciones de ejecución de las obras**

### **4.1. Orden de los trabajos**

El Director de obra fijará el orden en que deben llevarse a cabo los trabajos, estando el Contratista obligado a cumplir exactamente cuanto se disponga sobre el particular.

### **4.2. Replanteo**

El replanteo de la obra se efectuará con el personal de la Contrata que sea necesario a las órdenes del Director de la obra o el representante que el mismo designe al efecto, con representación del Contratista. Se dispondrán estaquillas para cuantas señalizaciones crea conveniente el Técnico Director, suministrando todo el material necesario el Contratista. Finalizado el replanteo, el Contratista será responsable de su vigilancia y conservación. Cualquier nuevo replanteo que fuera preciso realizar, por desaparición de señalizaciones, será ejecutado nuevamente por el Director de Obra y su importe adicional será deducido de las certificaciones del Contratista.

### **4.3. Marcha de los trabajos**

Iniciadas las obras, esas deberán ejecutarse sin interrupción y en el plazo acordado. La Dirección de Obra podrá aceptar retrasos justificados.

### **4.4. Ejecución y ensayo durante marcha de los trabajos**

#### **4.4.1. Zanjas**

Serán de la forma, dimensiones y características que se indican en la Memoria Descriptiva. Cualquier variación deberá ser aprobada por escrito por el Director de Obra.

Los fondos de las zanjas se nivelarán adecuadamente, retirando los elementos cortantes y puntiagudos, y extendiendo una capa de hormigón HM-20 de 10 cm. de espesor. Sobre esta se dispondrán los tubos de PE, según planos, para seguidamente verter cuidadosamente una capa de hormigón HM-20 de 10 cm. de espesor, de forma que estos queden embebidos en el hormigón. Posteriormente, se dispondrá una capa de tierra compactada de 20 cm. de espesor y sobre esta una cinta de polietileno en color amarillo-naranja. Finalmente se rellenará la zanja con capas de tierra compactada. El grado de compactación será 95% Proctor Normal.

El relleno de las zanjas podrá efectuarse con los materiales procedentes de la excavación,

quedando prohibido el relleno con barro, empleándose en caso preciso tierras secas de aportación.

Los tubos quedarán con el alambre galvanizado correspondiente como guía para el tendido de cables.

Se inspeccionará cuidadosamente la ejecución de zanjas, pudiendo el Director de Obra rechazar cualquier parte de la misma que considere defectuosa.

#### **4.4.2. Arquetas**

Las arquetas serán de la forma, dimensiones y características que se indican en los planos. Se distinguen varios tipos:

Red de distribución en B.T.: tipos Ar1 y Ar2.

Se realizarán en hormigón prefabricado, provistas de cercos y tapa de fundición con inscripción correspondiente de baja tensión.

Las paredes de las arquetas irán enlucidos con mortero hidrófugo de cemento y arena.

Se pondrá especial cuidado en la terminación de tubos en las arquetas, de forma que no presenten aristas vivas y que el fondo de las mismas quede correcto para drenaje.

#### **4.4.5. Red de distribución en baja tensión**

El tendido de cables se realizará con el máximo cuidado, evitándose la formación de torceduras, araños o roces que puedan dañarlos.

En lo concerniente a la manipulación de bobinas, tendido de cables y cuidados considerados se tendrán en cuenta las indicaciones correspondientes.

En la recepción de las bobinas de cables, el Contratista está obligado a entregar un trozo de al menos 20 cm. de longitud al Director de Obra para que éste, troceándolo, pueda juzgar la calidad del mismo, espesores de aislamiento, etc. El Director de obra tomará mediciones del aislamiento del cable.

Para la ejecución de los empalmes se seguirán las instrucciones del vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

#### **4.4.7. Pinturas**

La imprimación y pintura de acabado sólo podrán aplicarse cuando la humedad relativa del

aire sea inferior al 85 % y la temperatura ambiente superior a 5 grados centígrados.

Si se realiza alguna soldadura posteriormente al galvanizado de sus elementos o componentes, se protegerá la zona de soldadura en el mismo taller. Para ello se eliminará la escoria del cordón de soldadura y posteriormente se aplicará una capa de imprimación, que cubrirá la zona de soldadura y una banda a un lado y otro de la misma de 10 cm. de altura. Finalmente, se desengrasarán e imprimarán una vez que esté instalado en su posición definitiva.

#### **4.4.8. Acopio de materiales**

El acopio de materiales se hará de forma que éstos no sufran alteración durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

Será obligación de la Contrata, la ejecución de las obras de recogida de aparatos mecánicos, etc. y obras complementarias de las consignadas en el presupuesto, así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

#### **4.4.9. Obras auxiliares**

Serán obligación de la Contrata la ejecución de las obras, de recibido de aparatos, mecanismos, etc..., y las obras complementarias de las consignadas en el Presupuesto; así como las necesarias para la debida terminación de todas las instalaciones.

#### **4.4.10. Detalles omitidos**

Todos aquellos detalles que por su minuciosidad puedan haberse omitido en este Pliego de Condiciones y que resulten necesarios para el completo y perfecto acabado de las obras, queda a la determinación exclusiva de la Dirección de Obras en tiempo oportuno, quedando la Contrata obligada a su ejecución y cumplimiento sin derecho a reclamación alguna.

### **5. Pruebas para las recepciones**

#### **5.1. Pruebas para la recepción provisional de las obras**

Para la recepción provisional de las obras, una vez terminadas, el Director de Obra y los Representantes de la Propiedad, procederán en presencia de los representantes del Contratista a efectuar los reconocimientos y ensayos que estimen oportunos para comprobar que las obras han sido ejecutadas con sujeción al presente Proyecto, a las modificaciones autorizadas y a las

órdenes de la Dirección de Obra.

No será recepcionada ninguna instalación eléctrica que no haya sido probada con su tensión de servicio nominal y demostrado su correcto funcionamiento.

#### **5.1.1. Reconocimiento de las obras**

Antes de proceder al reconocimiento de las obras, el Contratista retirará de las mismas, hasta dejarlas completamente limpias y despejadas, todos los materiales sobrantes, restos, embalajes, bobinas de cables, medios auxiliares, tierras sobrantes de excavaciones y rellenos, escombros, etc.

Se verificará que los materiales empleados coinciden con los admitidos por el Director de Obra en el Control previo que correspondan a las muestras que tenga en su poder si las hubiera, y que no sufren deterioro en su aspecto o funcionamiento.

Igualmente se comprobará que la construcción de las obras de fábrica, la realización de las obras de tierra y el montaje de todas las instalaciones eléctricas han sido ejecutadas de modo correcto, terminadas y rematadas completamente. Especial atención deberá prestarse a la verificación de los siguientes aspectos:

- Secciones y tipos de los conductores y cables utilizados.
- Forma de ejecución de los terminales, empalmes, derivaciones y conexiones en general.
- Tipo, tensión e intensidades nominales y funcionamiento de los aparatos de maniobra, mando, protección y medida.
- Compactación de zanjas.
- En los armarios de distribución se verificará que la totalidad de los elementos están rígidamente fijados; en las puertas cierran adecuadamente; la capacidad del armario es la especificada.
- Tomas de tierra.

Efectuados estos reconocimientos, se procederá a realizar en las instalaciones eléctricas los ensayos que se indican.

### **5.1.2. Ensayos de las redes de baja tensión**

Se efectuarán los siguientes ensayos:

- Se medirá la resistencia de aislamiento según lo previsto en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Comprobación de tierras.
- Se procederá a la puesta en tensión de la red cerrando el interruptor correspondiente, manteniéndola en funcionamiento durante 100 horas como mínimo, volviéndola a ensayar después del aislamiento.
- No debe producirse el funcionamiento de los interruptores automáticos y de los fusibles calibrados de protección, supuestos bien regulados y calibrados, ni el fallo del aislamiento de los cables o de sus conexiones.

### **5.1.3. Pruebas para la recepción definitiva de las obras**

Antes de proceder a la recepción definitiva de las obras se realizará un reconocimiento general de las mismas, con objeto de comprobar el cumplimiento de lo establecido en lo referente a conservación y reparación de las obras.

Se medirá la resistencia de aislamiento de las redes de baja tensión y las tomas de tierra, que deberán permanecer por encima de los mínimos admitidos.

## **6. Medición**

### **6.1. Generalidades**

Las obras ejecutadas se medirán por su volumen, longitud y número de unidades, de acuerdo con las unidades de obra que figuren en el presupuesto y se abonarán a los precios señalados en el mismo.

### **6.2. Medición y abono de la excavación**

La excavación se medirá por su volumen referido al terreno y no a los productos extraídos.

### **6.3. Abono de los medios y obras auxiliares de los ensayos y los detalles imprevistos**

Tendrán esta consideración aquellos gastos que siendo ajenos a los aumentos o variaciones

en la Obra y que sin ser partidas especiales y específicas omitidas en el presupuesto general, se dan inevitablemente en todo trabajo de construcción o montaje, y cuya cuantificación y determinación es imposible efectuar a priori. Por ello, se establecerá una partida fija de un dos por ciento (2 %) calculado sobre los precios de ejecución material.

#### **6.4. Precios contradictorios**

Cuando surjan las nuevas unidades no contempladas en el presupuesto por modificaciones de las obras, quedará perfectamente descrito el sistema de elaborar el nuevo precio contradictorio.

### **7. Disposiciones finales**

#### **7.1. Plazo de garantía**

El plazo de garantía para las obras e instalaciones será de un año a contar de la fecha del acta de recepción provisional, sin que ello suponga extinción de la responsabilidad a que se refiere el Código Civil y Reglamentos aplicables a este tipo de instalaciones.

El Contratista se obligará a reponer a su coste aquella parte de la obra e instalaciones que presenten vicios ocultos.

#### **7.2. Carácter de este pliego de condiciones**

Debe ser documento que las partes contratantes tengan respecto a su cumplimiento la misma fuerza y valor de una escritura pública. Cualquiera de las partes se reservan la facultad de elevar este documento a escritura pública en cualquier estado de la obra.

#### **7.3. Obras defectuosas inaceptables**

El Director de Obra estará facultado para rechazar cualquier obra o instalación que no se ajuste a las condiciones de este Proyecto, estando el Contratista obligado a deshacerla y reconstruirla, no teniendo derecho alguno al cobro de la misma y sin que ello sea motivo de prórroga en el plazo de ejecución.

## **8. Prescripciones de carácter facultativo**

### **8.1. Dirección**

La interpretación del Proyecto corresponde al Ingeniero Director, a quien el Contratista debe obedecer en todo momento en lo que respecta a la obra.

Si sugiere alguna diferencia en la interpretación del presente Pliego, el Contratista deberá someterse a las decisiones del Ingeniero Director.

### **8.2. Libro de órdenes**

En la oficina de obra tendrá el Contratista un libro de órdenes en el que se estampen las que el Ingeniero Director necesite darle, sin perjuicio de comunicarlos por oficio cuando lo crea necesario.

Estas órdenes las firmará el Contratista como enterado, expresando incluso la fecha en que lo verifica.

Igualmente, tanto el Contratista como sus encargados de obra deberán firmar el “enterado” de cuantas órdenes les sean comunicadas, bien por el Ingeniero Director o por el Técnico auxiliar del mismo, las cuales serán comunicadas en los impresos que para este fin se habiliten.

El cumplimiento de estas órdenes es tan obligado para la Contrata como las condiciones expresadas en el presente Pliego.

### **8.3. Obras especiales**

Siempre que a juicio del Ingeniero Director de obras hubiese alguna parte de la obra que por su índole requiriese especial cuidado, podrá señalar a persona acreditada para su ejecución dentro del precio marcado en el Presupuesto.

### **8.4. Comienzo de la obra y ritmo de ejecución de los trabajos**

El Contratista dará comienzo a las obras en el plazo que le sea señalado por el Ingeniero Director, y será responsable de que éstas se desarrollen en la forma necesaria para que la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo previsto.

### **8.5. Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos será facultad potestativa de la

Contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico o facultativo, estime conveniente el Ingeniero Director modificar dicho orden. Estas órdenes se comunicarán a la Contrata y ésta vendrá obligada a su estricto cumplimiento, siendo directamente responsable de cualquier daño o perjuicio que pudiera sobrevenir por su incumplimiento.

#### **8.6. Comprobación de las dimensiones**

El Contratista está obligado, antes de comenzar los trabajos, a comprobar las dimensiones indicadas por los planos y correspondientes obras ya existentes sacando, si es preciso, los perfiles y plantillas necesarias, debiendo manifestar a la Dirección de obra las discrepancias que notara. De la corrección y mantenimiento de las dimensiones establecidas es el Contratista directamente responsable.

#### **8.7. Trabajos defectuosos**

El Contratista deberá emplear los materiales señalados en el presente Pliego y resto de los Documentos de Proyecto.

El Contratista se verá obligado a la demolición y reconstrucción de los trabajos contratados cuando así lo estime el Ingeniero Director, debido a faltas o defectos que en estos puedan existir por mala ejecución o por lo que en estos puedan existir por mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados, sin que le otorgue derecho alguno al hecho de que el Ingeniero Director no le haya llamado la atención sobre el particular, ni que hayan sido valoradas las certificaciones parciales.

Si el Ingeniero Director tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará, igualmente, efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, las demoliciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Treinta días antes de terminarse las obras, como mínimo, se efectuará la recepción provisional de las mismas, a la que acudirán la Propiedad, el Contratista y el Ingeniero Director.

Del resultado de la recepción se levantará un acta por triplicado, firmado por los asistentes legales. Si las obras se ajustan a lo contratado, se darán por recibidas provisionalmente, en el caso contrario, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma las precisas y detalladas instrucciones que el Ingeniero Director deba señalar al Contratista para remediar los defectos

observados, fijándole un plazo para subsanarlos, expirado el cual se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

### **8.9. Recepciones definitivas**

Finalizado el plazo de garantía, y si se encontrasen en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente las obras. En caso contrario, se procederá en la misma forma que en la recepción provisional, siempre que de cuenta del Contratista los gastos de conservación hasta que la obra haya sido definitivamente recibida.

## **9. Prescripciones de carácter económico**

### **9.1. Base fundamental**

Como base fundamental de estas prescripciones, se establece que el Contratista debe percibir de todos los trabajos efectuados su real importe, siempre de acuerdo y con sujeción al Proyecto y condiciones generales y particulares que han de regir la obra.

### **9.2. Carácter de las liquidaciones parciales**

Las liquidaciones parciales tienen el carácter de documentos provisionales, a buena cuenta y sujetas a las rectificaciones y variaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones de obra la aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

En ningún caso podrá el Contratista, alegando retraso, suspender los trabajos ni llevarlos con menos incrementos del necesario para la terminación de las obras en el plazo establecido.

### **9.3. Abono de las obras**

El abono de los trabajos ejecutados se efectuará previa medición mensual, y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, el precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, siempre y cuando se hayan realizado con sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, o bien siguiendo órdenes que por escrito haya entregado el Ingeniero Director.

## **10 Prescripciones de carácter legal**

### **10.1. Contrato**

En el contrato suscrito entre la Propiedad y el Contratista deberá explicarse el sistema de ejecución de las obras que podrán contratarse por cualquiera de los siguientes sistemas:

- Por tanto alzado: comprenderá la ejecución de toda o parte de la obra, con sujeción estricta a los documentos del Proyecto y en cifra fija.
- Por unidades de obra ejecutadas, asimismo, con arreglo a los documentos del Proyecto y a las condiciones particulares que en cada caso se estipulen.
- Por administración directa o indirecta, con arreglo a los documentos del Proyecto y a las condiciones particulares, que en cada caso se estipulen.
- Por contratos de mano de obra, siendo de cuenta de la Propiedad el suministro de materiales y medios auxiliares, en condiciones idénticas a las anteriores. En dicho contrato deberá explicarse si se admiten o no los subcontratos y los trabajos que puedan ser adjudicados directamente por el Ingeniero Director a casas especializadas.

### **10.2. Adjudicación**

La adjudicación de las obras podrán efectuarse por cualquiera de los tres procedimientos siguientes:

1. Subastas públicas o privadas.
2. Concurso público o privado.
3. Adjudicación directa.

### **10.3. Formalización del contrato**

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes.

El Contratista antes de firmar la escritura, habrá firmado también su conformidad al pie del “Pliego de Condiciones Particulares” que ha de regir en la obra, en los planos, cuadros de precios y presupuesto general.

Serán de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasione la extensión del documento.

#### **10.4. Responsabilidad del contratista**

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el Proyecto.

Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Ingeniero Director no haya reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

#### **10.5. Reconocimiento de obras con vicios ocultos**

Si el Ingeniero Director tiene fundadas razones para sospechar la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará en cualquier tiempo, antes de la recepción definitiva, la demolición de las que sean necesarias para reconocer las que suponga defectuosas.

Los gastos de demolición y reconstrucción que se ocasionen serán de cuenta del Contratista y, en caso contrario, correrán a cargo del Propietario.

#### **10.6. Policía de obras**

Serán de cuenta y cargo del Contratista la policía de obra, cuidando de la conservación de los trabajos y de los materiales en obra.

El Contratista es responsable de toda falta relativa a la policía urbana y a las Ordenanzas Municipales a estos respectos vigentes en la localidad en que se ejecuta el Proyecto.

El Contratista deberá disponer los medios necesarios para garantizar la seguridad de los trabajos, todo ello de acuerdo con lo estipulado en el Proyecto de Seguridad redactado ex profeso para ejecutar las obras e instalaciones incluidas en el presente Proyecto.

#### **10.7. Accidentes de trabajo**

En caso de accidentes ocurridos a los operarios con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atendrá a lo dispuesto al respecto en la Legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que en ningún caso pueda quedar afectada la Propiedad, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes en los obreros o a los viandantes.

De los accidentes y perjuicios de todo género que por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia pudiera acaecer o sobrevenir, será este el único responsable o sus responsables en la obra. Será preceptivo que en el “Tablón de Anuncios” de la obra, y durante todo su transcurso, figure el presente artículo del “Pliego de Condiciones de Índole Legal”, sometiéndolo previamente a la firma del Ingeniero Director.

#### **10.8. Causas de rescisión del contrato**

Se consideran causas suficientes para rescisión las que a continuación se señalan:

- La muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista. *En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo bajo las mismas condiciones estipuladas en el Contrato, el Propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho o indemnización alguna.*
- Las alteraciones del contrato por las causas siguientes: La modificación del Proyecto en forma tal que represente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero Director, y en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución, como consecuencia de estas modificaciones, represente en más o menos el 20% como mínimo del importe de aquel. La modificación de unidades de obra. Siempre que estas modificaciones re- presenten variaciones, en más o menos, el 40% como mínimo, de alguna de las unidades que figuran en el Proyecto, o más del 50% de unidades del Proyecto modificadas.
- La suspensión de obra comenzada y, en todo caso, siempre que por causas ajenas a la contrata no se de comienzo a la obra adjudicada dentro del plazo de tres meses a partir de la adjudicación; en este caso, la devolución de fianza será automática.
- La suspensión de obra comenzada siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.
- El que la Contrata no de comienzo a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del Proyecto.

- El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de las obras.
- La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a este.
- El abandono de la obra sin causa justificada.
- La mala fe en la ejecución de los trabajos.

#### **10.9. Devolución de la fianza**

La retención del porcentaje que deberá descontarse del importe de cada certificación, no será devuelto hasta pasados los doce meses del plazo de garantía fijados y en las condiciones detalladas en artículos anteriores.

#### **10.10. Daños a terceros**

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniera, tanto en las edificaciones donde se efectúan las obras, como en las parcelas contiguas; será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda cuando ello hubiere lugar de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución.

#### **10.11. Plazo de entrega de las obras**

El plazo de ejecución de las obras se fijará por el Contrato que se haga con la Contrata o Contratas de la obra.

#### **10.12. Régimen jurídico**

El adjudicatario queda sujeto a la Legislación común, civil, mercantil y procesal española. Sin perjuicio de ello, en las materias relativas a la ejecución de las obras, se tomarán en consideración (en cuanto su aplicación sea posible y en todo aquello en que no se queden reguladas por expresa legislación civil y mercantil ni por el Contrato) las Normas que rigen para la ejecución de Obras para el Estado.

Fuera de las competencias y decisiones que, en lo técnico, se atribuyen a la Dirección Facultativa de la Obra, en lo demás se procurará que las líneas o diferencia suscritas por la aplicación, interpretación o resolución del Contrato se resuelvan mediante negociación de las partes debidamente representadas por personas cualificadas.

De no haber concordia, se someterán al arbitraje privado para que se decida por sujeción al saber y entender de los árbitros, que serán tres: uno por cada parte y un tercero nombrado en común acuerdo entre ellos.

En La Laguna a 18 de Junio de 2014. El alumno de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y automática:

**Joaquín Goya Arteaga.**



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Presupuesto

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## 1. Presupuesto

Se exponen en el presupuesto del presente proyecto las partidas correspondientes a las obras a efectuar, estas se dividen en tres capítulos y detallan la descripción, el precio y el importe de cada una de las unidades de obra. También se expone un resumen del presupuesto por capítulos.

### 1.1. Presupuesto detallado

Partida	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
<b>1.0.0</b>	<b>Urbanización y Obra civil</b>			
	M3 Excavación en zanjas	262,4	16,67	4.374,21
	M3 Excavación en zanjas, pozos o cimientos de obra, en todo tipo de terreno, transporte a vertedero de material sobrante, refino y compactación del fondo de la excavación			
	M3 Relleno y compactación	233,8	8,33	1.947,55
	M3 Relleno y compactación en zanjas y obras de fábrica, con materiales seleccionados procedentes e la excavación o prestamos.			
	MI Canalización 2x200	198,90	53,41	10.623,25
	MI Canalización subterránea, formada por dos tubos de PE doble capa de diámetro 200 mm a lo establecido por la norma UNE-EN 50.086 2-4 hormigonado en dado de hormigón de 36x62 cm incluso encofrado y desencofrado, enhebrado con cable de 2 mm y cinta de señalización, totalmente acabado y ejecutado según planos de detalles.			

MI Canalización 4x200 MI Canalización subterránea, formada por cuatro tubos de PE doble capa de diámetro 200 mm a lo establecido por la norma UNE-EN 50.086 2-4 hormigonado en dado de hormigón de 36x62 cm incluso encofrado y desencofrado, enhebrado con cable de 2 mm y cinta de señalización, totalmente acabado y ejecutado según planos de detalles.	258,10	62,80	16.208,68
MI Canalización 6x200 MI Canalización subterránea, formada por seis tubos de PE doble capa de diámetro 200 mm a lo establecido por la norma UNE-EN 50.086 2-4 hormigonado en dado de hormigón de 36x62 cm incluso encofrado y desencofrado, enhebrado con cable de 2 mm y cinta de señalización, totalmente acabado y ejecutado según planos de detalles.	126,75	69,35	8.790,11
Ud. Arqueta tipo AR1 Ud. Arqueta de registro con fundición de 650x750 mm tipo terminada según planos.	34,00	22,30	748,20
Ud. Arqueta tipo AR2 Ud. Arqueta de registro con fundición de 1250x750 mm tipo terminada según planos.	19,00	31,51	598,69
Ud. Pedestal tipo PN-57 Ud. Pedestal para armario de Baja tensión tipo PN- 57 encofrado y desencofrado, incluso pernos de anclaje, y canalización con tubo PE flexible de 200 mm para acometidas a parcelas y dos tubos de plástico de 200 mm entre pedestal y arqueta, totalmente terminado según planos de detalles.	30,00	146,02	4.380,60

Ud. Arcabloc PN-57 Ud. Arcabloc de hormigón H-200 para alojar armario de paso y derivación de 0,75x0,58x0,30 m libres interiores, totalmente instalado, incluso fijación a pedestal.	30,00	33,26	997,80
M2. Demolición mecánica de firme M2.Demolicion de firme asfaltico, aceras y bordillos, retiradas de escombros a vertederos y pago de canos de vertido, incluso precorte con disco asfaltico.	8,00	11,36	90,88
M3. Picón cemento M3.Picon cemento en relleno de zanjas incluso extendido y compactado	9,00	35,56	320,04
M2. Reposición de firmes asfáltico M2.Reposicion de firme asfáltico con riego de imprimación o adherencia en caliente tipo D-12 en capa de rodadura de 0.005 cm, extendida y compactada, incluso fabricación y transporte de planta a tajp, densidad media =2,40 Tn/M3	6,00	8,57	51,42
M2.Enfoscado maestrado M2.Enfoscado maestrado y fratasado en paramentos verticales y horizontales interiores con mortero de 1.5 de cemento y arena, acabado con mortero de cemento de arena de milán, incluso p.p. de tela metálica en juntas de fabrica y estructura.	137,00	11,87	1.626,19

M2.Pintura plástica	114,00	6,37	726,18
M2.Pintura plástica acabado liso mate o satinado, tipo paicril o similar para interior o exterior, con una capa de imprimación y dos de acabado, incluso lijado y empaste a dos manos.			

**Total del capítulo**

51.483,76

Partida	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
<b>2.0.0</b>	<b>Red de Baja Tensión</b>			
	Ml. Cable 1 kv 1x95 aluminio	118,00	3,31	390,58
	Ml. Conductor de aluminio RV de 0,6/1Kv y de 1x95 mm2 de sección, incluso p.p. de terminales y pequeño material de instalación. Totalmente montado y conectado.			
	Ml. Cable 1 kv 1x150 aluminio	159,00	4,76	756,84
	Ml. Conductor de aluminio RV de 0,6/1Kv y de 1x150 mm2 de sección, incluso p.p. de terminales y pequeño material de instalación. Totalmente montado y conectado.			
	Ml. Cable 1 kv 1x240 aluminio	122,00	5,85	713,70
	Ml. Conductor de aluminio RV de 0,6/1Kv y de 1x240 mm2 de sección, incluso p.p. de terminales y pequeño material de instalación. Totalmente montado y conectado.			
	Ml. Cable 1 kv 2x240 cobre	1.238,00	8,63	10.683,94
	Ml. Conductor de cobre RV de 0,6/1Kv y de 2x240 mm2 de sección, incluso p.p. de terminales y pequeño material de instalación. Totalmente montado y conectado.			

Un. ALS1U 6.6 armario PN57 chasis y fusi	30,00	646,22	19.386,60
Un. Armario de distribución para entrada y salidas protegidas para los abonados, según designación de UNELCO ALS-1, compuesto por armario Himel PN 57/ALS-1U 6.6 instalado en exterior empotrado en muro, chasis con bornas bimetálicas, bases de NEOZED y fusibles, placa de protección de bornas y pequeño material de instalación. Totalmente montado y conectado.			
Ud. Caja Panninter	30,00	186,91	5607,3
Ud. Caja Panninter o similar para dos contadores con mirillas, placa de montaje y preparada para bloqueo, cableado e instalado			
Un. Pica de puesta tierra de 2,00 metros	10	29,5	295
Un. Pica de puesta a tierra de 2,00 metros de longitud, incluso p.p. de pequeño material de instalación. Totalmente montada y conectada.			
<b>Total del capítulo</b>			<b>37.833,96</b>

Partida	Descripción	Cantidad	Precio	Importe
<b>3.0.0</b>	<b>Seguridad y Salud</b>			
	Ud. Gafas anti-impactos.	15,00	9,71	145,65
	Ud. Gafas anti-impacto, clase D, con protección 777, según MT-17.			
	Ud. Mascarilla	15,00	10,90	163,50
	Ud. Mascarilla de respiración para excavaciones y movimientos de tierra,			
	Ud. Filtro para mascarilla Ud. Filtro para mascarilla.	20,00	1,55	31,00

## Presupuesto

Joaquín Goya Arteaga

Ud. Cascos	15,00	4,41	66,15
Ud. Cascos de seguridad aislantes, homologados según MT-1.			
Ud. Guantes	15,00	8,19	122,85
Ud. Guantes de cuero			
Ud. Guantes dieléctricos	5,00	85,54	427,70
Ud. Guantes dieléctricos			
Ud. Trajes de agua	15,00	13,22	198,3
Ud. Trajes de agua.			
Ud. Pares de Botas	15,00	25,30	379,5
Ud. Pares de Botas de seguridad, con puntera reforzada.			
Ud. Protectores	12,00	4,34	52,08
Ud. Protectores auditivos			
Ud, Señal. Ud. Señal normalizada de tráfico, con soporte metálico, incluso montaje.	22,00	10,28	226,16
Ud. Cartel indicativo	8,00	11,38	91,04
Ud. Cartel indicativo de riesgo, con soporte metálico y colocación.			
Ud. Cordón de balizamiento	1300,00	2,68	3.484,00
Ud. Cordón de balizamiento reflectante, incluso colocación y desmontaje.			
Ud. Valla metálica	35,00	31,27	1.094,45
Ud. Valla metálica de 2 mts de longitud y 1,2 mts de altura, incluso colocación			
Ud. Verificador	2,00	206,34	412,68
Ud, Verificador óptico acústico de ausencia de tensión, incluso pértiga de aislante de 20KV para cortes de corriente.			
Ud. Punto de alumbrado	9,00	47,18	424,62
Ud. Punto de alumbrado autónomo para señalización de zanjas, con pilas recargable.			
Ud. Puesta a Tierra	10,00	0,97	9,70

Ud. Juegos de puesta a Tierra y en cortocircuito incluso pinzas terminales, cable aislado, pica de tierra, pértiga aislante para colocación.

Ud. Botiquín	10,00	91,45	914,50
Ud. Botiquín Portátil completamente equipado			

P.A. Reposición	6,00	105,95	635,70
P.A. Reposición de material sanitario utilizado.			

Ud. Reconocimiento medido	10,00	108,79	1.087,90
Ud. Reconocimiento medico para el personal.			

Ud. Formación	100,00	10,30	1.030,00
Ud. Formación para seguridad e higiene, impartida a 10 operarios durante cinco horas.			

---

<b>Total capítulo</b>			10.806,44
-----------------------	--	--	-----------

**1.2. Resumen de capítulos**

<b>Partida</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importe</b>
1.0.0	Urbanización y Obra civil	51.483,76
2.0.0	Red de Baja Tensión	37.833,96
3.0.0	Seguridad y Salud	10.806,44
	<b>Total Presupuesto</b>	<b>100.124,16</b>

El presupuesto de ejecución material asciende a **CIEN MIL CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS.**

Precio de Ejecución Material	100.124,16
Beneficio Industrial (6%)	6.007,45
Gastos Generales (16%)	16.019,86
<b>Precio de Ejecución por Contrata</b>	<b>122.151,76</b>

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a **CIENTO VEINTIDOS MIL CIENTO CINCUENTA Y UN EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS.**



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Planos

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

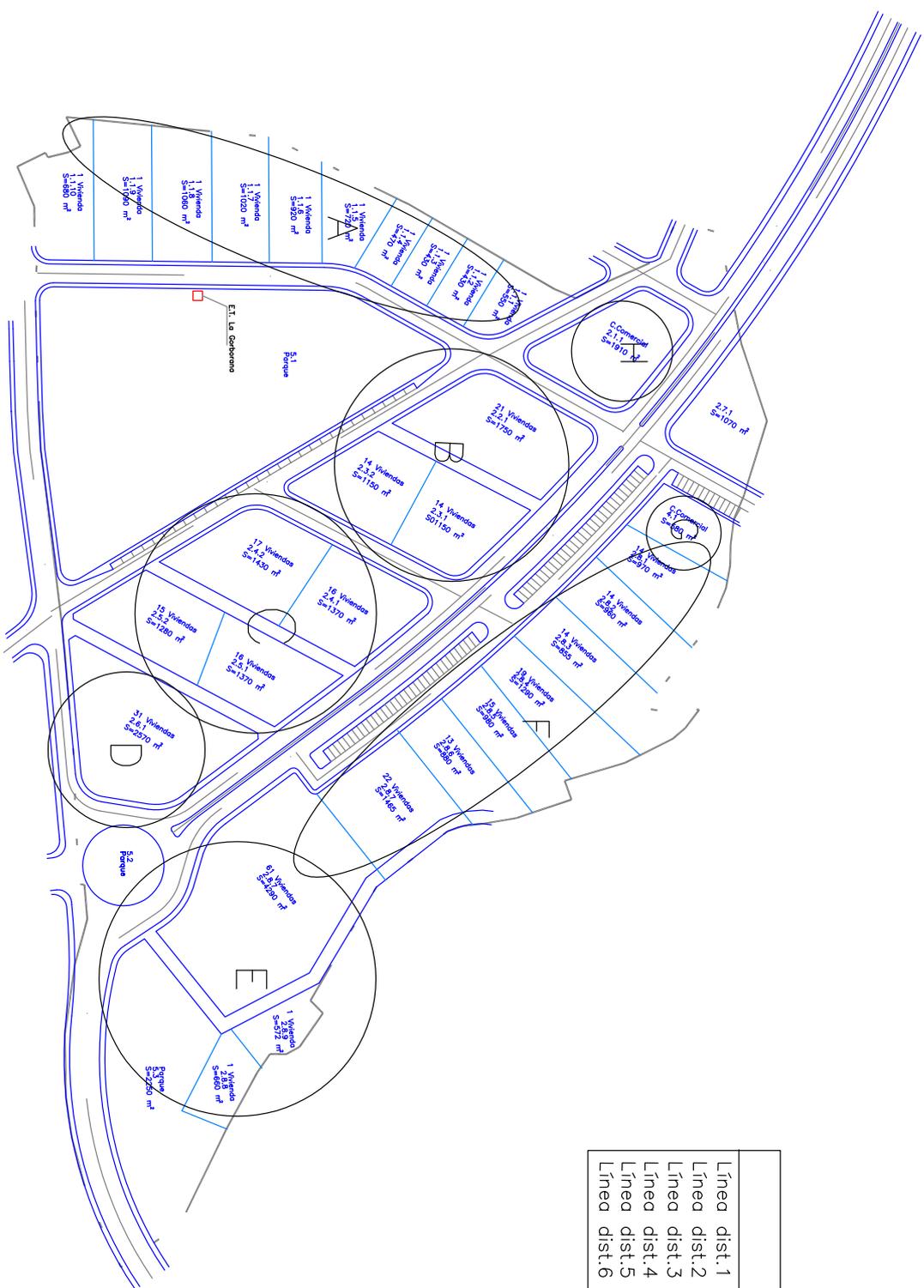
Julio, 2014

# ÍNDICE

## **1. Planos**

- 1.1. Plano N°1 Situación
- 1.2. Plano N°2 Planta con distribución de potencia
- 1.3. Plano N°3 Planta líneas de distribución
- 1.4. Plano N°4 Planta red de distribución
- 1.5. Plano N°5 Esquema distribución





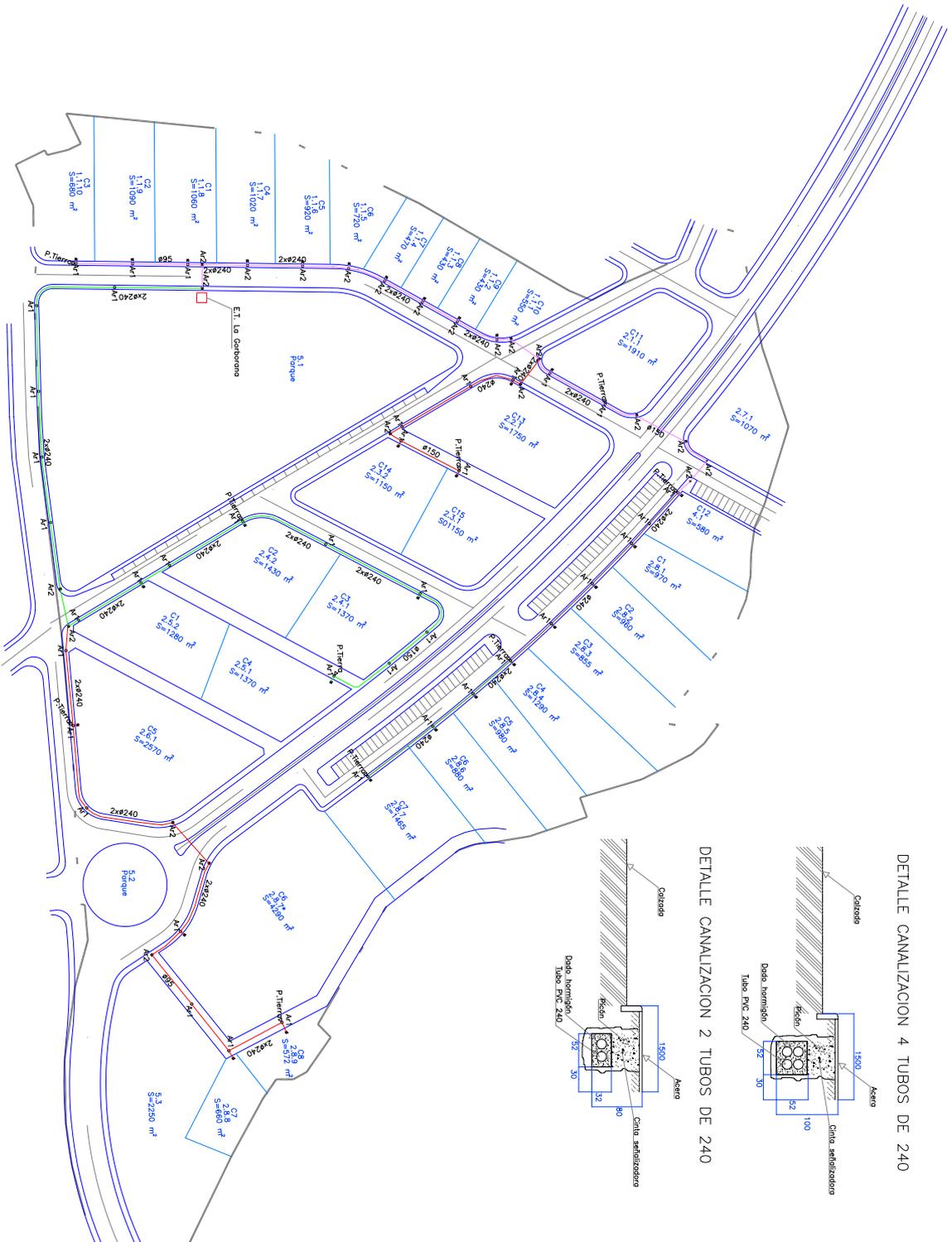
Leyenda	
Línea dist.1	Zonas: A, H y G Pot.: 341,0kW
Línea dist.2	Zona B Pot.: 285,7kW
Línea dist.3	Zona C Pot.: 398,0kW
Línea dist.4	Zonas D y E Pot.: 415,0kW
Línea dist.5	Zona F Pot.: 375,8kW
Línea dist.6	Zona F Pot.: 294,0kW

RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN			
Dibujado	Fecha	Autor	Ull
04-2014		José Luis	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
06-2014		Gonzalo Arcega	
Id. s. normas	UNE-EN-501		
ESCALA:	1:1500		
Plano de Planta con Distribución de Potencia			Normat.: Plano Distribución Potencia

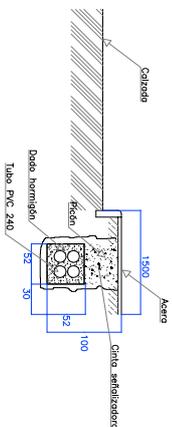


Legenda	
Linea dist. 1	
Linea dist. 2	
Linea dist. 3	
Linea dist. 4	
Linea dist. 5	
Linea dist. 6	

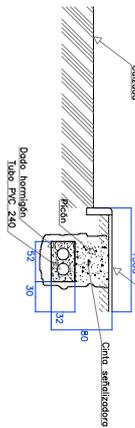
RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN			
Dibujado	Fecha	Autor	 ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA CIVIL INDUSTRIAL Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática Universidad de La Laguna
Correspondencia	04-2014	José Antonio Góez Arceaga	
Id. s. normas	UNE-EN-50118	UNE-EN-50118	Nº P.: 3
ESCALA:	Plano de Planta Línea Distribución		Mon. Arch: Plano, Planta, Línea, Distribución.dwg
1:1500			



DETALLE CANALIZACION 4 TUBOS DE 240



DETALLE CANALIZACION 2 TUBOS DE 240

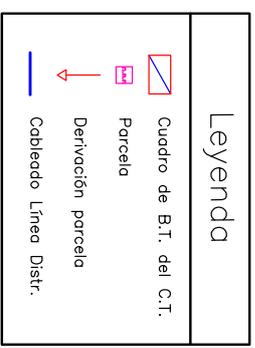
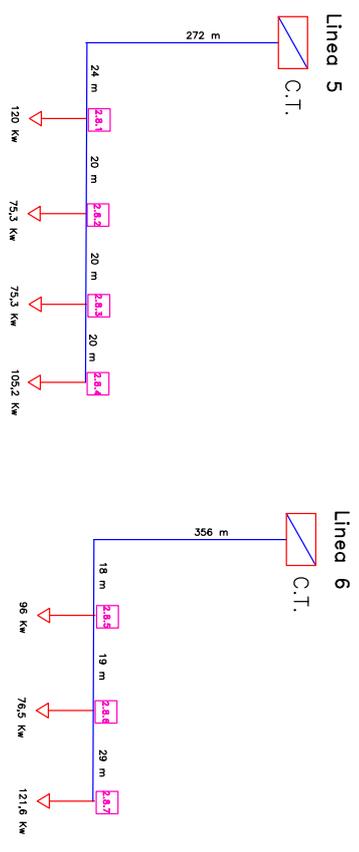
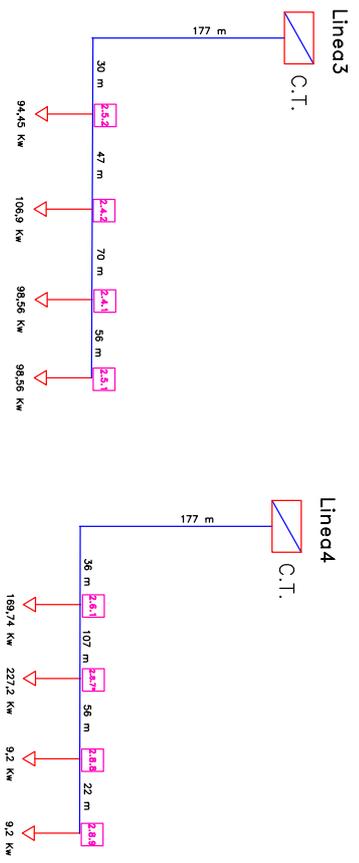
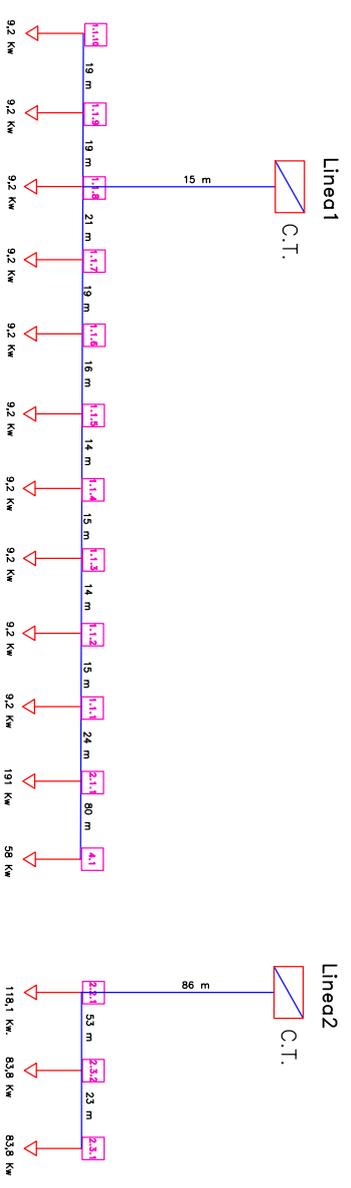


Legenda

- Linea 1
- Linea 2
- Linea 3
- Linea 4
- Linea 5
- Linea 6
- Sección conductor
- Armario distribución
- Arqueta Ar'1, ocera
- Arqueta Ar'2, cruces
- Pica puesta a tierra

RED DE DISTRIBUCION ELECTRICA DE BAJA TENSION DE UNA URBANIZACION

Fecha		Autor		Institución		Nº P.: 4	
Dibujado	04-2014	Josquin		ULL	ESUELA TECNICA SUPERIOR INGENIERIA CIVIL E INDUSTRIAL	Grado en Ing. Electrica Industrial y Automatica	Universidad de La Laguna
Comprobado	06-2014	Goyo Arceaga					
Id. s. normas		UNE-EN-DIV		ESQUEMA		Nombre: Plano_jlama_red_distribucioning	
1:1000		Plano de planta Red Distribucion en Baja Tension					



RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN			
Dibujado	04-2014	Autores	Josep
Coordinado	06-2014	Supervisor	Gonz Arceaga
Id. s. normas	UNE-EN-50118	Entidad	ULL
ESCALA:	SE	Esquema Red de Distribución	
		Nº P.: 5	Mon.Aut.: Esquema_Distribucion.dwg



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Anexo I Estudio Seguridad y Salud

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## **Estudio de Seguridad y Salud**

### **1. Memoria**

#### **1.1. Objeto**

Este Estudio de Seguridad y Salud establece durante el periodo de ejecución de las obras definidas en este Proyecto, las condiciones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como de los derivados de los trabajos de montaje y conservación de las instalaciones.

Servirá para dar una serie de directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

#### **1.2. Alcance**

Las instalaciones para las que se hace este Estudio de Seguridad y Salud son las siguientes:

- Canalizaciones para líneas de Baja Tensión.
- Tendido de Líneas de baja tensión.
- Montaje e instalación Cuadros de Distribución.

#### **1.3. Reglamentos de aplicación**

Tanto en la redacción del presente Proyecto como durante la posterior ejecución de los trabajos se vigilará el cumplimiento de la reglamentación vigente al respecto:

- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002. Por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de para Baja Tensión (BOE nº 224 de 18 de Septiembre de 2002).
- ORDEN de 16 de abril de 2010. Por la que se aprueban las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace, en el ámbito de suministro de Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U. y Distribuidora Eléctrica del Puerto de La Cruz, S.A.U., en el territorio de la Comunidad Autónoma de Canarias.
- Ley de Prevención de riesgos Laborales de 31/1995 de 8 de Noviembre de 1995.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre. Por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. Sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### **1.4. Riesgos**

Los riesgos a considerar son los derivados del montaje de la línea baja tensión y la realización de las canalizaciones.

##### **1.4.1. Riesgos de montaje**

Los riesgos en el montaje son principalmente debidos a: Golpes contra objetos. Caídas a distinto nivel. Caídas de objetos.

Heridas punzantes en pies y manos. Erosiones y contusiones en manipulación de hierros y perfiles. Atropellos y atrapamiento por maquinaria y equipos. Desprendimiento y sepultamiento en excavación. Polvo. Ruido. Vibraciones.

##### **1.4.2. Riesgos a terceros**

Estos riesgos son los producidos por la estancia posible en las inmediaciones de la obra de personas ajenas a la misma, así como por circulación de vehículos por el camino por el que discurrirá la canalización.

#### **1.5. Prevención de riesgos. Empleo de materiales y elementos de seguridad**

Todos los materiales de seguridad a emplear en los trabajos a que se refiere el presente Proyecto, cumplirán con lo indicado en las Normas UNE, Norma Técnica del Ministerio de Trabajo o Recomendación UNESA que, independientemente del control antes de su empleo, es necesario que el material de seguridad sea objeto de revisiones periódicas por personas competentes, completamente al corriente de las condiciones que cada uno de ellos debe satisfacer.

##### **1.5.1. Elementos de seguridad individuales**

Los materiales de seguridad a emplear en la realización de los trabajos serán individuales y colectivos. Los individuales son:

- Casco de seguridad aislante: Su utilización será obligatoria durante todo el tiempo que un operario se encuentre en el lugar de trabajo. El empleo del casco será obligatorio para cualquier visitante de los trabajos. El casco está indicado para la prevención de posibles accidentes por caídas de objetos desde un nivel superior o por cualquier tipo de golpes en la cabeza. El tipo de casco a emplear será cualquiera que cumpla con las Normas Técnicas reglamentarias sobre homologación de medios de protección personal, con la MT- 1 Casco de Seguridad no metálico, publicada en el B.O.E. de 30 de Diciembre de 1974.
- Gafas de protección: Es obligatorio para toda persona que realice un trabajo en el que pueda encerrar un riesgo de accidente ocular, tal como: arco eléctrico (apertura de circuitos de tensión), polvo (excavación para cimentación de apoyos y realización de zanja), sustancias irritantes (cemento para hormigonado), etc. Las gafas a emplear durante la realización de los trabajos estarán dotados de oculares de resistencia mecánica clase D, con protección adicional 777, según Norma MT-17 publicada en el B.O.E. de 9 de Septiembre de 1978.
- Guantes aislantes: Serán de clase III, según la Norma MT-4 Guantes aislantes de electricidad, publicada en el B.O.E. de 3 Septiembre de 1975. Los guantes aislantes deben ser verificados frecuentemente (3 meses), y antes de utilizarlos, hay que asegurarse de que están en buen estado y no presentan huellas de roturas, desgarros o agujeros, por pequeños que sean.

Se emplearán en todas las operaciones a realizar para poner en línea actual en descarga o en cualquier operación que implique un posible contacto con una instalación en tensión, (puesta a tierra, en cortocircuitos comprobación de ausencia de tensión, etc.).

- Cinturón de seguridad: Es un equipo individual de protección cuya finalidad es sostener, o sostener y frenar, el cuerpo del usuario en aquellos trabajos con riesgo de caída, evitando los peligros derivados de la misma. Antes de su utilización se revisará, al menos visualmente, los constituyentes del cinturón sobre todo el elemento de amarre, que estará exento de nudos o defectos que mermen sus características. Todos los cinturones empleados serán de la clase A tipo 2, pero dotados de una cuerda de amarre y

amortiguador de caída adicional. Cumplirán con lo indicado en la Norma MT-13 publicada en el B.O.E. de 2 de Septiembre de 1977. Lo emplearán todos los operarios que tengan que realizar trabajos de altura, como son el izado de apoyos, desmontaje de línea existente, montaje de cadenas de aisladores, tendido de líneas, etc.

- Guantes de protección contra agentes agresivos químicos: En la fabricación del hormigón a mano existe el peligro de contacto del operario con sustancias cáusticas. En este tipo de trabajos será obligatoria la utilización de guantes de protección contra agentes agresivos, homologados por el Ministerio de Trabajo según Norma MT-11 publicada en el B.O.E. de 4 de Julio de 1977.
- Protecciones auditivas: Su utilización será obligatoria para todo operario que realice trabajos de apertura de excavación o zanja con martillo compresor. Será de cualquier tipo que este homologado según MT-2 publicada en el B.O.E. de 1 de Julio de 1975.

### 1.5.2. Elementos de seguridad colectivos

Los materiales colectivos de seguridad son los que enumeran a continuación:

- Verificación de ausencia de tensión: Deberán ser adecuados a la tensión de la instalación en que van a ser utilizados. Podrán ser de igual o inferior tensión que la nominal de la línea, pero nunca de mayor tensión nominal. Para verificar la ausencia de tensión en la línea podrá utilizarse cualquiera de los siguientes detectores: Ópticos. Acústicos. Óptico-acústicos. Fusil Lanza-cables. Deberá comprobarse antes de su empleo que el material está en buen estado. Se debe verificar antes y después de su uso que la cabeza detectora funciona correctamente. La utilización del detector se tiene que realizar obligatoriamente con guantes aislantes y siempre que sea posible con banqueta o alfombra aislante. Cuando la verificación de ausencia de tensión se realice con detectores ópticos, acústicos o mixtos, estos estarán instalados en el extremo de una pértiga aislante de tensión adecuada.
- Dispositivos temporales de puesta a tierra y en cortocircuito: Se puede definir la puesta a tierra y en cortocircuito como la unión de todos los conductores de una línea mediante un cable común a un electrodo incrustado en el suelo.

Esta protección deberá estar colocada lo mas cerca posible del punto de trabajo. De esta manera se logra la protección más eficaz del personal que trabaja en la instalación.

Será independiente de las tierras instaladas por el agente de descargo.

La secuencia de trabajo para el montaje de una puesta a tierra es el siguiente:

- Conectar el cable de tierra del dispositivo a un electrodo hundido en el suelo o a la instalación de tierra existente.
- Desenrollar completamente el conductor del dispositivo si este enrollado sobre un torno para evitar los efectos electromagnéticos de un cortocircuito eventual.
- Fijar las pinzas sobre cada conductor o borna de botella terminal, utilizando pértiga aislante y guantes aislantes, comenzado por el conductor más cercano.

Para la fijación de las pinzas el operador debe mantenerse apartado de los conductores de tierra y demás conductores.

La secuencia de operaciones para quitar las puestas a tierra es rigurosamente inverso al indicado para su colocación.

- Señalización general: Como señalización general en cada uno de los trabajos se emplearán:
  - Señales de peligro de obras, reducción obligatoria de velocidad, estrechamiento de calzada, etc.
  - Uso obligatorio del casco, gafas y guantes de seguridad en posibles locales cerrados que se accedan.
  - Cartel avisador de riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, carga suspendida, etc.
  - Cartel de Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego.
  - Señal de localización de botiquín y de extintor.

Con el fin de evitar posibles caídas de personal en el interior de las excavaciones para los apoyos, siempre que no se este trabajando en la mismas, se procederá a tapar su boca, con tablas o cualquier otro elemento que asegure una resistencia adecuada.

La señalización de las zanjas se realizará con barandillas, roja y blancas, colocadas a

ambos lados de las misma. Estas barandillas estarán dotadas de un alumbrado especial para la noche.

## **1.6. Formación**

Se impartirá formación especializada en materia de seguridad e higiene en el trabajo a todo el personal que intervenga en la obra.

Se hará especial hincapié en los riesgos derivados de las cargas, descargas, acopios y almacenaje provisional, movimiento de maquinaria y equipos, aparatos y elementos de elevación, estribos, eslingas y accesorios.

Se indicará en la utilización de los elementos de seguridad personal, seguridad colectiva, riesgos eléctricos y riesgos especiales de trabajo en alturas.

Se informará sobre primeros auxilios, técnicas de respiración artificial, traslado de heridos, utilización del botiquín de primeros auxilios, etc.

## **1.7. Servicios de prevención**

### **1.7.1. Servicio técnico de seguridad e higiene**

La obra deberá contar con un técnico de Seguridad e Higiene cuya misión será la prevención de riesgos que puedan presentarse durante la ejecución de los trabajos y asesorar al Jefe de Obra sobre las medidas de seguridad a adoptar. Asimismo, investigará las causas de los accidentes ocurridos para modificar los condicionantes que los produjeron para evitar su repetición.

### **1.7.2. Servicio medico**

La empresa instaladora contará con Servicio Médico de Empresa propio o mancomunado.

### **1.7.3. Vigilante de seguridad y comité de seguridad e higiene**

Se nombrará Vigilante de Seguridad de acuerdo con lo previsto en la normativa. No se constituirá el Comité ya que el número de trabajadores es menor de cincuenta.

### **1.7.4. Instalaciones médicas**

Se dispondrá de un botiquín por brigada autónoma o lugar de trabajo independiente. Cada uno de estos botiquines contendrá el material especificado en la Ley de prevención de riesgos

laborales.

Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, mutuas patronales, mutualidades laborales, ambulatorios, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra y en cada uno de los vehículos de las brigadas, en sitio visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., con el fin de garantizar un rápido y eficaz traslado de los accidentados a los Centros de asistencia.

### **1.8. Reconocimiento médico**

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo y que será repetido en el periodo de un año.

### **1.9. Plan de seguridad e higiene**

El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

### **1.10. Medición y abono**

Se entiende por unidad de las recogidas en este Estudio, todo elemento disponible en la obra para la evitación de riesgos, así como de utilidad en el bienestar o higiene de los trabajadores.

Los precios estampados en los Cuadros de Precios y en el Presupuesto refieren a la unidad definida de esta manera, cualquiera que sea su procedencia.

La pérdida o enajenación de prendas de trabajo, o cualesquiera otras medidas de seguridad, además de la sanción que por tal motivo proceda, llevará aparejado el descuento de la misma al contratista, y lo mismo en el caso de resolución del Contrato, en cuyo caso la deducción podrá efectuarse de la Liquidación que deba percibir el contratista.

## **2. Pliego de condiciones**

### **2.1. Objeto**

El presente pliego de Condiciones tienen por objeto definir los requisitos que en materia de Seguridad y Salud tienen que cumplirse en la ejecución de los trabajos del proyecto.

La presentación de ofertas para la realización de los trabajos anteriormente citados, implica la conformidad con este Pliego de Condiciones.

### **2.2. Condiciones de los medios de protección**

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por la circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápida en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de su duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido, (por ejemplo por accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias que las admitidas por el fabricante, serán eliminadas.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo. Todos los elementos de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

Todos los elementos de protección personal se ajustarán a las Normas de Homologación del ministerio de trabajo (Orden Ministerial de 17 de Mayo de 1974).

En los casos en que no exista Norma de Homologación oficial, los medios de protección personal serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

### **2.3. Servicios de prevención**

El contratista dispondrá de los siguientes servicios de prevención:

- Servicio Técnico de Seguridad e Higiene, el cual le asesorará en todas las materias relacionadas con el tema de Seguridad.
- Servicio Médico de Empresa, que podrá ser propio o mancomunado.

- Vigilante de Seguridad, que será nombrado de acuerdo con lo previsto en la Ordenanza de Seguridad e Higiene.
- Comité de Seguridad e Higiene. Este comité sólo será obligatorio cuando la empresa adjudicataria de los trabajos sobrepase el número de trabajadores previsto en la Ordenanza Laboral correspondiente, o en su caso, si lo dispone así el Convenio Colectivo Provincial.
- Instalaciones Médicas. Los botiquines de que dispondrán cada uno de los vehículos de la brigada se revisarán mensualmente. En caso de consumo de alguno de los productos del botiquín, éstos se repondrán inmediatamente.
- Instalaciones de Higiene y Bienestar. Dado el tipo de trabajo a que se refiere este Proyecto y la diversidad de puntos de trabajo existentes, no se dispondrán en obra de servicios higiénicos, vestuarios, etc.

El contratista dispondrá, en el Centro de Trabajo de donde partirán los trabajadores, de las siguientes instalaciones de Higiene:

- Vestuarios, con un recinto mínimo de 30 m<sup>2</sup> y provisto de los siguientes elementos:
  - Una taquilla para cada trabajador, provista de cerradura.
  - Asiento.
- Servicios higiénicos, instalados en un local anexo al anterior, de 20 m<sup>2</sup> mínimos, con los siguientes servicios:
  - 2 retretes inodoros en cabinas individuales, de 1,20 x 1,00 x 2,30.
  - 3 lavabos con espejos y jabón.
  - 3 duchas individuales con agua fría y caliente.
  - Perchas.
- Plan de Seguridad e Higiene. El contratista está obligado a redactar un Plan de Seguridad e Higiene adaptado a este Proyecto, a sus medios y métodos de ejecución, antes del inicio de los trabajos.

## **2.4. Condiciones de seguridad en la realización de los trabajos**

### **2.4.1. Realización de los trabajos en tensión**

Los trabajos de izado de apoyos metálicos y paso de conductores a los nuevos apoyos podrán realizarse con la actual línea en tensión o en cortes de corriente de esta línea. Esto último siempre que la empresa propietaria de la línea UNIÓN ELÉCTRICA DE CANARIAS, S.A. aprueben el correspondiente plan de corte a presentar por la Contrata.

En caso de que fuese posible la realización de parte o de todos los cortes de corriente solicitados por la Contrata para la realización de los trabajos, deberá procederse a la realización de los mismos con elementos, personal, herramientas y métodos de trabajo en tensión a distancia.

Sea cual fuese el método a utilizar, no se admitirá sobrecosto por este concepto.

Si fuese precisa la realización de los trabajos en tensión, el contratista tendrá que cumplir las siguientes condiciones generales:

- El Contratista deberá proveerse de la correspondiente autorización para la realización de trabajos en tensión, en instalaciones de alta tensión. Esta autorización le será entregada por el Jefe de Explotación de la empresa distribuidora UNIÓN ELÉCTRICA DE CANARIAS, S.A.
- Los operarios que deban efectuar estos trabajos en tensión cumplirán con los siguientes requisitos:
  - Haber sido declarados aptos en el reconocimiento médico.
  - Haber recibido una información correspondiente a los métodos de trabajos en tensión.
  - Haber superado la prueba de conocimiento y aptitudes.

La formación estará asegurada o dirigida por personal competente, de acuerdo con los programas establecidos por una Comisión Técnica de Trabajos en Tensión, pertenecientes a la Empresa Contratista de las Obras. Todos los operarios que estén habilitados para la realización de trabajos en tensión deberán pasar anualmente un reciclaje.

- El método de trabajo a realizar será el denominado “Trabajo a Distancia”, por lo que el personal habilitado deberá estar previsto de la correspondiente a

acreditación para realizar trabajos en tensión, a distancia, en líneas de alta tensión hasta 20 KV.

- Los trabajos a realizar en tensión serán principalmente la separación de conductores y montaje sobre los mismos de los elementos aislantes que nos permitan, sin ningún problema, el izado de los apoyos y el posterior paso de los conductores a los nuevos apoyos. Para ello será preciso la utilización de “Revestimiento Aislantes” (pantallas, cubiertas, etc.) y alejamiento de los conductores con pértigas y separadores aislantes.
- Los materiales y herramientas especiales empleados deben estar siempre en perfecto estado de limpieza y conservación. Deben cumplir con unos ensayos periódicos de aislamiento y de resistencia mecánica, con el fin de garantizar su perfecto estado. Como regla general se puede decir que los guantes aislantes para alta tensión deben ser ensayados cada tres meses y comprobados, siempre, antes de cada trabajo. Por lo que a pértigas, tensores, protectores, telas aislantes, etc. se refiere, deberán ser ensayados, como mínimo, cada año. El Jefe de trabajo debe asegurarse, antes de todo trabajo, del buen estado aparente del material y de las herramientas colectivas.
- La ejecución de todo trabajo en tensión estará subordinado a la aplicación de su Procedimiento de Ejecución, previamente estudiado. El procedimiento de ejecución debe comprender:
  - Un título en el que se indique la naturaleza de la instalación, una designación precisa de la operación y el método de trabajo.
  - Una descripción ordenada de las diferentes fases del conjunto del Procedimiento, a nivel de operaciones elementales.

Los trabajos en tensión se podrán realizar bajo las siguientes condiciones:

- Condiciones atmosféricas.

En caso de precipitaciones atmosféricas o de niebla, no se comenzará el trabajo, pero los que estén en Curso de realización pueden terminarse.

En caso de tormenta, se interrumpirán los trabajos iniciados.

En caso de interrupción de los trabajos, se debe retirar el personal y dejar los

dispositivos aislantes colocados hasta que las condiciones atmosféricas vuelvan a ser favorables.

- Trabajo a distancia.

La distancia mínima de aproximación de cualquier parte del cuerpo a un conductor o elemento de tensión será:

- Si la longitud de las cadenas de aisladores o aislador rígido de la línea existente es menos de 80 cm., la distancia de seguridad será de 80 cm., pudiendo reducirse a 60 cm., para la colocación de dispositivos aislantes cerca de los puntos de fijación de las cadenas de aisladores y de los aisladores rígidos o sus soportes.

- Si la longitud de la cadena es mayor de 80 cm., la distancia de seguridad será la longitud de la cadena.

- En las pértigas aislantes la distancia del dispositivo guardamanos de las mismas, a cualquier conductor o elemento en tensión, no será inferior a 80 cm.

- Medidas previas.

Una vez autorizada la realización de los trabajos en tensión, el Jefe de Explotación debe tomar las disposiciones particulares para poner la línea en régimen especial de explotación. Este régimen comprende:

- Modificación de la regularización de las protecciones, en caso necesario.

- Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo (radio, teléfono, etc.) que permita cualquier maniobra de urgencia que fuera necesaria.

- Supresión de reenganches automáticos, siempre que la línea actual disponga de ellos.

- Indicación, en el interruptor, de prohibición de puesta en servicio de la línea, en caso de desconexión, sin la previa conformidad del

### Jefe de Trabajo.

- Dirección y vigilancia de los Trabajos.

Recibida la autorización y confirmación de los trabajos, el Jefe de Trabajo expondrá a los operarios el “Procedimiento de Ejecución” que se va a realizar.

El Jefe de trabajo dirigirá y vigilará los trabajos, siendo el responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad del trabajo.

Como se ha indicado anteriormente, los trabajos a realizar en tensión serán, principalmente, la separación de conductores de la línea actual para proceder al izado de apoyos y posterior paso de conductores a estos nuevos apoyos.

Con el fin de asegurar que la línea en servicio no pueda tocar los nuevos apoyos instalados, en aquellos casos que esto pueda suceder, se montarán pértigas aislantes que, a modo de crucetas auxiliares, separarán los conductores de los apoyos.

#### **2.4.2. Realización de los trabajos en corte de corriente**

Aquellos trabajos que tengan que ser realizados en proximidad de tensión y que por cualquier motivo no se realicen con método de trabajos en tensión, indicando en el apartado anterior, deberán realizarse, obligatoriamente, sin tensión. Se considerará que existe proximidad de tensión cuando cualquier pieza, elemento o parte de una persona pueda estar, en la condición más desfavorable, a menos de 95 cm. de una zona en tensión.

Para ello, una vez aceptado el plan de interrupción de suministro, el Contratista solicitará de Unión Eléctrica de Canarias, S.A. el descargo de la línea en los días y horas acordados.

Una vez aprobado por el Jefe de Explotación los correspondientes descargos, designará a una persona como Encargado de dejar la instalación en situación de consignación o descargo, la cual deberá disponer de los documentos adecuados que le permitan identificar la misma.

El encargado del Descargo deberá realizar las siguientes operaciones, siempre con la presencia del Jefe de los Trabajos:

- Apertura con corte visible de la línea. Este corte deberá realizarse en el interruptor y seccionador de la línea, de forma que se garantice la ausencia

completa de tensión.

- Enclavamiento de los seccionadores o/e interruptor, una vez realizada la apertura, con señalización en el mando de la imposibilidad de maniobrar por realización de trabajos.
- Verificación de ausencia de tensión. Esta verificación deberá realizarla en cada una de las fases, debiendo comprobar antes y después de cada verificación, el correcto funcionamiento del detector.
- Puesta a tierra y en cortocircuito de la línea. Esta puesta a tierra se realizará, en los casos que sea posible en el seccionador de línea, con las cuchillas de puesta a tierra, si no se dispone a seccionador de tierra, con algún dispositivo adecuado.

Hasta tanto las anteriores operaciones no hayan sido realizadas, y no reciba el Jefe de Trabajo el impreso de descargo, no podrá ordenar el inicio de los trabajos en la zona afectada.

En el impreso de descargo o corte, el agente de descargo deberá consignar, claramente, los límites de la zona protegida de la línea, indicándole además, el tiempo máximo en que la instalación puede permanecer descargada.

Cuando los trabajos a realizar se refieran a la reforma de las Estaciones Transformadoras, si por el Jefe de Trabajos se prevé un posible contacto de los operarios con partes en tensión, deberá interponerse pantallas aislantes apropiadas, de forma que se evite cualquier contacto accidental. El emplazamiento de estas pantallas será mencionado en la hoja de descargo.

Una vez entregada la hoja de descargo o corte de la instalación al Jefe de Trabajos, éste deberá realizar las siguientes operaciones, en el lugar de trabajo:

- Verificación de ausencia de tensión. Esta operación deberá realizarse con las mismas precauciones que las indicadas en el apartado c) anterior. En caso de detectar-se presencia de tensión en algunas de las fases, el Jefe de Trabajos lo comunicará a la persona de la que recibió el descargo, no indicando la colocación de tierras y en cortocircuito hasta que reciba confirmación de aquel de que pueda hacerlo y haya comprobado nuevamente ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y en cortocircuito. Esta operación se realizará lo más cerca

posible de la zona de trabajo y a uno y otro lado de cada uno de los conductores o barras que penetren en la zona de trabajo. Jefe de Trabajos instalará una puesta a tierra y en cortocircuito independiente de la colocada por el Agente de Descargo.

- Delimitación de la zona de trabajo. Siempre estará comprendida entre las puestas a tierra y en cortocircuito instaladas por el Jefe de Trabajos. Cuando varias brigadas estén realizando trabajos en la línea y éstos no sean visibles de una a otras, cada brigada deberá colocar sus propias puestas a tierra a ambos lados de su zona de trabajo.

Una vez finalizadas las anteriores operaciones, se podrá proceder a la realización de los trabajos, debiendo finalizar los mismos en el tiempo consignado y teniendo en cuenta lo indicado en el último párrafo del apartado correspondiente a Realización de Trabajos en Tensión. La reposición en tensión al finalizar los trabajos se efectuará después de haber realizado las siguientes operaciones.

*Bajo la responsabilidad del Jefe de Trabajos*

- Reagrupación de todo su personal en un punto convenido anteriormente, con llamada nominal y notificación a este personal de que va a efectuarse el restablecimiento de tensión.
- Retirada de los dispositivos de protección y elementos de señalización colocados.
- Retirada de las puestas a tierra y en cortocircuito colocadas, haciendo nuevo recuento del personal.

Efectuado todo lo anterior, comunicará la finalización del trabajo a la persona que le ha entregado la consignación o descargo. Esta comunicación se realizará por escrito, consignando claramente que la línea está en condiciones normales de funcionamiento y que todo su personal ha sido retirado de la misma.

*Por la persona encargada del descargo*

- Retirada del material de señalización utilizado.
- Retirada de las puestas de tierra y en cortocircuito.

- Operaciones de desconsignación y restitución de la instalación a la explotación.

### 2.4.3. Movimientos de tierras

Tanto en los trabajos de excavación para la cimentación de apoyos metálicos como en la apertura de zanjas, como medida de seguridad, a menos que haya la certeza de que el terreno es homogéneo, consistente y duro, es aconsejable no dar a los taludes no entibados una pendiente con relación a la horizontal superior a  $45^{\circ}$ .

La profundidad máxima a la que se puede excavar sin ningún tipo de entibación (profundidad crítica de excavación) depende del tipo de terreno de arena y suelo con grava este valor es de 1 m.; para arena cohesiva 1,25 m.; y para terrenos compactos del 1,80. Como norma general, la profundidad crítica de la excavación con relación a su anchura es  $3/2$ , esto es: para una profundidad de 1,15 m. la anchura mínima sin talud o entibación es de 0,76 m. si en la realización de excavaciones para apoyos o para zanja es necesario el empleo de explosivos, es preciso tener en cuenta que su preparación, empleo y manejo lo realizará exclusivamente el personal especializado, y que posea un dominio completo de la técnicas operativas y de los peligros que conllevan para los que intervienen en operaciones y para terceros.

Durante la realización de la zanja se acotará una zona, no menor de 1 m. para tránsito de personas, ni menos de 2 m. en todo lo largo del camino, para el paso de vehículos, medidos desde el borde de corte.

Por lo que a la excavación en pozos se refiere, éstas ha de ejecutarse en tramos de hasta 1,50 m., entibando de proseguir el avance en profundidad. La subida y bajada del personal se realizará con escaleras, siempre que la profundidad de la excavación sea superior a 1,20 m.

La excavación estará protegida por una barandilla durante el tiempo que los operarios se encuentren trabajando en el mismo, y se dejará completamente tapado con maderas, una vez terminada la jornada de trabajo.

Como precauciones generales para la realización de los trabajos de movimientos de tierras están:

- Antes de iniciar la excavación se limpiará el terreno de piedras o cualquier otro

obstáculo que exista.

• Se comprobarán exhaustivamente las paredes de la excavación después de las circunstancias que se describen:

- Cuando el trabajo se interrumpa más de un día.
- Después de grandes lluvias.
- Después de una voladura.
- Cuando existan grandes bloques de piedra.
- Después de un desprendimiento.

• Los operarios mantendrán una distancia mínima de un metro entre sí al utilizar en la zanja palas, picos, etc., con el fin de prevenir todo riesgo de accidente

• Las zanjas estarán valladas convenientemente.

• Si la excavación en la zanja es mecánica y se prevé un posible derrumbamiento, la entibación se hará inmediatamente después del trabajo de la excavadora.

• En la excavación para cimentación de apoyos se tendrá en cuenta:

• No habrá ningún trabajador en el fondo del pozo mientras se utilice maquinaria para la profundización del mismo.

• A medida que se va profundizando se irán encofrando las paredes, sin que la distancia entre el fondo del pozo y el borde inferior del encofrado sobrepase nunca los 1,5 m.

• Las bocas de los pozos estarán protegidas contra la entrada de agua y caída de piedras u otros objetos desde la superficie. Estarán dotadas de barandillas y plintos.

Los trabajos de movimiento de tierras están regulados en:

1. La Ordenanza Laboral para las Industrias de la Construcción, Vidrio y Cerámica, en sus artículos 246 a 265.

2. La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, en sus artículos:

- Art.19.- Escaleras de mano.
- Art.23.- Barandillas y plintos.
- Art.69.- Redes Subterráneas y de Tierra.

3. Las Ordenanzas Municipales sobre el uso del suelo y edificación, de 29 de Febrero de 1.972, en sus artículos:

- Art.171.- Vallado de Obras.
- Art.286.- Vaciados.
- Art.298.- Documentación.

4. El Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura, 1.960; CAPITULO I. Movimiento de Tierras y Cimentaciones:

- Art.1.1.6.- Desbrozado y limpieza del terreno.
- Art.1.1.7.- Explanación, desmonte y vaciado.
- Art.1.1.11.- Excavación en zanjas y pozos.

3. El Reglamento electrotécnico para baja tensión.

4. El estatuto de los trabajadores, artículo 19.

#### **2.4.4. Fabricación de hormigones manualmente**

Si alguno de los apoyos no pudiese hormigonarse con camiones, con suministro de la masa de una planta de fabricación, se deberá recurrir al empleo de pequeñas hormigoneras autónomas, de las denominadas de “cuba o tambor basculante”.

En el empleo de estas hormigoneras se comprobará el dispositivo de bloqueo de la cuba, estado de los cables, palancas, transmisión y accesorios de forma regular.

Al comienzo de cada puesta en marcha el operador comprobará todos los dispositivos de seguridad.

En el vertido de hormigón, cuando sea por carretillas, los operarios deberán pasar por superficies libres, sin obstáculos, cuidando de que las carretillas no estén excesivamente cargadas para evitar posibles sobreesfuerzos o caídas.

Durante la fabricación de hormigones a mano, el riesgo principal consiste en el contacto del operario que realiza la masa con sustancias cáusticas.

Como medidas de seguridad en esta operación se emplearán:

- Casco de seguridad homologado, obligado para todos los operarios.

- Guantes de protección contra agentes agresivos químicos, homologados, siempre la piel pueda entrar en contacto con el hormigón o con el cemento.
- Botas de goma, siempre que esté en ambientes húmedos.
- Mono de trabajo, bien ajustado, provisto de delantales plásticos, para evitar salpicaduras.

Las hormigoneras deberán cumplir con lo indicado en el artículo 90 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, que dice: *“Las partes de las máquinas en las que existan agresivos mecánicos y donde no realice el trabajador acciones operativas, dispondrá de resguardos eficaces, tales como cubiertas, pantallas, etc.”* Asimismo, cumplirán con lo especificado en los artículos 91,92 y 93 de la Citada Ordenanza.

#### **2.4.5. Tendido de los cables subterráneos**

En el tendido de los cables subterráneos de las líneas de baja tensión se pueden dar situaciones que afecten a la seguridad del personal que manipula el cable y condiciones que saldrán a la luz, una vez el cable en servicio. Como normas generales para la manipulación y tendido de los cables se adoptarán las siguientes:

- Las bobinas de cable se transportarán en camiones y siempre de pie. Para evitar giros y voladuras sobre la caja del camión, llevarán cualquier elemento que asegure su inmovilidad. La operación de carga y descarga de las bobinas se realizará siempre con grúas, embragando la bobina con un eje o barra adecuada, alojados en el orificio central.

El estrobo no deberá ceñirse en la bobina al quedar suspendida, para lo que se dispondrá un separador.

Hasta que no finalice el movimiento de la bobina no podrá haber mas personas que el gruista, en las inmediaciones del camión o lugar por los que se tenga que mover la bobina.

Una vez la bobina en el suelo deberá inmovilizarse, colocándola sobre los gatos, previamente anhelados al terreno, calzándola adecuadamente para garantizar su inmovilidad.

Cualquier traslado que tenga que realizar la bobina se hará con camión u otro medio adecuado, estando prohibido trasladarlas girándolas por el terreno.

- La elevación de la bobina se realizará, con gatos mecánicos y una barra alojada en

su orificio central. La base de los gatos será suficiente amplia para garantizar la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Durante todo el tiempo en que la bobina esté elevada del suelo, estará prohibida la circulación o permanencia del personal por su entorno, excepto el mínimo necesario para el manejo del freno que actúe sobre ella.

- Antes de proceder al tendido del cable, serán inspeccionados y ensayados todos los elementos de tiro que van a intervenir.

Se comprobará que el cable piloto, estrobos, grilletes, giratorios, camisas, etc. soporten un esfuerzo de tres veces la tensión máxima a la que se someterá el cable, y como mínimo 5.000 kg.

Deberá retirarse de la obra cualquier elemento de tiro que presente algún defecto de conservación o fabricación.

Con el fin de facilitar el tendido del cable y evitar en lo posible los rozamientos con el terreno, se instalarán en las arquetas rodillos adecuados al diámetro del cable, que se colocarán a la entrada y salida del tubo.

En los casos de cambios de dirección del cable se instalarán rodillos horizontales y verticales, de forma que el cable no se ciña a las paredes de las arquetas.

En La Laguna a 18 de Junio de 2014. El alumno de Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y automática:

**Joaquín Goya Arteaga.**



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Anexo II Bibliografía

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## 1. Bibliografía

En este documento, hacemos referencia a las fuentes bibliográficas y recursos informáticos a los que se ha recurrido para elaborar el presente proyecto.

### 1.1. Fuentes bibliográficas

A continuación se exponen los recursos bibliográficos en medios impresos que se han usado para la elaboración del proyecto.

- Instalaciones eléctricas en las edificaciones. Autor Alberto Guerrero Fernández. Ed. McGraw-Hill.
- Instalaciones eléctricas en media y baja tensión. Autor José García Transancos. Ed Paraninfo, 2006.
- Nuevo manual de instalaciones eléctricas. Autor Franco Martín Sanchez. Ed Antonio Madrid Vicente, 2008.

### 1.2. Recursos informáticos

El proyecto, ha sido redactado, en ocasiones, por fuentes de datos e informaciones presentes en Internet, tales como foros especializados, libros de consulta digitalizada y consulta experta a través de la red. A continuación se exponen los recursos bibliográficos a los que se ha accedido.

#### 1.2.1. Orientación normativa.

- <http://www.voltimum.es>
- <http://www.endesa.com/ES/PROVEEDORES/NORMATIVAYCONDICIONESCONTRATACION/Normativas/España/Normativa%20Técnica/Zona%20Aragón/EspecificacionesParticularesBTERZ0.pdf>
- [http://circuitor.es/docs/Distribucio\\_SP\\_NAC\\_Cat.pdf](http://circuitor.es/docs/Distribucio_SP_NAC_Cat.pdf)

#### 1.2.2. Orientación normativa referente al sistema de instalación eléctrica

- [http://www.gobcan.es/energia/doc/normativa/energiaelectrica/Norma\\_RBT.pdf](http://www.gobcan.es/energia/doc/normativa/energiaelectrica/Norma_RBT.pdf)
- <http://www.gobcan.es/boc/2004/205/008.html>

### **1.3. Fuente referente a la potencia prevista del alumbrado público**

Como se ha mencionado en las Memorias del presente proyecto, los datos de la potencia prevista del alumbrado público han sido proporcionados por el Ingeniero Técnico, Aarón Morales García, autor del *Proyecto de instalaciones del Alumbrado Público para Parques Ajardinados*.



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

### Conclusiones

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## Conclusiones

La planificación de las infraestructuras eléctricas de una urbanización de carácter residencial y comercial es vital para el desarrollo posterior de los usos de cada una de las parcelas. Por tanto, proyectar la red de baja tensión se convierte en pieza básica que condiciona las posibilidades futuras de las actividades previstas en la urbanización.

Las redes de distribución de baja tensión son las “autopistas eléctricas” que permitirán los accesos rápidos, sin costes adicionales, que demanden los usuarios. Por ello dimensionar con actitud planificadora es esencial para evitar trastornos importantes posteriores, cuando los costes en tiempo y económicos son siempre superiores.

El diseño de la red de distribución en baja tensión, en un principio, estaba diseñado para dividirlo en cuatro líneas de distribución que partieran del centro de transformación. Pero una vez se hizo un reparto equilibrado de las cargas que tendría la red, se optó por modificar el diseño propuesto inicialmente, debido al excesivo tamaño de las secciones condicionadas por las caídas de tensión obtenidas que superaban la normativa que se ha tomado como referencia. Así se planteó dividir cada una de las líneas que partían del centro de transformación en dos, pasando de cuatro líneas a ocho, de las cuales seis se destinaron a la distribución eléctrica a las parcelas y las otras dos para el alumbrado público. Por tanto, se concluye que en la planificación de infraestructuras eléctricas es necesario plantear diversas alternativas de trazado y dimensiones, pues el criterio de la decisión a adoptar no se puede aplicar de manera estándar.

Por otro lado, queremos destacar la importancia de utilizar cables con conductores en paralelo, con las limitaciones que impone la norma, pues resuelve las situaciones de secciones de tamaños importantes.

Finalmente concluimos reiterándonos en la necesidad de plantear redes de distribución adecuadas a las necesidades concretas de los usos previstos de las urbanizaciones para hacerlas eficientes, pues utilizar sistemas estandarizados sólo nos lleva al exceso, y por tanto a no utilizar la ingeniería como herramienta de diseño.



Universidad  
de La Laguna

Escuela Técnica Superior de  
Ingeniería Civil e Industrial

# ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA CIVIL E INDUSTRIAL

## Trabajo Fin de Grado

PROYECTO RED ELÉCTRICA DE BAJA  
TENSIÓN DE UNA URBANIZACIÓN

**Ending**

**Titulación:** Ingeniería en Electrónica Industrial y Automática

Alumno: Joaquín Goya Arteaga

Tutor: Germán Carlos González Rodríguez

Julio, 2014

## **Ending**

The planning of the electrical infrastructures of an urbanization residential and commercial is vital for the later development of the uses of each parcel. Therefore, to project the low voltage network it becomes a basic piece which conditions the future possibilities of the activities planned in the urbanization.

The distribution networks of low voltage are "electrical highways" that will allow quick access, without extra costs, that users demands. Thereby dimensioning with attitude is essential to prevent problems later, when economic and time costs are higher.

The design of the distribution network in low voltage, at first, it was designed to divide in four distribution lines their departure of the transformer station. But once it was made a balanced sharing of loads that the network would have, it was decided to modify the design initially proposed, because of excessive size of the sections conditioned by voltage drops obtained that exceeded the rules. Thus, it was proposed to divide each of the lines that left of the transformer station in two lines from four to eight, of which six were destined to electricity distribution parcels and two for public lighting. Therefore, it was concluded that the electrical infrastructure planning is necessary to consider various alternative routes and dimensions, because this criterion can't be applied as standard way.

On the other hand, it is necessary to highlight the importance of the use cables with conductors in parallel, with the limitations imposed by the rule, because it solves situations of sections of important sizes.

Finally, we conclude with the need to propose adequate distribution networks to the particular needs of the uses of the urbanization to make them efficient, because using standardized systems for distribution networks only leads to excess, and in consequence, for not using engineering as a tool for design.