



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:

RESUMEN

En el siguiente proyecto de fin de grado se pretende realizar una nueva instalación de alumbrado exterior para el Polígono Industrial del Mediterráneo, ya que la actual es muy vieja y tiene un gran consumo de energía eléctrica. Tras estudiar la geometría de cada vía, sus condicionantes y requerimientos reflejados en el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, se realizará un diseño mediante la tecnología LED, óptimo desde el punto de vista luminotécnico y energético, que cumpla la normativa. Los cálculos y verificaciones finales se realizarán mediante el programa DIALux 4.13.

También se diseñará una nueva instalación eléctrica, verificando el cumplimiento del Reglamento Técnico de Baja Tensión a través del software Cypelec. Además se implantará un sistema de control con el objetivo de ahorrar energía.

Por último, se efectuará un análisis económico del presupuesto de ejecución material, que se realizará mediante el programa Arquímedes, así como el presupuesto de explotación de la instalación, acabando con las conclusiones obtenidas tras el estudio.

RESUM

En el següent projecte de fi de grau es pretén realitzar una nova instal·lació d'enllumenat exterior per al Polígon Industrial del Mediterrani, ja que l'actual és molt vella i té un gran consum d'energia elèctrica. Després d'estudiar la geometria de cada via, els seus condicionants i requeriments reflectits en el Reglament d'Eficiència Energètica en Instal·lacions d'Enllumenat Exterior, es realitzarà un disseny per mitjà de la tecnologia LED, òptim des del punt de vista luminotècnic i energètic, que complisca la normativa. Els càlculs i verificacions finals es realitzaran per mitjà del programa DIALux 4.13.

També es dissenyarà una nova instal·lació elèctrica verificant el compliment del Reglament Tècnic de Baixa Tensió a través del software Cypelec. A més s'implantarà un sistema de control amb l'objectiu d'estalviar energia.

Finalment, s'efectuarà una anàlisi econòmica del pressupost d'execució material, que es realitzarà per mitjà del programa Arquimedes, així com el pressupost d'explotació de la instal·lació, acabant amb les conclusions obtingudes després de l'estudi.

ABSTRACT

In the following project, a new outdoor lighting installation is planned for the Industrial Polygon of the Mediterranean, because the current one is very old and it has a large electric power consumption. After studying the geometry of each road, its conditions and requirements reflected in the Regulation of Energy Efficiency in Outdoor Lighting Installations, a design using LED technology will be performed, optimally from the point of view of lighting and energy. The calculations and final verifications will be carried out thanks the computer program DIALux 4.13.

Besides, a new electrical installation will be carried out, verifying compliance with the Low Voltage Technical Regulations through the Cypelec software. In addition, a control system will be implemented in order to save energy.

Finally, an economic analysis of the material execution budget will be performed, which will be done through the Archimedes program, and the operating budget of the installation, ending with the conclusions obtained after the study.

INDICE DE LA MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	9
1.1 Antecedentes	9
1.2 Objeto de estudio y alcance del proyecto	9
1.3 Normativa a aplicar.....	9
1.4 Emplazamiento	10
1.5 Estudio de los viales	11
1.6 Metodología de trabajo	17
2. DISEÑO LUMINOTÉCNICO.....	18
2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS VIALES.....	18
2.2 DISEÑO PRELIMINAR	20
2.2.1 Selección de distribución y altura de montaje	20
2.2.2 Estimación del flujo requerido	23
2.3 DISEÑO DETALLADO	25
2.3.1 Selección de luminarias.....	25
2.3.2 Cálculo del factor de mantenimiento	27
2.3.3 Simulación en DIALux	28
2.3.4 Potencia instalada.....	30
3. EFICIENCIA ENERGÉTICA	31
4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	33
4.1 Ubicación de los cuadros	33
4.2 Dimensionado de los conductores	34
4.2.1 Criterio térmico	34
4.2.1 Máxima caída de tensión.....	35
4.3 Protección frente a sobrecargas	35
4.4 Protección frente a cortocircuito.....	35
4.5 Puesta a tierra.....	36
4.6 Resultados instalación eléctrica.....	36
4.7 Regulación y control.....	36

5. ANÁLISIS ECONÓMICO	37
6. CONCLUSIONES	39
7. BIBLIOGRAFÍA.....	40

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Resultados Luminotécnicos calculados en DIALux 4.13.	41
Anexo 2: Lista de coordenadas de las luminarias	55
Anexo 3: Resultados instalación eléctrica calculados mediante Cypelec... 75	
Anexo 4: Mediciones y Presupuesto.....	123
Anexo 5: Planos.	137

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En el siguiente proyecto me dispongo a realizar un nuevo diseño del alumbrado del Polígono Industrial del Mediterráneo. He escogido esta zona ya que podía obtener baremos reales, en cuanto a consumos y costes anuales, para realizar un análisis comparativo.

Se trata de una instalación muy antigua, que data de 1975 cuando se construyó el polígono¹, que tras 43 años de uso y sin ninguna renovación, ha superado con creces su vida útil.

Tal y como me ha informado la gerente del polígono, gran parte del presupuesto anual se destina al pago de las facturas de la luz y, por tanto, en algunas zonas sólo enciende 1/3 de las luminarias para reducir el consumo.

1.2 Objeto de estudio y alcance del proyecto

El objetivo de mi Trabajo Final de Grado (TFG) es realizar un análisis de la instalación vigente, proponiendo una solución óptima y modernizada, a partir de luminarias LED, que reduzca considerablemente el consumo energético y cumpla con las normativas vigentes.

Para ello haré un estudio luminotécnico de las calles y rotondas del emplazamiento. Además desarrollaré el diseño e implantación de la nueva instalación eléctrica, así como el control y mantenimiento necesario de las luminarias y el presupuesto de la obra, puntos clave para que ésta pueda llevarse a cabo.

1.3 Normativa a aplicar

La Legislación empleada para el desarrollo de este proyecto, tanto la parte luminotécnica como de la instalación eléctrica, ha sido fundamentalmente:

- Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, reflejado en el Real Decreto 1980/2008.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado en Consejo de Ministros y reflejado en el Real Decreto 842/2002.
- Todas aquellas normas a las que estos dos reglamentos hace referencia.

¹ Pardo Santiago, T. (2008): *Apuntes sobre el polígono industrial Mediterráneo*, Valencia, AUPIM, páginas 15 y 19.

1.4 Emplazamiento

El complejo está situado en la provincia de Valencia y pertenece a los municipios de Albuixech y Massalfassar (Ilustración 1). Se encuentra 9km al norte de Valencia capital, al lado de la V-21, más conocida como AP-7. Dispone de 1.300.000 m² de superficie en la cual se emplazan 103 empresas entre las que podemos destacar las conocidas Porcelanosa, CLH (antigua CAMPSA), Stadler Valencia, Cementos Portland y Makro.



Ilustración 1: Ubicación Polígono Industrial Mediterráneo

El complejo consta de 12 calles y avenidas y 7 rotondas:

Calles	Longitud (m)	Ancho Total (m)	Mediana
1 Calle Tamarits	640	24	X
2 Calle Robells	530	18	
3 Av del Mar	540	11	
4 Calle de la Fila	460	18	
5 Calle Noria	370	18	
6 Calle Turia	260	18	
7 Calle Mitjera	1000	18	
8a Calle el Cid	500	18	X
8b Calle el Cid	150	24	
9 Calle Senyera	400	18	
10 Calle Jaume I	510	18	
11 Calle Carrascosa	280	24	X
12 Av del Mediterráneo	1670	24	X

1.5 Estudio de los viales

Actualmente, todas las calles están iluminadas mediante báculos de doce metros de altura, con balasto ferromagnético y luminarias del fabricante Carandini, cuyas lámparas de vapor de sodio varían entre 250W y 400W, dependiendo de la necesidad lumínica de cada zona.

- *Calle Tamarits*: vía amplia, con poca densidad de tráfico al encontrarse en un extremo del polígono y ser una calle sin salida. Su anchura total es de 24m, contiene dos calzadas de 7m cada una con una acera de 2m en su parte exterior. Su mediana mide 6m de ancho y tiene muchos huecos en los cuales se puede cambiar el sentido de la circulación. Actualmente está iluminada con numerosos báculos en la mediana de la vía con una separación de tan solo 20m entre postes.



Ilustración 2: Calle Tamarits

- *Calle Robells*: vía muy transitada debido a la localización de la empresa CLH, que atrae, durante el transcurso del día, a multitud de camiones cisterna a recargar combustible para su distribución. Dispone de una calzada de 14m bidireccional con sendas aceras de 2m en los laterales.



Ilustración 3: Calle Robells

- *Avenida del Mar*: esta vía tiene geometría parecida a la calle Tamarits pero tiene acera colindante al arcén central. Por la acera izquierda de la mediana fluye la línea eléctrica de Media Tensión.

Al final de la avenida hay un paso a nivel, el cual pertenece a la empresa Stadler donde hace pruebas con los trenes nuevos. En la actualidad está cerrado el acceso a las vías y su uso es muy esporádico. Por lo tanto, la iluminación de los 40m previos al paso a nivel se realizará igual que el resto de la calle y no considero necesario el cumplimiento del apartado 3.5 Alumbrado de Pasos a Nivel de Ferrocarril del ITC-EA-02, por destinarse éste a un uso diurno exclusivamente privado.



Ilustración 4 y 5: Avenida del Mar

- *Calle de la Fila*: Vía de unión entre la calle Robells y la avenida del Mar. Cabe destacar que la mitad de calle más cercana a la avenida del Mar tiene dispuesta la línea aérea de MT en la acera izquierda de la Ilustración 6. Contiene una calzada de 14m y dos aceras de 2m.



Ilustración 6: Calle Fila

- *Calle Noria*: Vía sin salida poco transitada. Tiene una placeta en el fondo, la cual no tiene rotonda en medio y se iluminará con los mismos requerimientos que el resto de la calle, sin considerar las condiciones especiales de iluminación que hay que tener en cuenta en las glorietas. La geometría es calcada a la calle Fila.



Ilustración 7: Calle Noria

- *Calle Turia*: Vía sin salida poco transitada. La situación de la línea eléctrica en la acera derecha condicionará la distribución y la altura de nuestros puntos de luz. La geometría de la calle también es igual a la calle Fila.



Ilustración 8: Calle Turia

- *Calle Mitjera*: Comparte geometría con la calle Fila. Sin embargo su morfología hace necesaria dos tipos de distribuciones. La parte transversal a la Calle el Cid y que concluye en la rotonda nº4, está iluminada con distribución bilateral tresbolillo con 12m de separación (explicada más adelante en el punto 2.2.1 Selección de distribución y altura de montaje), tal y como se observa en la Ilustración 9. Por otro lado, el tramo paralelo a la calle el Cid es una de las vías de acceso al polígono. Tiene una línea eléctrica aérea cercana a la acera externa, por lo que las luminarias están instaladas de forma unilateral en la acera opuesta.



Ilustración 9 y 10: Calle Mitjera

- *Calle el Cid*: esta vía también presenta la dificultad del obstáculo aéreo sobre una de sus zonas peatonales, condicionando la distribución instalada. En cuanto a geometría comparte los 18m de ancho total, de los cuales 14 pertenecen a la calzada bidireccional. Al final de la calle y tras realizar la curva a derechas, existe un pequeño tramo de 150m con mediana, previo a la rotonda nº7. Tiene las mismas medidas y distribución que calles como Robells, Carrascosa o la avenida del Mediterráneo.



Ilustración 11: Calle el Cid

Proyecto de modernización eficiente del alumbrado público del Polígono Industrial del Mediterráneo perteneciente a los municipios de Albuixech y Massalfassar.

- *Calle Senyera*: comparte geometría y complejidad en cuanto a obstáculos con la calle Noria.
- *Calle Jaume I*: Tiene la misma problemática y medidas que la calle Turia. Tal y como puede observarse en la Ilustración 12, existe algún báculo sin luminaria en su extremo. Esto demuestra la necesidad de cambiar esta instalación.



Ilustración 12 Calle Jaume I

- *Calle Carrascosa y avenida del Mediterráneo*: Vías de acceso al polígono y, por tanto, con más tráfico en el transcurso del día. Tienen la misma geometría que la calle Robells (acera 2m- calzada 7m- mediana 6m- calzada 7m- acera 2m). Son la vía de unión de 6 de las glorietas del polígono industrial. Destaca la poca distancia de separación que existe entre báculos (tan solo 20m), lo que produce una sensación de exceso de luminarias.



Ilustración 13: Avenida del Mediterráneo.

Proyecto de modernización eficiente del alumbrado público del Polígono Industrial del Mediterráneo perteneciente a los municipios de Albuixech y Massalfassar.

- *Rotondas 1-7:* Todas ellas tienen las mismas dimensiones. Un radio interior de 15m y uno exterior de 23m. En la rotonda nº3 pasa por el medio la línea de media tensión por lo que impide colocar un poste de gran altura con proyectores (ilustración 14). Actualmente están iluminadas la mayoría de las rotondas con 6 proyectores cada una, sobre un poste de 14 m (ilustración 15). Se estudiará cada rotonda individualmente y se realizara el diseño de cada una de ellas.



Ilustración 14: Rotonda 3

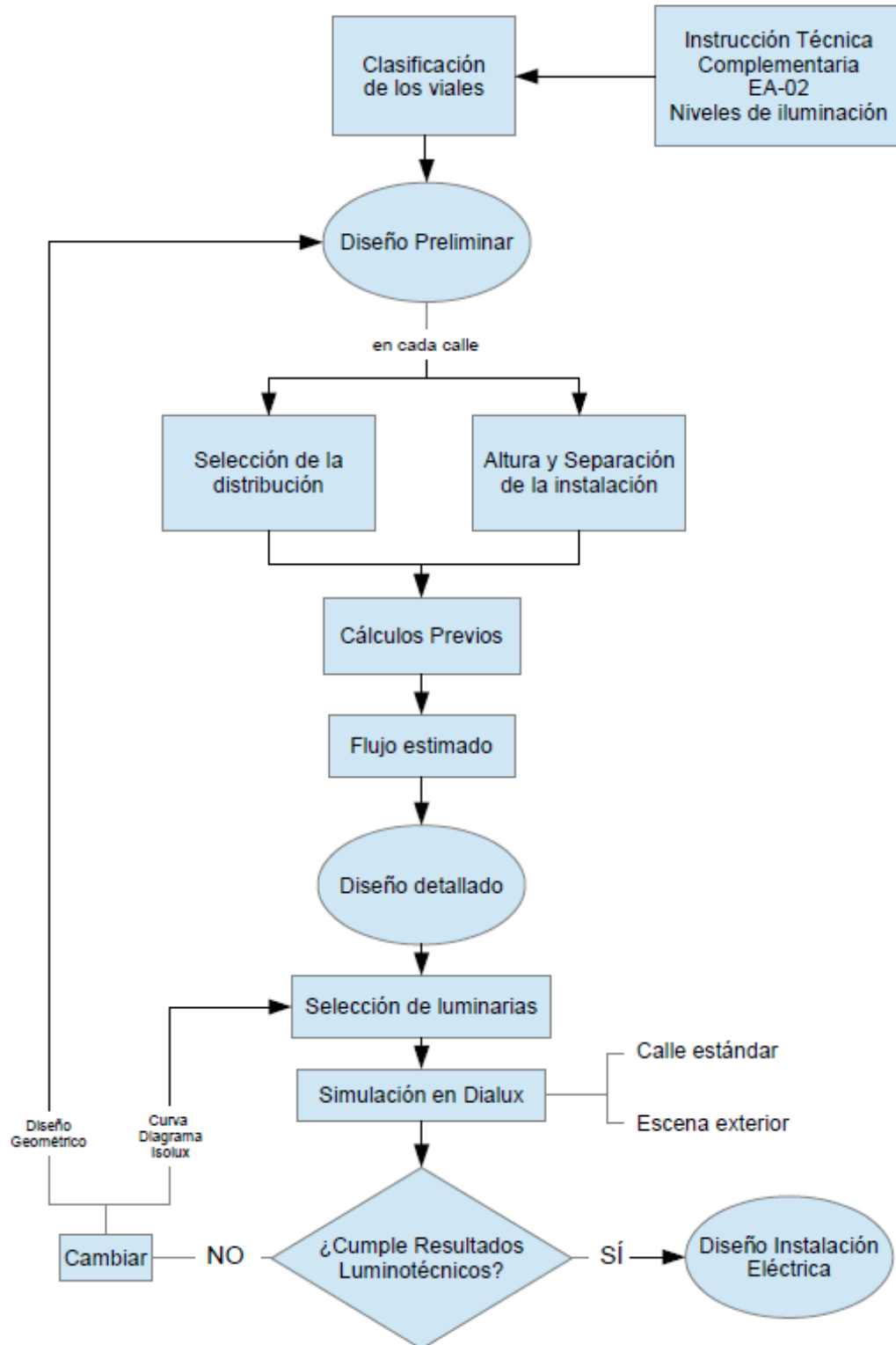


Ilustración 15: Rotonda 1

El emplazamiento de cada calle así como la numeración de las rotondas se encuentra especificado en el Anexo 5: Plano 1.

1.6 Metodología de trabajo

A continuación se muestra un mapa conceptual del proceso realizado en el diseño y comprobación de la instalación lumínica.



2. DISEÑO LUMINOTÉCNICO

2.1 CLASIFICACIÓN DE LOS VIALES

En primer lugar me dispongo a clasificar las calles a alumbrar, con la finalidad determinar el nivel de iluminación que requiere cada una de ellas, teniendo en cuenta factores importantes como la intensidad del tráfico, el tipo de vía y la separación entre carriles destinados a distintos tipos de usuarios.

El primer criterio de clasificación es la velocidad de circulación (Tabla 1 de ITC-EA-02). En el polígono objeto de nuestro análisis nos encontramos con dos casos:

- Viales tipo B de moderada velocidad ($30\text{km/h} < v \leq 60\text{km/h}$)
- Vías peatonales tipo D ($v \leq 5\text{km/h}$)

Atendiendo al tipo de vías seleccionada, se definen las clases de alumbrado necesarias para las diferentes situaciones de proyecto e intensidades medias de tráfico diario (IMD), tanto en la calzada como en las vías peatonales (Tablas 3 y 5 de ITC-EA-02). Por último, una vez ya hemos escogido la clase de alumbrado apropiada para cada calle, se necesita obtener los niveles mínimos en cuanto a luminancia/iluminancia media, uniformidad y deslumbramiento perturbador, aplicando las Tablas 6, 8 y 9 de ITC-EA-02.

Dependiendo de la serie, los requisitos fotométricos serán diferentes: la clase ME, alumbrado para viales secos tipo A y B, nos limita luminancia media mínima L_m (cd/m^2) a cumplir, mientras las series S y CE, alumbrado para viales D y E, informan acerca de la iluminancia media E_m (lux) y mínima E_{min} necesaria.

Las rotondas se encuentran enmarcadas en el apartado 2.3 Niveles de iluminación de zonas especiales de ITC-EA-02, concretamente en el punto 3.7 Alumbrado de Glorietas. Informa que la iluminación deberá extenderse a las vías de acceso a la glorieta en al menos 200m en ambos sentidos. Es decir, éstas deberán estar iluminadas. Además, los niveles de iluminación para glorietas serán un 50% mayor que los niveles de las entradas, con los valores de referencia siguientes:

- | | |
|--------------------------------|---------------------------|
| • Iluminancia media horizontal | $E_m \geq 40 \text{ lux}$ |
| • Uniformidad media | $U_m \geq 0,5$ |
| • Deslumbramiento máximo | $GR \leq 45$ |

Sin embargo, estos niveles de iluminación son muy altos y la Guía Técnica de Aplicación: Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior los reduce un poco para Glorietas Interurbanas ($E_m \geq 30 \text{ lux}$; $U_m \geq 0,4$), equivalente a un nivel de iluminación CE1.

Proyecto de modernización eficiente del alumbrado público del Polígono Industrial del Mediterráneo perteneciente a los municipios de Albuixech y Massalfassar.

En la siguiente tabla se muestra la clasificación obtenida siguiendo el proceso descrito, para cada una de las vías de estudio:

Calles		Situación del proyecto	IMD	Clase de alumbrado	Nivel de iluminación necesario			
1 Calle Tamarits	calzada	B1	<7000	ME5	L _m	0,5	U _o	0,35
	peatonal	E1	Normal	S4	E _m	5	E _{min}	1
2 Calle Robells	calzada	B1	≥7000	ME2	L _m	1,5	U _o	0,4
	peatonal	E1	Alto	S1	E _m	15	E _{min}	5
3 Av del Mar	calzada	B1	<7000	ME4b	L _m	0,75	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S3	E _m	7,5	E _{min}	1,5
4 Calle de la Fila	calzada	B1	<7000	ME4b	L _m	0,75	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S3	E _m	7,5	E _{min}	1,5
5 Calle Noria	calzada	B1	<7000	ME4b	L _m	0,75	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S3	E _m	7,5	E _{min}	1,5
6 Calle Turia	calzada	B1	<7000	ME4b	L _m	0,75	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S3	E _m	7,5	E _{min}	1,5
7 Calle Mitjera	calzada	B1	≥7000	ME3c	L _m	1	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S2	E _m	10	E _{min}	3
8 Calle el Cid	calzada	B1	<7000	ME4b	L _m	0,75	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S3	E _m	7,5	E _{min}	1,5
9 Calle Senyera	calzada	B1	<7000	ME4b	L _m	0,75	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S3	E _m	7,5	E _{min}	1,5
10 Calle Jaume I	calzada	B1	<7000	ME4b	L _m	0,75	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S3	E _m	7,5	E _{min}	1,5
11 Calle Carrascosa	calzada	B1	≥7000	ME3c	L _m	1	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S2	E _m	10	E _{min}	3
12 Av del Mediterráneo	calzada	B1	≥7000	ME3c	L _m	1	U _o	0,4
	peatonal	E1	Normal	S2	E _m	10	E _{min}	3
Glorietas		Especial	-	CE1	E _m	30	U _o	0,4

Tabla 1 Clasificación de los viales

La Avenida del Mediterráneo, la calle Carrascosa y la calle Mitjera son las vías de acceso al polígono, por lo que se ha considerado un mayor flujo de tráfico. También la calle Robells está muy transitada debido a la localización de la empresa CLH.. Es por ello que las he clasificado con un índice más elevado.

En cuanto a las vías peatonales, que se encuentran colindantes a la calzada, es cierto que el tránsito de personas en ellas es reducido y la mayoría se ajustaría a la clase más baja S4. A pesar de ello, he decidido clasificarlas de acuerdo a la calzada que las limita, pues esta solución generará un alumbrado global más homogéneo en las distintas calles.

2.2 DISEÑO PRELIMINAR

En primer lugar se debe poner de relieve que no hay una única solución válida en cuanto al diseño del alumbrado de una zona. Existen muchas posibles combinaciones que se pueden llevar a un resultado correcto. Por tanto, en esta fase del estudio, la dificultad fundamental radicaría en encontrar la solución óptima para cada una de las calles, teniendo en cuenta la concurrencia de factores externos. En nuestro caso me he encontrado problemas en las calles con líneas aéreas de MT dispuestas sobre algunas aceras, que me han obligado a una distribución unilateral en la acera opuesta, pese a que la solución óptima, de acuerdo al ancho de la calle (18m), sería una distribución bilateral. Los numerosos accesos a las industrias, que rompen la continuidad de la acera, han probocado otra dificultad, al condicionar la separación entre luminarias para que no coincida con ninguna de estas entradas. Caso similar ha planteado la existencia de múltiples discontinuidades en la mediana de la calle Tamarits.

Además de todo esto, hemos de considerar el aspecto económico. Porque un vial con dos aceras exteriores (2m cada una), dos calzadas una en cada dirección (7m cada una) y una mediana (6m) se puede iluminar bien con una distribución bilateral sin dispersar luz en la separación central, o bien, iluminar la vía con báculos de doble brazo centrados en la mediana. Si ponderamos el coste económico de ambas instalaciones (en la primera solución empleamos el doble de postes y cableado) y la eficiencia lumínica de las dos (en la segunda perdemos parte del flujo en iluminar la mediana) llegamos a la conclusión que no vale la pena duplicar el coste de esa parte de la instalación por una mejora mínima.

Por lo tanto, la etapa de diseño preliminar se resume en toma de decisiones. Estas decisiones son las que, a la postre, marcarán las características de tu instalación.

2.2.1 Selección de distribución y altura de montaje

Existen diversas formas clásicas de disposición de alumbrado en las calles. El primer paso es escoger cual emplear en cada vía:

- *Distribución Unilateral*: como su propio nombre indica, consiste en la colocación de las luminarias en un único lado de la calzada. Dado que la dispersión de las luminarias es limitada (anchura de la calzada que ilumina), esta distribución requiere puntos de luz más elevados.
- *Distribución Bilateral pareada*: consiste en la colocación de las luminarias enfrentadas a ambos lados de la vía. Esta distribución permite menos altura de montaje y produce una iluminación simétrica.
- *Distribución Bilateral tresbolillo*: consiste en la colocación de las luminarias en ambos lados de la vía, pero alternadas, en forma de zig-zag.
- *Distribución Central doble*: consiste en la colocación de báculos de doble brazo en la mediana de la vía. En el modo de estudio equivale a una unilateral para cada lado.

En cuanto a la separación entre luminarias, dado que estoy iluminando viales por los que circulan vehículos motorizados y existen requisitos de uniformidad, he escogido separación para alcance medio, con una distancia entre los puntos de luz de entre tres y cinco veces la altura ($Sep=[3H,5H]$) dependiendo de la calle.

Para determinar una altura aproximada de colocación de las luminarias lo mejor es tener en cuenta el ancho a iluminar. Como punto de partida, se toma la altura de la luminaria igual al ancho de la zona a iluminar. Es por esto que la altura depende mucho de la distribución que escojamos para cada calle.

- Calle Tamarits, Calle Carrascosa, Avenida Mediterráneo y calle el Cid (a).

Todas ellas tienen una geometría parecida, con un arcén central de 6m, una calzada en cada dirección de 7m cada una con su correspondiente acera de 2m. Emplearemos una distribución central doble con brazos de 2,5m. Para esta longitud de brazo, en el catálogo empleado, la altura del báculo debe ser superior a 10m. Emplearemos una altura de 12m igual a la que había ya instalada. Sin embargo ampliaremos la separación en luminarias a 40m.

- Calle Robells, calle Noria y calle Senyera.

Tienen un ancho total de 18m con una acera de 2m a cada lado de la calzada. Usaremos una distribución bilateral pareada con una altura de luminaria de 9m y una separación entre éstas de 36m (4H).

Para iluminar la placeta de final de la calle Noria se emplearán 3 luminarias dispuestas en la periferia, con una separación de 120° entre ellas y una altura igual al resto de la calle.

- Calle Fila, calle Turia, calle Jaume I y calle el Cid (b).

Estas vías tienen la misma geometría que las anteriores, pero por una de sus aceras transcurre una línea eléctrica de media tensión. Podrían ponerse luminarias con poca altura a ese lado, pero habría que gestionar un trámite con Iberdrola para que aprobase la obra y podría llevar tiempo y complicaciones. Por lo que se ha decidido emplear una distribución unilateral en la acera opuesta. Usaremos báculos de 12m de altura con un brazo de 2,5m con una separación entre luminarias de 36m (3H).

- Avenida del Mar.

Al tener una mediana sobre la cual pasa la línea eléctrica de media tensión, y además ser ésta muy grande (6m +2 aceras de 2m), la distribución más óptima es unilateral en cada uno de los sentidos de circulación. Usaremos luminarias dispuestas a 11m de altura con una separación de 36m.

- Calle Mitjera.

Esta calle necesita dos distribuciones distintas. Por la parte de arriba pasa la línea aérea de MT por lo que se usaran luminarias sobre báculos de 12m de altura, con un brazo de 2,5m y con una separación entre luminarias de 36m (3H).

El otro tramo tendrá la misma disposición y altura que la calle Senyera ya que comparten geometría.

- Rotonda 7

Al tener un árbol en el centro de la glorieta y así evitar que tengamos que trasplantarlo a otro lugar, se iluminará esta rotonda con luminarias en la periferia con una altura de 10m.

- Rotonda 3 y 6

La mejor solución para estas dos rotondas es iluminarlas con 4 luminarias en el interior de la glorieta en disposición circular y con un ángulo de desfase entre ellas de 90°. Implementaremos una altura de 10m en ambas rotondas.

- Rotonda 1, 2, 4 y 5

Estas glorietas se iluminarán con 6 proyectores desfasados 60° y sobre una torre de 14m de alto. La dirección de sendos proyectores será sobre el centro del carril exterior de la calzada.

Calles	Luminarias	H (m)	Sep (m)
1 Calle Tamarits	Central doble	12	40
2 Calle Robells	Bilateral	9	36
3 Av del Mar	Unilateral cada sentido	11	36
4 Calle de la Fila	Unilateral	12	36
5 Calle Noria	Unilateral	12	36
6 Calle Turia	Bilateral	9	36
7a Calle Mitjera	Bilateral	9	36
7b Calle Mitjera	Unilateral	12	36
8a Calle el Cid	Central doble	12	40
8b Calle el Cid	Unilateral	12	36
9 Calle Senyera	Bilateral	9	36
10 Calle Jaume I	Unilateral	12	36
11 Calle Carrascosa	Central doble	12	40
12 Av del Mediterraneo	Central doble	12	40
Rotonda 1	Proyectores	14	-
Rotonda 2	Proyectores	14	-
Rotonda 3	Distribución circular glorieta	10	90°
Rotonda 4	Proyectores	14	-
Rotonda 5	Proyectores	14	-
Rotonda 6	Distribución circular glorieta	10	90°
Rotonda 7	Distribución circular periferia	10	-

Tabla 2: Distribución y altura

2.2.2 Estimación del flujo requerido

A continuación realizaremos un cálculo orientativo sobre el flujo lumínico requerido en cada punto de luz, para poder seleccionar las luminarias en el catálogo y poder comenzar con el cálculo luminotécnico detallado. Para ello emplearemos la siguiente ecuación:

$$\phi = \frac{E_m * S}{FM * FU}$$

Donde:

ϕ = Flujo luminoso requerido (lm)

E_m = Iluminancia media (lx)

S = Superficie a iluminar por cada luminaria (m²)

FM = Factor de mantenimiento (<1)

FU = Factor de utilización (<1)

La iluminancia media tendrá un valor dependiendo del tipo de calle, el cual ya ha sido obtenido en la tabla 2 del apartado **2.1 Clasificación de los viales**.

En cuanto a la superficie a iluminar no es más que el producto del ancho de la zona que debe iluminar la luminaria por la separación de luminarias, obteniendo así el área rectangular que iluminará.

El factor de mantenimiento es la relación entre la iluminancia media tras un determinado periodo de servicio y la instalada al inicio de su funcionamiento. Es lógico que, tras un periodo de tiempo, se produzca ensuciamiento y envejecimiento en las luminarias. Este parámetro tiene en cuenta las labores de limpieza de las luminarias, necesarias para evitar la pérdida de flujo por ensuciamiento, y la depreciación tras el paso de las horas de uso, que depende exclusivamente de la calidad de la luminaria escogida: $FM = FE * FD$

Dado que aún no sabemos las características de nuestra luminaria y en ITC-EA-06 del Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, en el cual habla sobre este factor, no hace referencia a las lámparas de tipo LED, supondremos un valor inicial típico de $FM=0,75$ para todos los casos.

Por último, el factor de utilización relaciona el flujo útil de la luminaria que llega a la superficie a iluminar y el flujo total que emite la lámpara. Este factor depende del tipo de lámpara, de la distribución escogida, del rendimiento de las luminarias y de la geometría de la instalación. Al ser difícil de obtener se ha decidido darle un valor medio inicial de 0,5.

Los valores de estos dos factores se han asignado de forma cualitativa y lógica, no teniendo que ser los valores definitivos. En el apartado 2.3.3 Calculo del factores de mantenimiento, se comprobará si nuestras predicciones estaban fundadas o por el contrario los valores son muy dispares.

Proyecto de modernización eficiente del alumbrado público del Polígono Industrial del Mediterráneo perteneciente a los municipios de Albuxech y Massalfassar.

En nuestro caso particular, al tratarse de vías con calzada y zona peatonal, sin compartir la misma iluminación y anchura, he modificado levemente la ecuación del flujo para tener ambas en cuenta:

$$\phi = \frac{\left(\frac{L_m}{q_0} * A_c + E_m * A_p\right) * Sep}{FM * FU}$$

Donde:

ϕ = Flujo luminoso requerido (lm)

L_m = Luminancia media de la calzada (cd/m²)

q_0 = Factor del pavimento, cuando es asfalto tiene un valor de 0,07.

A_c =Ancho a iluminar de la calzada (m)

E_m = Iluminancia media de la zona peatonal (lx)

A_p =Ancho de la zona peatonal (m)

Sep= Separación entre luminarias (m)

FM= Factor de mantenimiento (<1)

FU= Factor de utilización (<1)

Con los datos de cada calle obtenemos los siguientes flujos requeridos:

Calles		Anchura	Nivel de iluminación necesario	Separación	Flujo
1 Calle Tamarits	calzada	7	0,5	40	6400
	peatonal	2	5		
2 Calle Robells	calzada	7	1,5	36	17280
	peatonal	2	15		
3 Avenida del Mar	calzada	7	0,75	36	10080
	peatonal	4	7,5		
4 Calle de la Fila	calzada	14	0,75	36	15840
	peatonal	2	7,5		
5 Calle Noria	calzada	7	0,75	36	8640
	peatonal	2	7,5		
6 Calle Turia	calzada	14	0,75	36	15840
	peatonal	2	7,5		
7a Calle Mitjera	calzada	14	1	36	21120
	peatonal	2	10		

7b Calle Mitjera	calzada	7	1	36	11520
	peatonal	2	10		
8a Calle el Cid	calzada	7	0,75	40	9600
	peatonal	2	7,5		
8b Calle el Cid	calzada	14	0,75	36	15840
	peatonal	2	7,5		
9 Calle Senyera	calzada	7	0,75	36	8640
	peatonal	2	7,5		
10 Calle Jaume I	calzada	14	0,75	36	15840
	peatonal	2	7,5		
11 Calle Carrascosa	calzada	7	1	40	12800
	peatonal	2	10		
12 Avenida del Mediterráneo	calzada	7	1	40	12800
	peatonal	2	10		

Tabla 3 Estimación Flujo requerido

2.3 DISEÑO DETALLADO

2.3.1 Selección de luminarias

Tras obtener el flujo necesario, la altura y distribución de nuestros puntos de luz, el siguiente paso es buscar una luminaria cuya fotometría cumpla nuestras necesidades. Es primordial seleccionar las luminarias en función de su alcance (capacidad de iluminación en la dirección longitudinal de la calzada) y dispersión (capacidad de iluminación en la dirección transversal a la calzada) para que se adapte bien a la superficie a iluminar de la vía y cumpla con los requisitos de iluminancia media (E_m) y uniformidad (U). En cuanto al flujo de la luminaria, es muy difícil que encontremos uno con el valor exacto calculado en nuestro diseño preliminar, por lo que se optara por el flujo más próximo a nuestro valor.

En este proyecto emplearemos luminarias tipo LED por su bajo consumo, su larga vida útil, su alta eficiencia y gran calidad de luz. En concreto de usaremos la marca Philips que tiene gran prestigio dentro del sector. Dentro de su catálogo, emplearemos el modelo Luma, pues es uno de los más versátiles y apropiados para el uso que le daremos.

En las calles con una distribución bilateral, usaremos luminarias con distribución fotométrica estrecha ya que no necesitamos gran dispersión pero sí un alcance amplio. Emplearemos difusores DN10 (N del inglés “narrow”, estrecho), (Gráfico 1). En las calles Tamarits, Carrascosa y avenida del Mediterráneo también usaremos esta distribución fotométrica ya que disponemos de gran altura de montaje (12m) y la distancia transversal a iluminar no supera el 1H.

Por otro lado, las calles con distribución unilateral necesitan mayor dispersión para iluminar todo el ancho de la vía. Emplearemos difusores DM10 (Gráfico 2), con una dispersión media pero que tienen también gran alcance.

Por último, para los proyectores de las rotondas necesitamos que focalicen su flujo reduciendo su alcance, pero aumente la dispersión para iluminar idóneamente la calzada. Emplearemos una distribución especial, DX51 (Gráfico 3). Sin embargo, en las glorietas en las que iluminemos con luminarias, la distribución fotométrica será ancha, utilizando difusores DW10 (Gráfico 4).

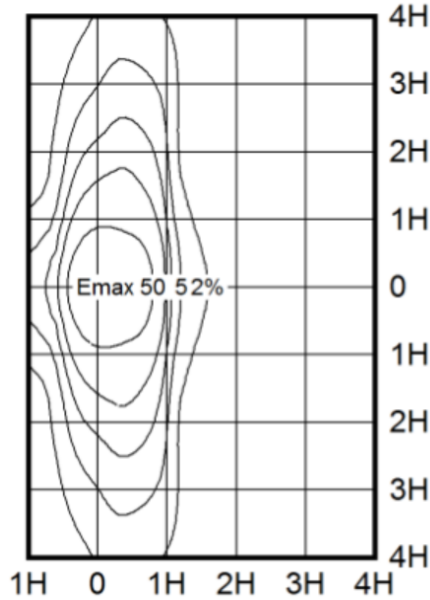


Gráfico 1: Relative isolux Diagram DN10

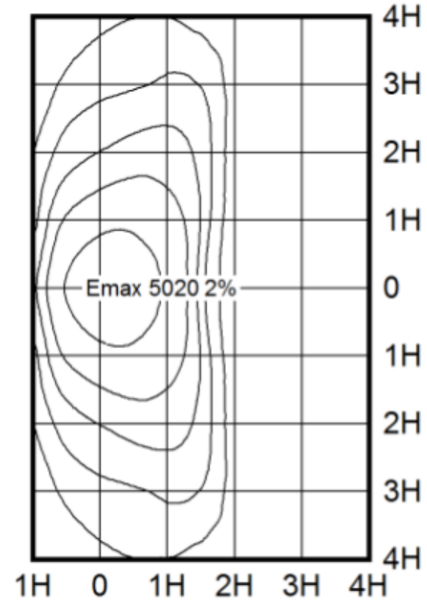


Gráfico 2: Relative isolux Diagram DM10

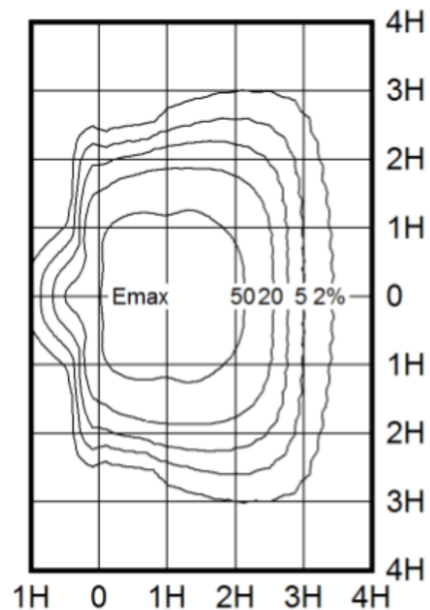


Gráfico 3: Relative Isolux Diagram DX51.

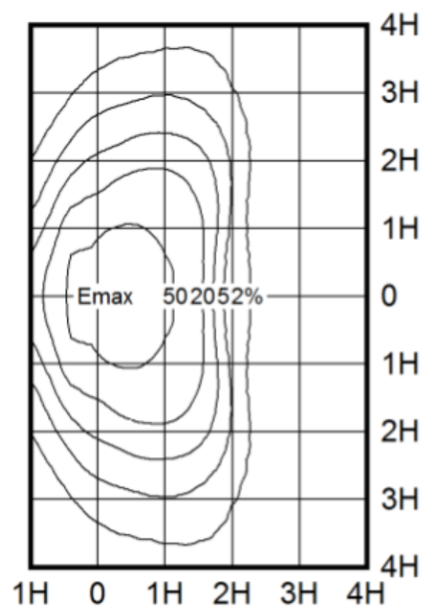


Gráfico 4: Relative Isolux Diagram DW10.

Dependiendo del flujo necesario emplearemos el modelo Luma mini (3185-9900 lm) o Luma 1(10000-19800 lm), y para alguna vía que necesite más flujo por luminaria usaremos el modelo Luma 2(+20000lm). En todas nuestras luminarias emplearemos un

índice de reproducción cromática IRC=70 y una temperatura de color de 4000K, que nos aporta un blanco neutro.

2.3.2 Cálculo del factor de mantenimiento

Una vez seleccionadas nuestras luminarias ya podemos calcular con exactitud cuál va a ser el valor de este factor y comprobar si el supuesto en el punto 2.2.2 Estimación del flujo requerido era correcto. Para ello usaremos el ITC-EA-06 Mantenimiento de la eficiencia energética de las instalaciones, que dice que el factor de mantenimiento será el producto de los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas, de su supervivencia y de depreciación de luminaria, de forma que se verificará:

$$FM = FDFL * FSL * FDLU$$

Siendo:

FDFL= factor de depreciación del flujo de la lámpara. Mide el envejecimiento de la luminaria. Para hallarlo basta con irse a la ficha técnica de la luminaria y observar la vida útil. En nuestro caso la vida útil para 100.000h para la Luma mini es L91B10 y para la Luma 1 en L89B10. Esta nomenclatura quiere decir que tras 100.000h de uso, tendremos en 91-89% del flujo de la luminaria y como máximo un 10% de los LEDs habrán fallado. Se puede ver representada la vida útil en la Gráfica 5.

Previendo un uso anual de 4000h y estimando en 30 años la vida de la instalación, obtenemos 120.000h de uso, y por lo tanto un FDFL=0,89 en Luma mini y FDLM=0,87 en Luma 1. Para unificar el cálculo consideraremos que todas las luminarias tienen el factor más restrictivo.

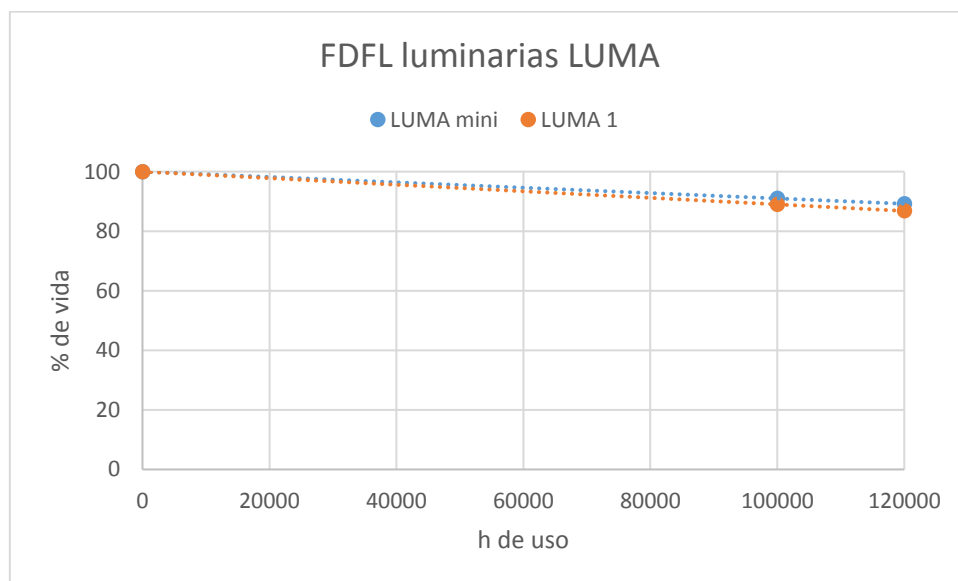


Gráfico 5: Vida de las luminarias

FSL= Factor de supervivencia de las lámparas. Como la Tabla 2 del ITC-EA-06 no incluye el tipo de lámpara LED y garantizamos la reparación de las averías de fuentes de luz en un tiempo inferior a 72h desde la detección, podremos utilizar un FSL=1.

FDLU= Factor de depreciación de las luminarias. Prevé el ensuciamiento que sufrirá la luminaria y el cual reducirá el flujo que emita. Se observa en la ficha técnica que nuestras luminarias tienen un grado de protección del sistema óptico IP66. Estimando un grado de contaminación medio y haciendo intervalos de limpieza cada 3 años, en la Tabla 3 del ITC-EA-06 obtenemos que FDLU=0,87

Realizando el producto de los tres factores:

$$FM = 0,87 * 1 * 0,87 = 0,757$$

Por lo tanto era correcto el factor de mantenimiento que habíamos supuesto en los cálculos previos.

2.3.3 Simulación en DIALux

Para verificar que nuestro diseño cumple con las especificaciones lumínicas de cada vía o, por el contrario, poder percibir la existencia de errores de diseño empleamos el programa gratuito DIALux 4.13. Es un programa informático de diseño de iluminación, tanto interior como exterior. Se usará para comprobar si el diseño que introduzcamos cumple los requisitos que exige el ITC-EA-02 para cada vía y que hemos visto en el punto 2.1 Clasificación de viales.

Tras abrir el programa y crear un proyecto nuevo, debemos insertar una nueva escena, calle estándar. A continuación tenemos que seleccionar el factor de mantenimiento y la organización de la calle. En esta última habrá que plasmar su geometría (dimensión de la calzada, arcones, caminos peatonales y carriles de estacionamiento de haberlos) y su clase de iluminación necesaria (ME2, ME3c, S3, CE1...). Después insertamos la disposición de las luminarias en la calle, tal y como habíamos previsto. Por último nos queda realizar la simulación. En la pestaña Outputs, dentro de la carpeta de nuestra calle, podemos comprobar los resultados luminotécnicos de nuestro diseño. Estos resultados son muy útiles para optimizar nuestra iluminación y ajustarse a los valores mínimos requeridos, sin sobrepasarlos en exceso. Por el contrario, en caso de no cumplir algún parámetro, cabe modificar el diseño de la siguiente manera:

1. No cumple la luminancia media. Soluciones:

- Reducir la altura del punto de luz. Esta solución solo se podrá tomar en caso de cumplir ampliamente la uniformidad, dado que este proceso empeora los valores de uniformidad de nuestra calle. Hay que tener cuidado con reducir en exceso la altura ya que también empeora el factor de deslumbramiento (TI%). Por lo tanto esta solución no es la más óptima.
- Cambiar luminaria. Aumentar el flujo emitido por nuestra lámpara o buscar un difusor con una distribución fotométrica que se ajuste mejor a la geometría de nuestra calle.

- Reducir la separación entre luminarias. Esta solución aumenta tanto la luminancia de la calzada como su uniformidad.
2. No cumple la uniformidad. Soluciones:
- Aumentar la altura de la luminaria. Con este proceso el aumento de la uniformidad implica la reducción de la luminancia media.
 - Reducir la separación entre luminarias.
3. No cumple el deslumbramiento perturbador. No suele ocurrir. Solución:
- Aumentar la altura de la luminaria. Si aun así, y con una altura considerable, no cumple las especificaciones, se busca un difusor con menor alcance.

En caso de cumplir con todas las especificaciones, pero que el global de la calle superara en más de un 20% los requisitos lumínicos, hay dos posibilidades de optimizar el resultado:

- Reducir el flujo que emite la luminaria. De esta manera estarás reduciendo potencia de la instalación y ahorro energético. Hay que comprobar que seguimos cumpliendo los resultados luminotécnicos.
- Aumentar la separación entre luminarias. De este modo, posiblemente reduciremos el número de luminarias instaladas, lo que conlleva un ahorro en el presupuesto. También reducimos la potencia total y por lo tanto menos consumo de energía.

La simulación de las glorietas se hace en una escena distinta. Para ello hay que insertar una nueva escena exterior y al igual que en la calle estándar introducir el factor de mantenimiento. Habrá que insertar elementos de suelo y un cilindro vertical para la rotonda. Para que nos sea más sencillo y real, es conveniente cargar un archivo dwg con el plano de la zona y de este modo calcar la geometría. A continuación se insertarán las luminarias con la disposición que hayamos diseñado (en línea, circular, luz de inundación, luminarias individuales...). Por último agregamos una trama de cálculo radial en la glorieta y superficies de cálculo en las vías de acceso a ella para comprobar los resultados luminotécnicos de nuestro diseño. Cabe recordar que en las glorietas hay que cumplir con 2.3 Niveles de iluminación de zonas especiales del ITC-EA-02, definidos en el punto **2.1 Clasificación de los viales**. En el caso de no cumplir los 30lux de iluminancia media requerida, deberemos plantear alguna de las siguientes soluciones:

1. Subir el flujo de los proyectores o luminarias, dependiendo de la rotonda, lo que conllevará el aumento de la iluminancia media.
2. Reducir la altura de montaje, pero siempre teniendo presente que tenemos que respetar la uniformidad ($U_m \geq 0,4$).
3. Cambiar el diseño y buscar otro que se ajuste más a la morfología de nuestra glorieta.

Con los resultados obtenidos en cada calle y rotonda, se crea una nueva escena exterior global en la que juntaremos ambos diseños. Ahora sí que se empleará la geometría real de las calles, por lo que habrá que tener en cuenta la morfología de las aceras, las curvas y otros condicionantes para ajustar de forma definitiva la distancia entre luminarias y el

flujo de éstas para cumplir con los requerimiento de cada clase de vía. En esta escena se plasma el diseño definitivo de nuestro alumbrado y ya se procederá a su correspondiente instalación eléctrica.

En el Anexo 1 se encuentran los resultados obtenidos mediante la herramienta DIALux, así como las escenas creadas de cada rotonda y la global de todo el polígono.

2.3.4 Potencia instalada

Para comenzar con el diseño de la instalación eléctrica debemos conocer la potencia necesaria en cada una de las calles, para distribuirla homogéneamente a los cuadros y así ubicarlos de forma que optimicemos la longitud de cable a utilizar.

La tabla 5 muestra los modelos empleados en cada una de las vías de estudio y la cantidad de cada uno de ellos junto a su potencia. Estas son luminarias Philips, pero podrían emplearse de otra marca siempre que suministraran el mismo flujo y distribución fotométrica, y su características técnicas fueran iguales o superiores.

La potencia total de la instalación es de 35 kW repartida en 411 puntos de luz.

Calle	Luminarias	Cantidad	Potencia (W)	Potencia total (W)
1 Calle Tamarits	BGP620 T25 1 xLED64-4S/740 DN10	32	44	1408
	BGP621 T25 1 xLED69-4S/740 DX51	1	47,5	47,5
2 Calle Robells	BGP623 T25 1 xLED120-4S/740 DN10	24	74	1776
	BGP625 T25 1 xLED280-4S/740 DM10	5	180	900
3 Av del Mar	BGP620 T25 1 xLED99-4S/740 DN10	29	68	1972
4 Calle de la Fila	BGP623 T25 1 xLED139-4S/740 DM10	12	90	1080
5 Calle Noria	BGP620 T25 1 xLED69-4S/740 DN11 BL1	20	47,5	950
	BGP621 T25 1 xLED79-4S/740 DX51	3	56	168
6 Calle Turia	BGP623 T25 1 xLED139-4S/740 DM10	8	90	720
7 Calle Mitjera	BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM10	13	140	1820
	BGP620 T25 1 xLED99-4S/740 DN10	34	68	2312
8 Calle el Cid	BGP623 T25 1 xLED139-4S/740 DM10	15	90	1350
	BGP620 T25 1 xLED90-4S/740 DN10	10	61	610
9 Calle Senyera	BGP620 T25 1 xLED69-4S/740 DN11 BL1	24	47,5	1140
10 Calle Jaume I	BGP623 T25 1 xLED139-4S/740 DM10	16	90	1440
11 Calle Carrascosa	BGP623 T25 1 xLED129-4S/740 DN10	40	82	3280
12 Av Mediterráneo	BGP623 T25 1 xLED129-4S/740 DN10	88	82	7216
Rotonda 1	BVP650 T25 1 xLED300-4S/740 DX51	6	205	1230
Rotonda 2	BVP650 T25 1 xLED260-4S/740 DX51	6	174	1044
Rotonda 3	BGP625 T25 1 xLED240-4S/740 DW10	4	152	608
Rotonda 4	BVP650 T25 1 xLED260-4S/740 DX51	6	174	1044
Rotonda 5	BVP650 T25 1 xLED280-4S/740 DX51	6	190	1140
Rotonda 6	BGP625 T25 1 xLED240-4S/740 DW10	4	152	608
Rotonda 7	BGP625 T25 1 xLED220-4S/740 DW10	5	150	750

3. EFICIENCIA ENERGÉTICA

El REEIAE en el ITC-EA-01 define la eficiencia energética como la relación entre el producto de la superficie iluminada por la iluminancia media en servicio de la instalación entre la potencia activa total instalada.

$$\varepsilon = \frac{S * E_m}{P} \quad \left(\frac{m^2 * lux}{W} \right)$$

Siendo:

ε = eficiencia energética de la instalación de alumbrado exterior ($m^2 \cdot lux/W$).

P = potencia activa total instalada (lámparas y equipos auxiliares) (W).

S = superficie iluminada (m^2).

E_m = iluminancia media en servicio de la instalación, considerando el mantenimiento previsto (lux).

Nuestra instalación tiene una potencia total de 35kW. Hemos obtenido en la escena global una iluminancia media en el suelo de la instalación de 13 lux, con una superficie iluminada de 182.900 m^2 , lo equivalente a iluminar 8km. Con estos datos obtenemos una eficiencia energética de 67,9 $m^2 \cdot lux/W$.

Tras calcular la eficiencia energética de nuestra instalación, debemos comprobar que cumpla con los requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional (Tabla 6, página siguiente).

Como nuestra instalación tiene una iluminancia media global de 13 lux, interpolando en la tabla anterior, obtenemos una eficiencia mínima de 13,8 $m^2 \cdot lux/W$, muy por debajo de los 67,9 $m^2 \cdot lux/W$ calculados en nuestra instalación.

A continuación procederemos a la calificación energética de la instalación de alumbrado, la cual se divide en 7 grupos, de la letra A (instalación más eficiente y con menos consumo de energía) a la letra G (instalación menos eficiente y con más consumo de energía), de acuerdo a su índice de eficiencia energética y su índice de consumo energético (Tabla 7, página siguiente).

Para el cálculo del índice de eficiencia energética (I_ε), debemos averiguar la relación entre la eficiencia energética de nuestra instalación (ε) y un valor de referencia (ε_R) (Tabla 8, página siguiente).

$$I_\varepsilon = \frac{\varepsilon}{\varepsilon_R}$$

En nuestra instalación $\varepsilon=67,9$ e interpolando obtenemos que $\varepsilon_R=21$, por lo tanto, nuestro índice de eficiencia energética es $I_\varepsilon=3,23$.

Por último, para facilitar la interpretación de la calificación energética, se define la etiqueta para caracterizar el consumo de energía de la instalación, que es igual al inverso del índice de eficiencia energética:

$$ICE = \frac{1}{I_{\epsilon}} = 0,31$$

En conclusión, la calificación energética de nuestra instalación de alumbrado es la más elevada, **tipo A**.

Iluminancia media en servicio $E_m(\text{lux})$	EFICIENCIA ENERGÉTICA MÍNIMA $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	22
25	20
20	17,5
15	15
10	12
$\leq 7,5$	9,5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 6: Requisitos mínimos de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado vial funcional

Calificación Energética	Índice de consumo energético	Índice de Eficiencia Energética
A	$ICE < 0,91$	$I_{\epsilon} > 1,1$
B	$0,91 \leq ICE < 1,09$	$1,1 \geq I_{\epsilon} > 0,92$
C	$1,09 \leq ICE < 1,35$	$0,92 \geq I_{\epsilon} > 0,74$
D	$1,35 \leq ICE < 1,79$	$0,74 \geq I_{\epsilon} > 0,56$
E	$1,79 \leq ICE < 2,63$	$0,56 \geq I_{\epsilon} > 0,38$
F	$2,63 \leq ICE < 5,00$	$0,38 \geq I_{\epsilon} > 0,20$
G	$ICE \geq 5,00$	$I_{\epsilon} \leq 0,20$

Tabla 7: Calificación energética de una instalación de alumbrado

Alumbrado vial funcional		Alumbrado vial ambiental y otras instalaciones de alumbrado	
Iluminancia media en servicio proyectada $E_m(\text{lux})$	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$	Iluminancia media en servicio proyectada $E_m(\text{lux})$	Eficiencia energética de referencia ϵ_R $\left(\frac{\text{m}^2 \cdot \text{lux}}{\text{W}}\right)$
≥ 30	32	--	--
25	29	--	--
20	26	≥ 20	13
15	23	15	11
10	18	10	9
$\leq 7,5$	14	7,5	7
--	--	≤ 5	5

Nota - Para valores de iluminancia media proyectada comprendidos entre los valores indicados en la tabla, la eficiencia energética de referencia se obtendrán por interpolación lineal

Tabla 8: Valores de eficiencia energética de referencia

4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

4.1 Ubicación de los cuadros

Para ubicar de forma óptima los cuadros de mandos, con el fin de reducir las pérdidas y utilizar la mínima longitud y sección de cable posible, cumpliendo los requisitos del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, hemos dividido la potencia total en 5 grupos de unos 7kW cada uno, y situado el cuadro de mandos en el centro de gravedad de las cargas. Dado que la ubicación de la mayoría de ellos se situaba en el interior de parcelas industriales, se ha extraído a la fachada más cercana. En la ilustración 16 se puede observar la ubicación de dichos cuadros (naranja) y la distribución de sus líneas.

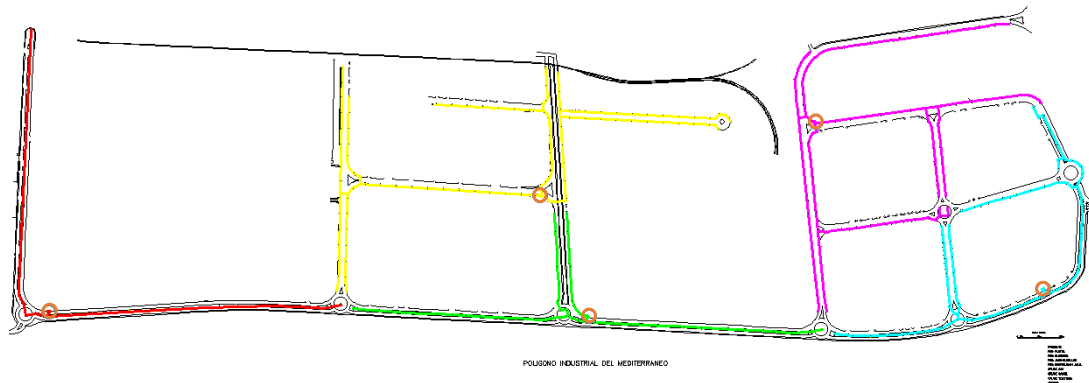


Ilustración 16: Cuadros y líneas general

El cuadro nº 1 (rojo), situado en el tramo de la avenida del Mediterráneo que une las rotondas 1 y 2, da suministro eléctrico a dichas glorietas y tramo de avenida, y a la calle Tamarits. Tiene una demanda de 6,50 kW.

El cuadro nº 2 (amarillo), se ubica en el cruce de la calle Fila con la avenida del Mar y da corriente a las calles Robells, Fila, Turia, Noria y mitad superior de la avenida del Mar. Posee una demanda de potencia de 7,04 kW

El cuadro nº 3 (verde), se situará en la Avenida Mediterráneo, entre las rotondas 3 y 4, más cercano a la primera, y suministrara electricidad al otro tramo de la Avenida del Mar, lo que resta de la Avenida Mediterráneo y las glorietas 3 y 4. Su potencia requerida es de 7,08 kW.

El cuadro nº 4 (azul), estará situado en la calle Carrascosa. Dará suministro eléctrico a la calle Carrascosa, mitad calle Senyera y Jaume I, el tramo iluminado en la mediana de la calle el Cid y las rotondas 5 y 7. Consumirá 7,01 kW de potencia.

Por último, el cuadro nº 5 (rosa) se encontrará en la calle el Cid, cerca de la intersección con la calle Mitjera y dará corriente a ambas calles, junto con los otros dos tramos de las calles Senyera y Jaume I y la rotonda 6. Demandará una potencia de 7,74 kW.

El trazado de las líneas de suministro más detallado se halla en el apartado Anexo 5: Planos.

4.2 Dimensionado de los conductores

Con el fin de asegurar la fiabilidad de nuestra instalación lumínica, llevaremos dos líneas trifásicas por cada tubo y alimentaremos las luminarias de manera alternativa, para en caso de avería, garantizar que ninguna vía permanezca completamente a oscuras.

Tal y como indica el RBT2002, en su capítulo ITC-BT-09 Instalaciones de alumbrado exterior e ITC-BT-07 Redes Subterráneas para Distribución de Baja Tensión, emplearemos cables unipolares con conductores de cobre y tensión asignada de 0,6/1kV, con aislamiento de polietileno reticulado y enterrados bajo tubo de 90mm de diámetro a 0,5m del nivel del suelo.

Una vez conocemos la longitud de las líneas y las cargas de las mismas, procedemos a determinar la sección de los conductores cumpliendo el criterio térmico y de caída de tensión máxima.

4.2.1 Criterio térmico

Con el fin de evitar el deterioro del aislante por calentamiento, hay que calcular la corriente máxima admisible en servicio que pueden soportar los cables sin afectar a las propiedades del aislante. Como ya conocemos la potencia que conducirá cada cable:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi}$$

Siendo:

I= Intensidad admisible (A).

P= Potencia (W).

U= Tensión (V).

cos φ = factor de potencia.

Tras calcular la intensidad máxima que puede circular por cada cable, hay que aplicarle unos factores de corrección que encontramos en el ITC-BT-07. Estos factores actúan en función del tipo de aislante, la temperatura y la resistividad térmica del terreno, la agrupación de los cables dentro del tubo o la profundidad de enterramiento, y están especificados mediante tablas, características para las propiedades y montajes de cada instalación. Todos estos factores se dividen a las intensidades previamente calculadas.

Por último, se busca la sección mínima que pueda soportar las corrientes corregidas, que siempre tiene que ser igual o superior a 6mm² para fase y neutro.

4.2.1 Máxima caída de tensión

De acuerdo con el ITC-BT-09, la máxima caída de tensión de las líneas de nuestra instalación en cualquier punto es de un 3%. Para su comprobación aplicaremos la siguiente ecuación:

$$\varepsilon = \frac{L * \rho * P}{S * U^2} * 100$$

Siendo:

ε = Caída de tensión porcentual (%).

L= Longitud del cable (m).

ρ = Resistividad del conductor (depende de la temperatura) ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

P= Potencia de la línea (W).

S= Sección del cable (mm^2).

U= Tensión (V).

Habrà que verificar que no supere el 3% en ningún punto de la instalación, y de ser así, tendremos que subir la sección del conductor y volver a comprobar su cumplimiento.

4.3 Protección frente a sobrecargas

Las líneas estarán protegidas frente a sobrecargas mediante interruptores automáticos, comúnmente llamados magnetotérmicos. Se deberá cumplir las siguientes condiciones:

$$(1) I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$(2) I_t \leq 1,45 * I_Z$$

Donde:

I_B = Intensidad que circula por el conductor.

I_n = Intensidad nominal del interruptor automático.

I_Z = Intensidad admisible del cable.

I_t = Intensidad de disparo de la protección.

4.4 Protección frente a cortocircuito

Para garantizar que las líneas están protegidas frente a cortocircuito, nuestra protección deberá tener un poder de corte superior al valor de la máxima corriente de cortocircuito prevista y disparar antes de que los aislantes se vean afectados térmicamente por esta sobreintensidad. Se deberá cumplir la siguiente condición:

$$I_{CU} \geq I_{CCmax}$$

4.5 Puesta a tierra

El ITC-BT-09 indica que en las redes de tierra, se instalará como mínimo un electrodo de puesta a tierra cada 5 soportes de luminarias, y siempre en el primero y en el último soporte de cada línea, de este modo no se produzcan tensiones de contacto que superen los 24V. Emplearemos picas de 2m de longitud de acero galvanizado, y se asumirá la resistividad del terreno de la zona en $100\Omega\cdot m$.

Además, los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm^2 para redes subterráneas.

4.6 Resultados instalación eléctrica

Los cálculos se han realizado a través del programa informático Cypelec en su versión para estudiantes. En esta herramienta se ha plasmado la longitud y carga distribuida en cada una de las líneas y ramificaciones de los distintos cuadros de mando, junto con sus protecciones. Emplearemos un pequeño interruptor automático y un diferencial en cada línea de los cuadros, y un PIA e ID de mayor potencia para la protección general. Además, instalaremos un fusible al inicio del montaje para complementar el funcionamiento magnetotérmico general y aumentar el poder de corte del cuadro.

Se ha comprobado que se cumplen todos los criterios mencionados en los puntos anteriores y los resultados extraídos de cada uno de los cuadros se encuentran en el [Anexo 3: Resultados Instalación Eléctrica calculados mediante Cypelec](#). Además, en el [Anexo 5: Planos](#) se adjuntan los diagramas unifilares de los 5 cuadros instalados.

4.7 Regulación y control

Al estar estudiando un polígono industrial en el cual, por lo general, el tránsito de vehículos a ciertas horas de la noche es muy limitado, se va a disminuir los niveles de iluminación en ciertas zonas con el objetivo de ahorrar energía. Para ello se va a emplear el sistema de regulación DALI (Digital Addressable Lighting Interface), consiguiendo un control individualizado en cada luminaria de la instalación, el cual está disponible en el modelo Luma empleado. Para ello se tirará por los tubos de la instalación eléctrica un cable de cobre multiconductor monofásico de dos hilos de $2,5\text{mm}^2$ de sección. De partida se programará la siguiente curva de regulación de acuerdo al siguiente horario, pero podrá ser modificado por el usuario a su antojo:

- Tramo 1: Desde el encendido hasta las 22:00 al 100%
- Tramo 2: De las 22:00 hasta las 0:00 al 80%
- Tramo 3: De la media noche hasta las 6:30 al 50%
- Tramo 4: De las 6:30 hasta el apagado al 100%

La regulación del encendido y apagado de las luminarias se realizará mediante un reloj astronómico, el cual calcula automáticamente la hora de salida y puesta del sol en cada día del año de acuerdo, a la ubicación donde esté situado. De esta forma se optimiza las horas de alumbrado y así no exige estar modificándolas manualmente cada cierto tiempo.

5. ANÁLISIS ECONÓMICO

El presupuesto total de este proyecto se divide en dos partes: el presupuesto de la instalación y el presupuesto de explotación.

El presupuesto de la instalación conlleva el coste de las 411 luminarias con sus respectivas columnas, la instalación eléctrica, la obra civil y los costes asociados al control de calidad, gestión ambiental y seguridad y salud de la puesta en marcha de la obra. Todos estos puntos se encuentran bien desarrollados y con sus respectivas mediciones en el Anexo 4: Mediciones y Presupuesto.

Obra civil	101.358,36 €
Instalación eléctrica	209.647,07 €
Instalación luminotécnica	446.637,97 €
Control de calidad	2.739,00 €
Gestión medioambiental	5.166,85 €
Seguridad y salud	2.330,18 €
Presupuesto de Ejecución Material (PEM)	767.879,43 €

Por otro lado se tiene en cuenta el presupuesto de explotación, es decir, el precio del mantenimiento de las luminarias y del consumo energético de nuestra instalación.

En primer lugar, para calcular el coste energético de la instalación, debemos saber la energía anual consumida en cada uno de nuestros cuadros, de acuerdo al tramo horario y su potencia demandada.

Cuadro	Potencia (kW)	Tramos horarios (h/año)		P _{tramo} (kW)	E _{tramo} (kWh/año)	E (kWh/año)
Cuadro 1	6,50	T1	445	6,50	2892,50	17316,00
		T2	730	5,20	3796,00	
		T3	2380	3,25	7735,00	
		T4	445	6,50	2892,50	
Cuadro 2	7,08	T1	445	7,08	3150,60	18861,12
		T2	730	5,66	4134,72	
		T3	2380	3,54	8425,20	
		T4	445	7,08	3150,60	
Cuadro 3	7,04	T1	445	7,04	3132,80	18754,56
		T2	730	5,63	4111,36	
		T3	2380	3,52	8377,60	
		T4	445	7,04	3132,80	
Cuadro 4	7,01	T1	445	7,01	3119,45	18674,64
		T2	730	5,61	4093,84	
		T3	2380	3,51	8341,90	
		T4	445	7,01	3119,45	

Proyecto de modernización eficiente del alumbrado público del Polígono Industrial del Mediterráneo perteneciente a los municipios de Albuixech y Massalfassar.

Cuadro 5	7,74	T1	445	7,74	3444,30	20619,36
		T2	730	6,19	4520,16	
		T3	2380	3,87	9210,60	
		T4	445	7,74	3444,30	

Dado que el coste de la energía para la potencia requerida se encuentra actualmente en 0,117988€/kWh (este precio sin tener en cuenta la discriminación horaria que nos supondría un ahorro extra) y tenemos un consumo total anual de 94.225,68 kWh/año, el coste energético anual de la instalación resulta de 11.117,50 €/año.

Me han facilitado las facturas del consumo eléctrico del alumbrado del polígono desde marzo del año pasado, hasta el mismo mes del 2018, y la cifra total asciende a 39.205,97 €/año, más del triple del coste estimado para nuestra nueva instalación.

En segundo lugar, para el coste del mantenimiento hay que tener en cuenta la limpieza periódica de las luminarias y la reposición de aquellas que hayan fallado. Para el cálculo anual de la limpieza, consideramos que el operario que contratemos (incluye en el precio el material y maquinaria que emplee) tardará 10 minutos en limpiar cada luminaria y este proceso se realizara una vez cada 3 años, por lo tanto:

Luminarias	Tiempo limpieza (h)	Coste limpieza (€/h)	Periodo de limpieza	Precio limpieza
411	10/60	13,18	1/3	300,94 €/año

Para estimar cuantas luminarias fallarán y tendrán que ser sustituidas, es necesario encontrar en la ficha técnica la tasa de fallo del driver. En nuestro caso es del 0,5% cada 5000 horas de funcionamiento, tanto las luminarias como los proyectores.

Luminarias	Tasa de fallo	Tiempo encendido (h/año)	Coste operario (€/h)	Tiempo de sustitución de una luminaria (h)	Coste nuevo driver (€)	Coste Sustitución
411	0,5%/5000h	4000	16,58	0,50	500	835,62 €/año

Finalmente, el presupuesto de explotación supondrá un coste de:

Coste Energético	11,117,5 €/año
Coste Limpieza	300,94 €/año
Coste Sustituciones Drivers	835,62 €/año
Presupuesto explotación	12.254,06 €/año

6. CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio era, como ya se dijo, la renovación de la instalación lumínica del Polígono del Mediterráneo, porque su sistema de alumbrado público tiene más de 40 años, no cumple la normativa y presenta un elevado consumo. En definitiva, está obsoleto y necesita una renovación. Para ello, tras haber realizado el diseño luminotécnico, estudiado la eficiencia energética de nuestra solución, haber implementado un sistema eléctrico con su cableado y protecciones necesarias, planteado el control de nuestra instalación y plasmado los presupuestos de ejecución material y explotación, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. Tras haber analizado las vías que iba a iluminar, leído con detenimiento el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior y aplicar la metodología de trabajo desarrollada previamente, he realizado un diseño luminotécnico que cumple con todos los requerimientos de cada uno de los capítulos del REEIAE (Niveles de iluminación, Eficiencia energética, Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta, Mantenimiento de la eficiencia energética, etc) como se ha comprobado mediante el software DIALux.
2. Del estudio de eficiencia energética de nuestra instalación, desarrollado en el apartado 3, se concluye que obtendríamos una etiqueta A++ de existir, ya que cumplimos con mucha holgura los requisitos de la clase más favorable.
3. Respecto a la instalación eléctrica, se ha tenido en cuenta y cumplido todas las normas recogidas en el Reglamento de Baja Tensión. El programa informático Cypelec ha sido de gran ayuda. Además, con el fin de asegurar la fiabilidad de nuestra instalación en caso de avería, pese a encarecer el presupuesto de ejecución material, se ha tomado la decisión de llevar dos líneas por cada tubo y conectarlas a los postes de manera alternativa, para en caso de haber un fallo en una de ellas, no dejar la vía completamente a oscuras.
4. Mediante la tecnología LED conseguimos iluminar con un menor consumo energético y una vida útil mucho más larga. Esto se ve reflejado en el presupuesto de explotación:

$$\text{Buen Diseño Luminotécnico} + \text{Luminarias más eficientes} = \frac{\text{Coste energético actual}}{3}$$

1. Ciertamente si no se ha realizado ya este proyecto, es porque requiere una inversión inicial muy considerable. Pero su ejecución es necesaria dado que supone un ahorro anual de 28.000€ en energía, sin tener en cuenta el coste del mantenimiento de las actuales luminarias.

En resumen, se puede concluir que la solución propuesta proporciona mayores niveles de iluminación y cumple con todos los reglamentos vigentes. El coste del presupuesto de ejecución material es elevado, sin embargo, es necesaria la inversión en tecnología LED, dadas las ventajas que nos ofrece, y en el mantenimiento de la nueva instalación para lograr cumplir con los 30 años de vida útil del proyecto, sin disminuir la calidad de nuestra iluminación.

7. BIBLIOGRAFÍA

Pardo Santiago, T (2008) *Apuntes sobre el polígono industrial Mediterráneo*, Valencia AUPIM, páginas 15 y 19.

Roger Folch, J., Riera Guasp, M., Roldán Porta, C (2010) *Tecnología Eléctrica* 3ª edición, Madrid, Síntesis.

<http://www.albuixech.es/poligono-industrial-del-mediterraneo/>

<https://economia3.com/2016/04/30/72745-poligono-mediterraneo-40-anos-al-servicio-de-la-empresa/>

Autores de las fotografías:

- Instituto Geográfico Nacional, vía Google Maps.
- © Ramón Cervera Montes.

Anexo 1: Resultados Luminotécnicos calculados en DIALux 4.13.

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras los cálculos realizados en el programa DIALux 4.13, tanto de las calles, cada una con su respectiva clasificación, como de las glorietas. Se ha ponderado la iluminancia media calculada en cada zona de las calles por su anchura, y dividido entre los valores requeridos, para comprobar que no superara el 120%. Al final se muestra una imagen general (Ilustración 16) del alumbrado definitivo del polígono.

- Calle Tamarits

Clase: ME5		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzadas	calculado	0,5	0,51	0,84	8	1,03
	requerido	≥ 0,5	≥ 0,35	≥ 0,4	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S4		Em [lx]	Emin [lx]
Aceras	calculado	5,01	2,95
	requerido	≥ 5	≥ 1

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,5}{0,07} * 7m + 2 * 5,01 * 2m}{2 * \frac{0,5}{0,07} * 7m + 2 * 5 * 2m} * 100 = 100\% \leq 120\%$$

Calle Robells

Clase: ME2		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	1,54	0,58	0,81	10	0,74
	requerido	≥ 1,5	≥ 0,4	≥ 0,7	≤ 10	≥ 0,5

Clase: S1		Em [lx]	Emin [lx]
Aceras	calculado	18,24	7,29
	requerido	≥ 15	≥ 5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{1,54}{0,07} * 7m + 2 * 18,24 * 2m}{2 * \frac{1,5}{0,07} * 7m + 2 * 15 * 2m} * 100 = 105,8\% \leq 120\%$$

Calle Fila

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,77	0,57	0,91	7	0,79
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Acera 1	calculado	7,56	6,39
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5
Acera 2	calculado	9,26	5,55
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,77}{0,07} * 7m + 7,56 * 2m + 9,26 * 2m}{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 104,2\% \leq 120\%$$

Avenida del Mar

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,75	0,49	0,83	9	0,75
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Acera 1	calculado	7,71	4,85
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5
Acera 2	calculado	10,76	5,32
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{\frac{0,75}{0,07} * 7m + 7,71 * 2m + 10,76 * 2m}{\frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 106,6\% \leq 120\%$$

Calle Noria

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,75	0,75	0,91	12	0,88
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Aceras	calculado	8,61	3,37
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 8,61 * 2m}{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 102,5\% \leq 120\%$$

Calle Turia

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,77	0,57	0,91	7	0,79
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Acera 1	calculado	7,56	6,39
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5
Acera 2	calculado	9,26	5,55
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,77}{0,07} * 7m + 7,56 * 2m + 9,26 * 2m}{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 104,2\% \leq 120\%$$

Calle Mitjera

Distribución Bilateral frente a frente

Clase: ME3c		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	1	0,56	0,77	10	0,76
	requerido	≥ 1	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S2		Em [lx]	Emin [lx]
Aceras	calculado	12,75	4,01
	requerido	≥ 10	≥ 3

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{1}{0,07} * 7m + 2 * 12,75 * 2m}{2 * \frac{1}{0,07} * 7m + 2 * 10 * 2m} * 100 = 104,6\% \leq 120\%$$

Distribución Unilateral

Clase: ME3c		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	1,02	0,53	0,89	8	0,66
	requerido	≥ 1	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S2		Em [lx]	Emin [lx]
Acera 1	calculado	10,83	9,09
	requerido	≥ 10	≥ 3
Acera 2	calculado	13,27	7,73
	requerido	≥ 10	≥ 3

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{1,02}{0,07} * 7m + 10,83 * 2m + 13,27 * 2m}{2 * \frac{1}{0,07} * 7m + 2 * 10 * 2m} * 100 = 105,1\% \leq 120\%$$

Calle Cid

Distribución Unilateral

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,77	0,57	0,91	7	0,79
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Acera 1	calculado	7,56	6,39
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5
Acera 2	calculado	9,26	5,55
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,77}{0,07} * 7m + 7,56 * 2m + 9,26 * 2m}{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 104,2\% \leq 120\%$$

Distribución mediana doble brazo

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,78	0,52	0,88	8	1,03
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Aceras	calculado	7,55	4,65
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,78}{0,07} * 7m + 2 * 7,55 * 2m}{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 103,4\% \leq 120\%$$

Calle Jaume I

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,77	0,57	0,91	7	0,79
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Acera 1	calculado	7,56	6,39
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5
Acera 2	calculado	9,26	5,55
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,77}{0,07} * 7m + 7,56 * 2m + 9,26 * 2m}{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 104,2\% \leq 120\%$$

Calle Senyera

Clase: ME4b		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	0,75	0,75	0,91	12	0,88
	requerido	≥ 0,75	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S3		Em [lx]	Emin [lx]
Aceras	calculado	8,61	3,37
	requerido	≥ 7,5	≥ 1,5

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 8,61 * 2m}{2 * \frac{0,75}{0,07} * 7m + 2 * 7,5 * 2m} * 100 = 102,5\% \leq 120\%$$

Avenida Mediterraneo y calle Carrascosa

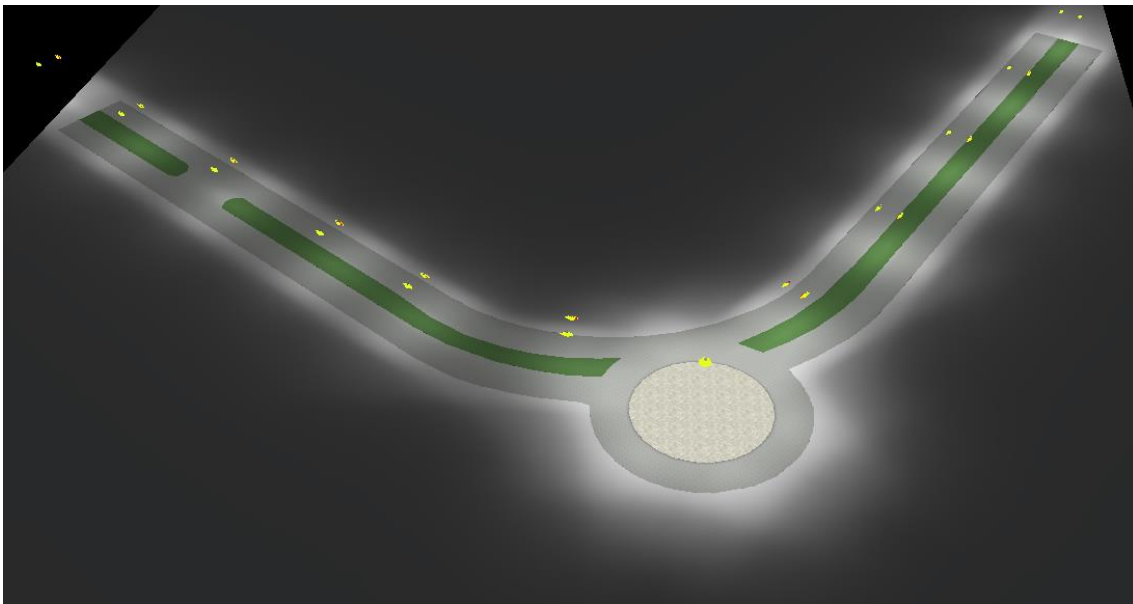
Clase: ME3c		Lm	U0	UI	TI[%]	SR
Calzada	calculado	1,06	0,51	0,82	10	1,03
	requerido	≥ 1	≥ 0,4	≥ 0,5	≤ 15	≥ 0,5

Clase: S2		Em [lx]	Emin [lx]
Aceras	calculado	10	5,89
	requerido	≥ 10	≥ 3

Comprobación del 120%:

$$\% = \frac{2 * \frac{1,06}{0,07} * 7m + 2 * 10 * 2m}{2 * \frac{1}{0,07} * 7m + 2 * 10 * 2m} * 100 = 105\% \leq 120\%$$

Rotonda 1



Trama: 13 x 5 Puntos

E_m [lx]
30

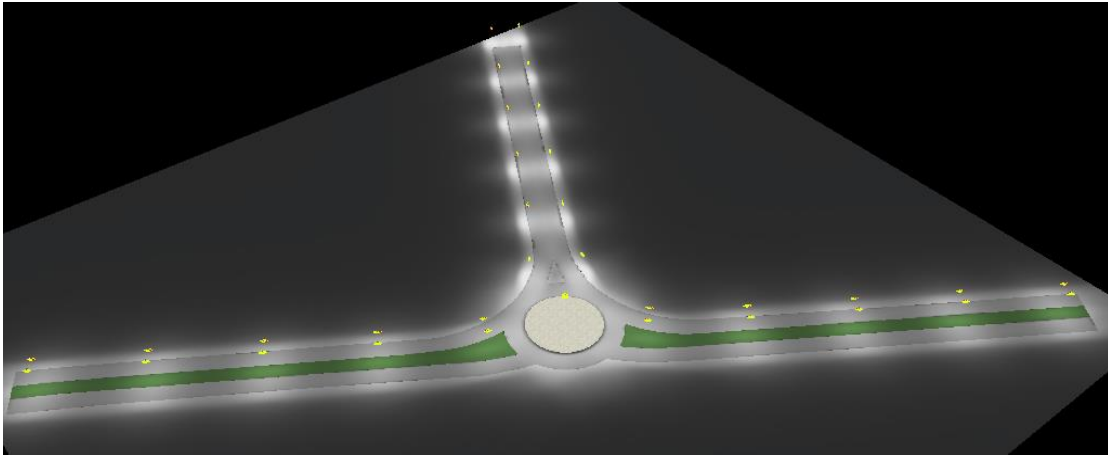
E_{min} [lx]
21

E_{max} [lx]
42

E_{min} / E_m
0.70

E_{min} / E_{max}
0.51

Rotonda 2



Trama: 13 x 5 Puntos

E_m [lx]
30

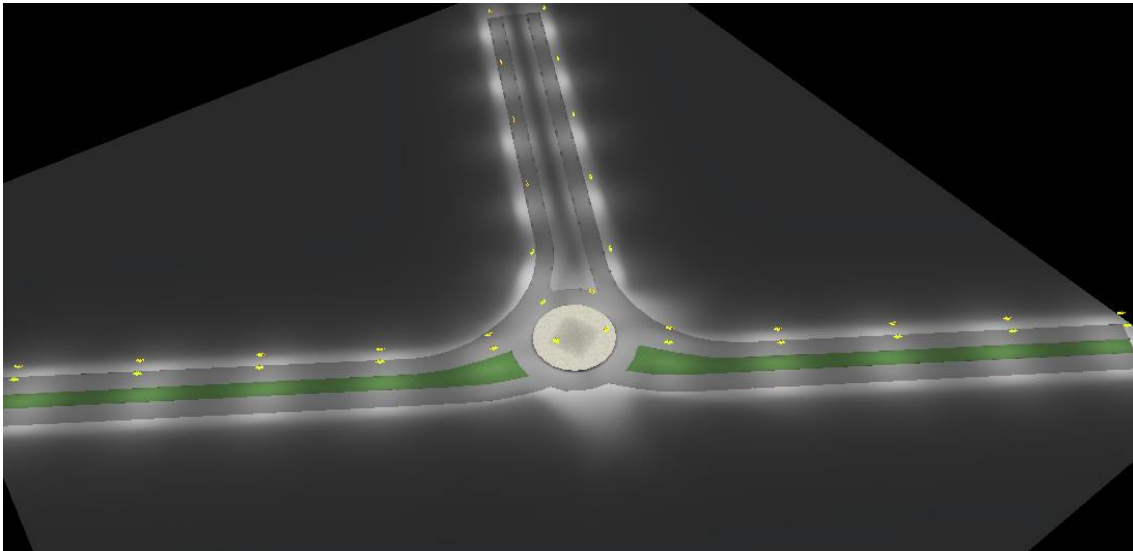
E_{min} [lx]
19

E_{max} [lx]
36

E_{min} / E_m
0.61

E_{min} / E_{max}
0.51

Rotonda 3



Trama: 13 x 5 Puntos

E_m [lx]
30

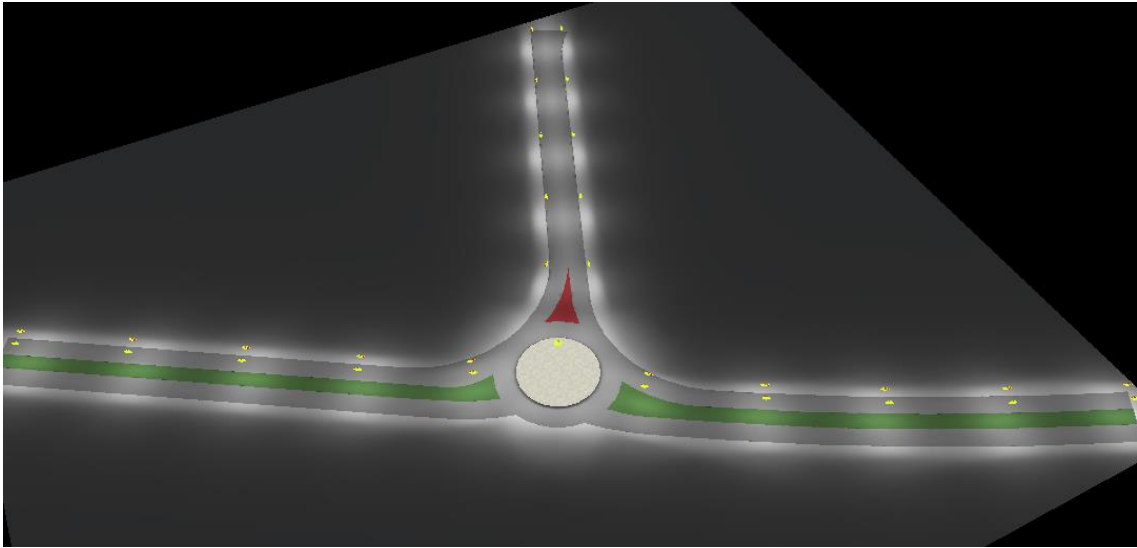
E_{min} [lx]
18

E_{max} [lx]
42

E_{min} / E_m
0.59

E_{min} / E_{max}
0.42

Rotonda 4



Trama: 13 x 5 Puntos

E_m [lx]
30

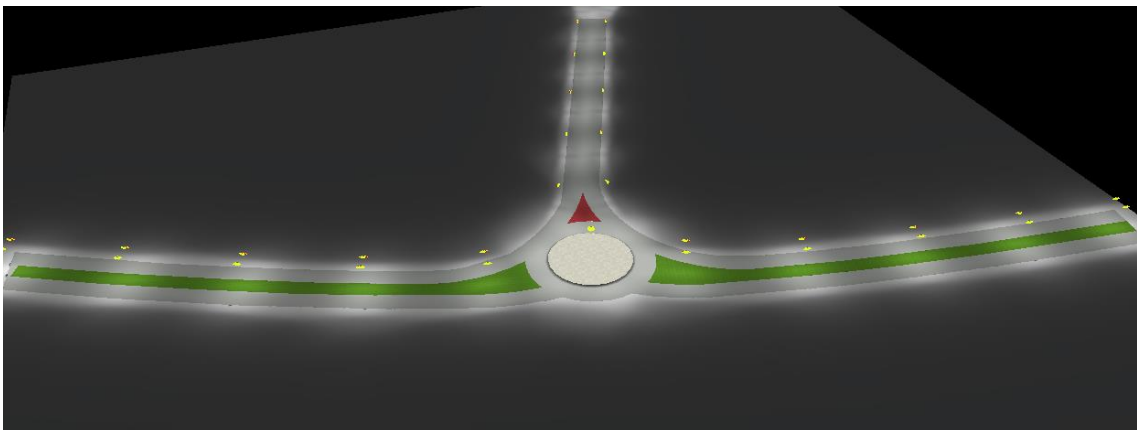
E_{min} [lx]
19

E_{max} [lx]
39

E_{min} / E_m
0.63

E_{min} / E_{max}
0.49

Rotonda 5



Trama: 13 x 5 Puntos

E_m [lx]
30

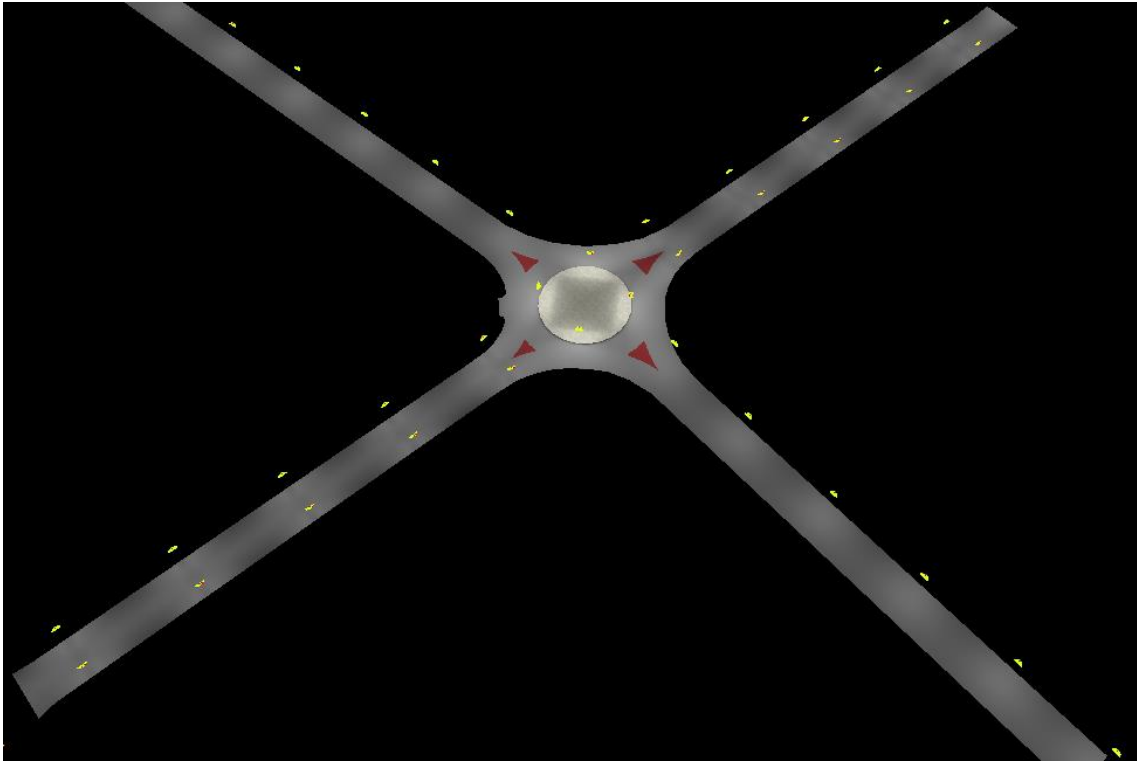
E_{min} [lx]
20

E_{max} [lx]
39

E_{min} / E_m
0.67

E_{min} / E_{max}
0.52

Rotonda 6



Trama: 13 x 5 Puntos

E_m [lx]
30

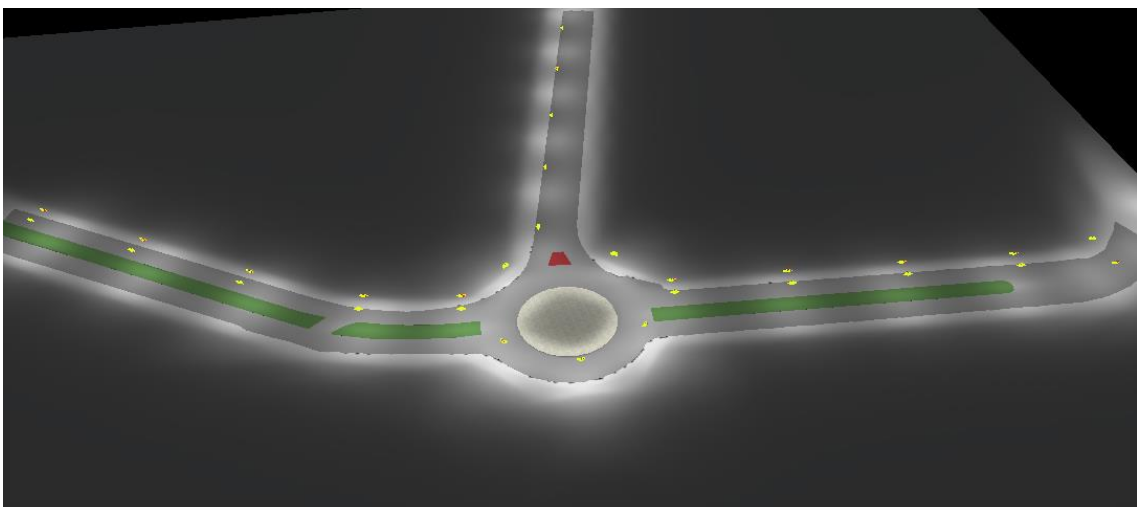
E_{min} [lx]
15

E_{max} [lx]
52

E_{min} / E_m
0.50

E_{min} / E_{max}
0.29

Rotonda 7



Trama: 13 x 5 Puntos

E_m [lx]
31

E_{min} [lx]
22

E_{max} [lx]
44

E_{min} / E_m
0.69

E_{min} / E_{max}
0.49

Escena Global

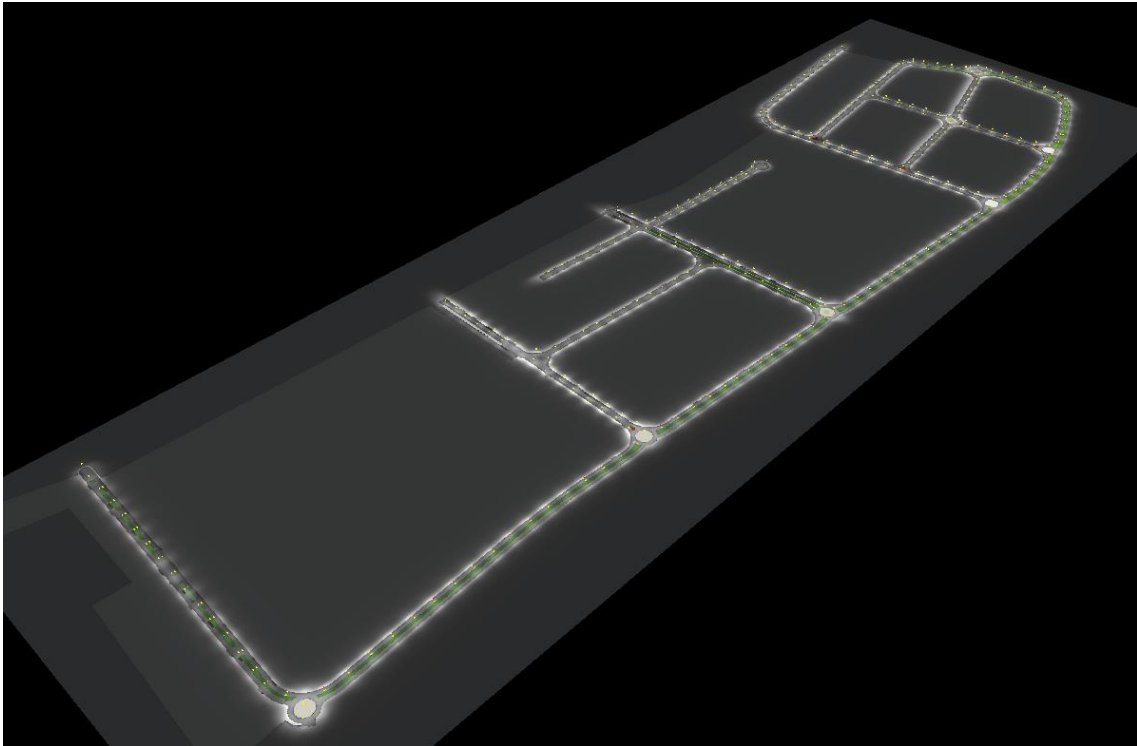


Ilustración 16: Escena Global

La escena global posee una iluminancia media de 13lx y su flujo hemisférico superior instalado (FHS_{INST}), al cual hace referencia el ITC-EA-03 Resplandor luminoso nocturno y luz intrusa o molesta, es del 0,0%. Muy por debajo del límite para las áreas de brillo o luminosidad baja E2 en la que nos encontramos ($FHS_{INST} \leq 5\%$)

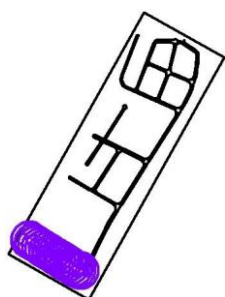
Anexo 2: Lista de coordenadas de las luminarias.

En este anexo se indican las coordenadas de cada una de las luminarias de la instalación para su colocación en obra. Estas coordenadas están referidas a un centro de coordenadas X=0 Y=0 que corresponde al punto (39°32'29.9"N, 0°18'28.8"W) del Google Maps, transformado en coordenadas globales UTM al punto del HUSO:30 X:731344,1 m Y:4380421,5 m Este punto está marcado en el Anexo 5: Plano 1 y se encuentra en la calle Fila.

Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP620 T25 1 xLED64-4S/740 DN10

5760 lm, 44.0 W, 1 x 1 x LED64-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

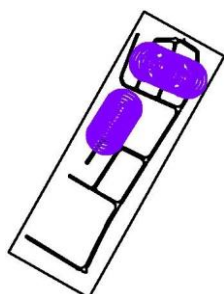


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-528.405	-998.908	12.000	0.0	0.0	148.1
2	-562.652	-977.581	12.000	0.0	0.0	148.1
3	-596.898	-956.253	12.000	0.0	0.0	148.1
4	-631.144	-934.926	12.000	0.0	0.0	148.1
5	-665.390	-913.598	12.000	0.0	0.0	148.1
6	-699.636	-892.271	12.000	0.0	0.0	148.1
7	-733.883	-870.943	12.000	0.0	0.0	148.1
8	-768.129	-849.616	12.000	0.0	0.0	148.1
9	-802.375	-828.288	12.000	0.0	0.0	148.1
10	-531.195	-1003.286	12.000	0.0	0.0	148.1
11	-565.419	-981.988	12.000	0.0	0.0	148.1
12	-599.643	-960.690	12.000	0.0	0.0	148.1
13	-633.867	-939.392	12.000	0.0	0.0	148.1
14	-668.092	-918.094	12.000	0.0	0.0	148.1
15	-702.316	-896.796	12.000	0.0	0.0	148.1
16	-736.540	-875.498	12.000	0.0	0.0	148.1
17	-770.764	-854.200	12.000	0.0	0.0	148.1
18	-804.988	-832.901	12.000	0.0	0.0	148.1
19	-373.264	-1096.263	12.000	0.0	0.0	-30.0
20	-339.000	-1105.300	12.000	0.0	0.0	0.0
21	-339.117	-1110.295	12.000	0.0	0.0	180.0
22	-499.069	-1017.082	12.000	0.0	0.0	-32.0
23	-465.323	-1038.161	12.000	0.0	0.0	-32.0
24	-431.577	-1059.239	12.000	0.0	0.0	-32.0
25	-397.831	-1080.318	12.000	0.0	0.0	-32.0

26	-375.746	-1100.140	12.000	0.0	0.0	150.0
27	-502.018	-1021.759	12.000	0.0	0.0	148.2
28	-468.273	-1042.653	12.000	0.0	0.0	148.2
29	-434.527	-1063.547	12.000	0.0	0.0	148.2
30	-400.782	-1084.441	12.000	0.0	0.0	148.2
31	-835.647	-807.544	12.000	0.0	0.0	-30.0
32	-838.488	-812.456	12.000	0.0	0.0	150.0

PHILIPS BGP620 T25 1 xLED69-4S/740 DN11 BL1

4900 lm, 47.5 W, 1 x 1 x LED69-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

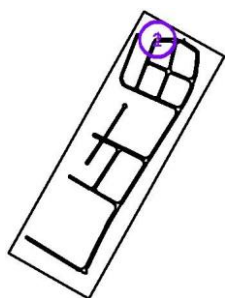


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-96.999	173.342	9.000	0.0	0.0	57.7
2	-78.121	203.181	9.000	0.0	0.0	57.7
3	-59.242	233.021	9.000	0.0	0.0	57.7
4	-40.364	262.860	9.000	0.0	0.0	57.7
5	-21.485	292.700	9.000	0.0	0.0	57.7
6	-2.607	322.539	9.000	0.0	0.0	57.7
7	16.272	352.379	9.000	0.0	0.0	57.7
8	35.150	382.218	9.000	0.0	0.0	57.7
9	54.029	412.058	9.000	0.0	0.0	57.7
10	72.907	441.898	9.000	0.0	0.0	57.7
11	-109.664	180.931	9.000	0.0	0.0	-122.4
12	-90.746	210.745	9.000	0.0	0.0	-122.4
13	-71.828	240.560	9.000	0.0	0.0	-122.4
14	-52.910	270.374	9.000	0.0	0.0	-122.4
15	-33.992	300.188	9.000	0.0	0.0	-122.4
16	-15.074	330.003	9.000	0.0	0.0	-122.4
17	3.844	359.817	9.000	0.0	0.0	-122.4
18	22.762	389.632	9.000	0.0	0.0	-122.4
19	41.680	419.446	9.000	0.0	0.0	-122.4
20	60.598	449.261	9.000	0.0	0.0	-122.4
21	700.811	732.404	9.000	0.0	0.0	180.0
22	696.666	713.939	9.000	0.0	0.0	-35.0
23	537.849	801.250	9.000	0.0	0.0	140.0

24	530.678	785.823	9.000	0.0	0.0	-15.0
25	468.869	813.278	9.000	0.0	0.0	-35.0
26	474.657	826.620	9.000	0.0	0.0	160.0
27	307.774	876.330	9.000	0.0	0.0	5.0
28	316.550	901.099	9.000	0.0	0.0	120.0
29	568.967	785.625	9.000	0.0	0.0	156.9
30	601.632	771.670	9.000	0.0	0.0	156.9
31	634.296	757.715	9.000	0.0	0.0	156.9
32	666.961	743.760	9.000	0.0	0.0	156.9
33	565.089	771.970	9.000	0.0	0.0	-23.8
34	597.460	757.866	9.000	0.0	0.0	-23.8
35	629.831	743.762	9.000	0.0	0.0	-23.8
36	662.201	729.659	9.000	0.0	0.0	-23.8
37	335.164	871.413	9.000	0.0	0.0	-23.7
38	368.603	856.952	9.000	0.0	0.0	-23.7
39	402.042	842.492	9.000	0.0	0.0	-23.7
40	435.481	828.031	9.000	0.0	0.0	-23.7
41	340.534	884.775	9.000	0.0	0.0	156.6
42	373.972	870.315	9.000	0.0	0.0	156.6
43	407.411	855.854	9.000	0.0	0.0	156.6

PHILIPS BGP620 T25 1 xLED90-4S/740 DM10

7650 lm, 61.0 W, 1 x 1 x LED90-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

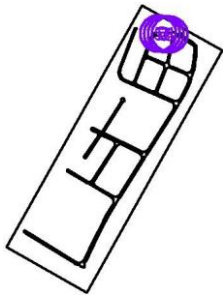


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	395.921	1115.312	12.000	0.0	0.0	-165.0
2	397.207	1102.706	12.000	0.0	0.0	5.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP620 T25 1 xLED90-4S/740 DN10

8010 lm, 61.0 W, 1 x 1 x LED90-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

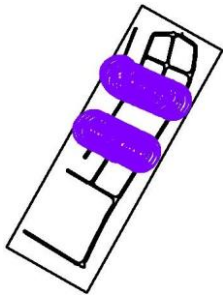


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	425.853	1110.942	12.000	0.0	0.0	-3.6
2	462.218	1108.682	12.000	0.0	0.0	-3.6
3	498.583	1106.422	12.000	0.0	0.0	-3.6
4	534.948	1104.163	12.000	0.0	0.0	-3.6
5	425.428	1105.502	12.000	0.0	0.0	176.6
6	461.802	1103.311	12.000	0.0	0.0	176.6
7	498.176	1101.119	12.000	0.0	0.0	176.6
8	534.550	1098.927	12.000	0.0	0.0	176.6

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP620 T25 1 xLED99-4S/740 DN10

8900 lm, 68.0 W, 1 x 1 x LED99-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	561.236	449.489	9.000	0.0	0.0	-40.0
2	568.170	464.009	9.000	0.0	0.0	162.1
3	529.175	465.090	9.000	0.0	0.0	-23.2
4	495.606	479.509	9.000	0.0	0.0	-23.2
5	462.036	493.927	9.000	0.0	0.0	-23.2
6	428.467	508.345	9.000	0.0	0.0	-23.2
7	535.465	478.268	9.000	0.0	0.0	156.8
8	501.790	492.732	9.000	0.0	0.0	156.8
9	468.114	507.196	9.000	0.0	0.0	156.8
10	434.438	521.659	9.000	0.0	0.0	156.8
11	44.474	42.085	11.000	0.0	0.0	15.0
12	5.711	56.039	11.000	0.0	0.0	-75.0
13	58.599	75.972	11.000	0.0	0.0	154.2
14	22.185	93.551	11.000	0.0	0.0	154.2
15	-14.229	111.130	11.000	0.0	0.0	154.2
16	-50.643	128.709	11.000	0.0	0.0	154.2
17	-87.056	146.289	11.000	0.0	0.0	154.2
18	-123.470	163.868	11.000	0.0	0.0	154.2
19	-159.884	181.447	11.000	0.0	0.0	154.2
20	-196.297	199.026	11.000	0.0	0.0	154.2
21	-11.124	79.733	11.000	0.0	0.0	-26.1
22	-46.775	97.178	11.000	0.0	0.0	-26.1
23	-82.426	114.623	11.000	0.0	0.0	-26.1
24	-118.077	132.067	11.000	0.0	0.0	-26.1
25	-184.739	164.298	11.000	0.0	0.0	-25.7
26	-220.560	181.533	11.000	0.0	0.0	-25.7
27	-154.630	145.754	11.000	0.0	0.0	-65.0
28	393.700	523.264	9.000	0.0	0.0	-23.3

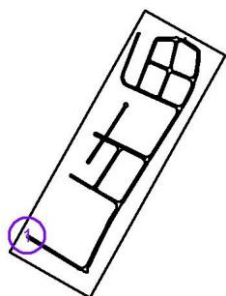
Total / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	357.356	538.900	9.000	0.0	0.0	-23.3
30	321.012	554.536	9.000	0.0	0.0	-23.3
31	284.667	570.172	9.000	0.0	0.0	-23.3
32	248.323	585.808	9.000	0.0	0.0	-23.3
33	211.979	601.444	9.000	0.0	0.0	-23.3
34	175.635	617.080	9.000	0.0	0.0	-23.3
35	139.290	632.716	9.000	0.0	0.0	-23.3
36	102.946	648.352	9.000	0.0	0.0	-23.3
37	399.504	538.245	9.000	0.0	0.0	157.0
38	362.585	552.317	9.000	0.0	0.0	157.0
39	326.590	568.564	9.000	0.0	0.0	157.0
40	290.189	583.856	9.000	0.0	0.0	157.0
41	253.962	599.559	9.000	0.0	0.0	157.0
42	217.802	615.419	9.000	0.0	0.0	157.0
43	145.121	646.289	9.000	0.0	0.0	157.0
44	108.781	661.724	9.000	0.0	0.0	157.0
45	85.448	675.552	11.000	0.0	0.0	132.0
46	76.008	664.174	11.000	0.0	0.0	-43.0
47	42.301	719.716	9.000	0.0	0.0	-78.0
48	56.553	723.100	9.000	0.0	0.0	102.0
49	66.796	696.970	9.000	0.0	0.0	122.0
50	53.229	690.943	9.000	0.0	0.0	-58.0
51	176.260	643.464	9.000	0.0	0.0	-158.0
52	267.765	-25.465	11.000	0.0	0.0	154.2
53	232.367	-8.370	11.000	0.0	0.0	154.2
54	196.969	8.725	11.000	0.0	0.0	154.2
55	161.570	25.820	11.000	0.0	0.0	154.2
56	126.172	42.915	11.000	0.0	0.0	154.2
57	90.774	60.010	11.000	0.0	0.0	154.2
58	220.479	-31.304	11.000	0.0	0.0	-25.7
59	184.729	-14.063	11.000	0.0	0.0	-25.7
60	148.980	3.179	11.000	0.0	0.0	-25.7
61	113.230	20.420	11.000	0.0	0.0	-25.7
62	77.481	37.661	11.000	0.0	0.0	-25.7
63	251.996	-50.497	11.000	0.0	0.0	-50.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED69-4S/740 DX51

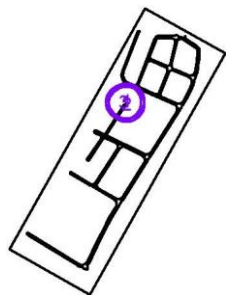
3850 lm, 47.5 W, 1 x 1 x LED69-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-867.814	-789.500	11.000	0.0	0.0	-125.0

PHILIPS BGP621 T25 1 xLED79-4S/740 DX51

4320 lm, 56.0 W, 1 x 1 x LED79-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

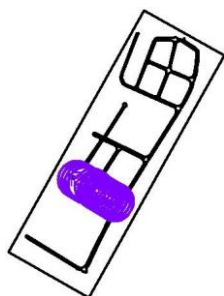


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	91.309	484.840	9.000	0.0	0.0	145.0
2	91.306	453.729	9.000	0.0	0.0	35.0
3	63.321	471.954	9.000	0.0	0.0	-100.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED120-4S/740 DN10

10800 lm, 76.0 W, 1 x 1 x LED120-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

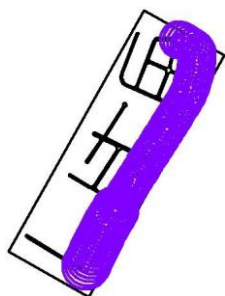


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-197.721	-333.215	11.000	0.0	0.0	105.0
2	-193.215	-367.647	9.000	0.0	0.0	-35.0
3	-226.257	-315.359	11.000	0.0	0.0	-170.0
4	-289.876	-293.102	9.000	0.0	0.0	149.5
5	-320.421	-275.140	9.000	0.0	0.0	149.5
6	-350.966	-257.178	9.000	0.0	0.0	149.5
7	-381.512	-239.216	9.000	0.0	0.0	149.5
8	-296.328	-305.849	11.000	0.0	0.0	149.6
9	-326.883	-287.904	11.000	0.0	0.0	149.6
10	-357.438	-269.959	11.000	0.0	0.0	149.6
11	-387.993	-252.013	11.000	0.0	0.0	149.6
12	-12.101	-477.427	9.000	0.0	0.0	-50.0
13	-1.165	-459.240	9.000	0.0	0.0	165.0
14	-38.487	-457.489	9.000	0.0	0.0	-30.5
15	-69.123	-439.426	9.000	0.0	0.0	-30.5
16	-99.760	-421.362	9.000	0.0	0.0	-30.5
17	-130.396	-403.298	9.000	0.0	0.0	-30.5
18	-161.032	-385.235	9.000	0.0	0.0	-30.5
19	-30.584	-444.997	9.000	0.0	0.0	149.5
20	-61.526	-426.796	9.000	0.0	0.0	149.5
21	-92.467	-408.594	9.000	0.0	0.0	149.5
22	-123.409	-390.393	9.000	0.0	0.0	149.5
23	-154.350	-372.192	9.000	0.0	0.0	149.5
24	-184.451	-354.407	9.0000.0		0.0	150.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED129-4S/740 DN10

11570 lm, 82.0 W, 1 x 1 x LED129-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	766.400	1011.400	12.000	0.0	0.0	-45.0
2	762.700	1007.243	12.000	0.0	0.0	135.0
3	778.897	975.826	12.000	0.0	0.0	105.0
4	784.261	977.281	12.000	0.0	0.0	-75.0
5	785.114	938.946	12.000	0.0	0.0	-95.0
6	779.591	939.165	12.000	0.0	0.0	85.0
7	622.900	457.500	12.000	0.0	0.0	45.0
8	629.064	1094.754	12.000	0.0	0.0	-15.0
9	599.109	1100.036	12.000	0.0	0.0	-5.0
10	627.770	1089.924	12.000	0.0	0.0	165.0
11	598.673	1095.055	12.000	0.0	0.0	175.0
12	665.175	1076.741	12.000	0.0	0.0	-32.4
13	699.328	1055.085	12.000	0.0	0.0	-32.4
14	733.481	1033.429	12.000	0.0	0.0	-32.4
15	661.944	1072.239	12.000	0.0	0.0	147.8
16	696.253	1050.596	12.000	0.0	0.0	147.8
17	730.562	1028.953	12.000	0.0	0.0	147.8
18	745.724	742.788	12.000	0.0	0.0	65.0
19	751.469	740.172	12.000	0.0	0.0	-110.0
20	771.375	820.224	12.000	0.0	0.0	-100.4
21	763.958	779.626	12.000	0.0	0.0	-100.4
22	766.305	821.066	12.000	0.0	0.0	79.4
23	758.794	780.893	12.000	0.0	0.0	79.4
24	782.068	900.112	12.000	0.0	0.0	-97.0
25	777.600	861.000	12.000	0.0	0.0	-97.0
26	776.943	900.826	12.000	0.0	0.0	83.1
27	772.036	861.655	12.000	0.0	0.0	83.1
28	626.283	453.594	12.0000.0		0.0	-130.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°] Y		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	644.851	490.325	12.000	0.0	0.0	62.9
30	664.700	525.300	12.000	0.0	0.0	62.9
31	683.200	562.100	12.000	0.0	0.0	67.9
32	700.754	599.519	12.000	0.0	0.0	62.9
33	649.133	487.849	12.000	0.0	0.0	-117.3
34	669.354	523.237	12.000	0.0	0.0	-117.3
35	688.265	559.969	12.000	0.0	0.0	-112.3
36	705.599	597.183	12.000	0.0	0.0	-117.3
37	727.743	676.005	12.000	0.0	0.0	85.0
38	734.195	675.415	12.000	0.0	0.0	-100.0
39	716.711	637.238	12.000	0.0	0.0	70.0
40	721.507	635.419	12.000	0.0	0.0	-110.0
41	590.233	406.100	12.000	0.0	0.0	80.0
42	594.840	404.844	12.000	0.0	0.0	-115.0
43	505.949	270.151	12.000	0.0	0.0	57.7
44	527.652	304.433	12.000	0.0	0.0	57.7
45	549.355	338.716	12.000	0.0	0.0	57.7
46	571.058	372.998	12.000	0.0	0.0	57.7
47	510.417	267.783	12.000	0.0	0.0	-122.4
48	532.075	301.920	12.000	0.0	0.0	-122.4
49	553.733	336.057	12.000	0.0	0.0	-122.4
50	575.392	370.193	12.000	0.0	0.0	-122.4
51	310.642	-32.552	12.000	0.0	0.0	45.0
52	315.000	-36.700	12.000	0.0	0.0	-130.0
53	333.017	-2.317	12.000	0.0	0.0	57.5
54	354.824	31.923	12.000	0.0	0.0	57.5
55	376.631	66.163	12.000	0.0	0.0	57.5
56	398.438	100.403	12.000	0.0	0.0	57.5
57	337.669	-5.358	12.000	0.0	0.0	-122.3
58	359.354	28.925	12.000	0.0	0.0	-122.3
59	381.039	63.208	12.000	0.0	0.0	-122.3
60	402.724	97.490	12.000	0.0	0.0	-122.3
61	419.516	133.684	12.000	0.0	0.0	57.6
62	441.226	167.945	12.000	0.0	0.0	57.6
63	462.935	202.206	12.000	0.0	0.0	57.6
64	484.645	236.467	12.000	0.0	0.0	57.6
65	423.806	130.751	12.000	0.0	0.0	-122.3
66	445.491	165.034	12.000	0.0	0.0	-122.3

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
67	467.176	199.317	12.000	0.0	0.0	-122.3
68	488.861	233.600	12.000	0.0	0.0	-122.3
69	276.371	-84.960	12.000	0.0	0.0	70.0
70	282.064	-86.700	12.000	0.0	0.0	-115.0
71	194.942	-220.843	12.000	0.0	0.0	57.6
72	216.630	-186.705	12.000	0.0	0.0	57.6
73	238.318	-152.567	12.000	0.0	0.0	57.6
74	260.007	-118.428	12.000	0.0	0.0	57.6
75	199.489	-223.390	12.000	0.0	0.0	-122.3
76	221.098	-189.244	12.000	0.0	0.0	-122.3
77	242.708	-155.099	12.000	0.0	0.0	-122.3
78	264.317	-120.954	12.000	0.0	0.0	-122.3
79	39.371	-461.431	12.000	0.0	0.0	40.0
80	43.576	-466.084	12.000	0.0	0.0	-130.0
81	65.578	-435.320	12.000	0.0	0.0	-122.3
82	87.233	-401.019	12.000	0.0	0.0	-122.3
83	108.889	-366.718	12.000	0.0	0.0	-122.3
84	130.545	-332.416	12.000	0.0	0.0	-122.3
85	60.924	-432.292	12.000	0.0	0.0	57.6
86	82.649	-398.055	12.000	0.0	0.0	57.6
87	104.375	-363.818	12.000	0.0	0.0	57.6
88	126.100	-329.580	12.000	0.0	0.0	57.6
89	143.199	-302.794	12.000	0.0	0.0	57.6
90	160.640	-275.300	12.000	0.0	0.0	57.6
91	178.081	-247.806	12.000	0.0	0.0	57.6
92	147.508	-305.780	12.000	0.0	0.0	-122.3
93	164.911	-278.201	12.000	0.0	0.0	-122.3
94	182.313	-250.623	12.000	0.0	0.0	-122.3
95	6.333	-512.881	12.000	0.0	0.0	70.0
96	12.220	-515.284	12.000	0.0	0.0	-115.0
97	-75.614	-650.873	12.000	0.0	0.0	58.1
98	-54.281	-616.268	12.000	0.0	0.0	58.1
99	-32.948	-581.662	12.000	0.0	0.0	58.1
100	-11.615	-547.057	12.000	0.0	0.0	58.1
101	-71.236	-653.581	12.000	0.0	0.0	-121.8
102	-49.792	-619.029	12.000	0.0	0.0	-121.8
103	-28.348	-584.477	12.000	0.0	0.0	-121.8
104	-6.903	-549.925	12.000	0.0	0.0	-121.8

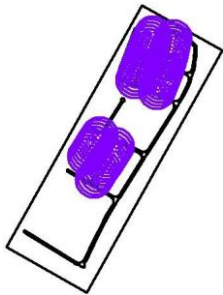
Total / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
105	-295.297	-1086.522	12.000	0.0	0.0	55.0
106	-291.263	-1089.603	12.000	0.0	0.0	-130.0
107	-275.622	-1054.308	12.000	0.0	0.0	64.4
108	-258.049	-1017.607	12.000	0.0	0.0	64.4
109	-240.477	-980.905	12.000	0.0	0.0	64.4
110	-222.905	-944.204	12.000	0.0	0.0	64.4
111	-271.029	-1056.604	12.000	0.0	0.0	-115.7
112	-253.460	-1020.041	12.000	0.0	0.0	-115.7
113	-235.891	-983.477	12.000	0.0	0.0	-115.7
114	-218.323	-946.914	12.000	0.0	0.0	-115.7
115	-205.161	-907.641	12.000	0.0	0.0	64.1
116	-187.370	-871.011	12.000	0.0	0.0	64.1
117	-169.580	-834.380	12.000	0.0	0.0	64.1
118	-151.790	-797.750	12.000	0.0	0.0	64.1
119	-200.404	-910.005	12.000	0.0	0.0	-115.8
120	-182.676	-873.346	12.000	0.0	0.0	-115.8
121	-164.948	-836.688	12.000	0.0	0.0	-115.8
122	-147.220	-800.029	12.000	0.0	0.0	-115.8
123	-129.767	-762.941	12.000	0.0	0.0	-117.2
124	-110.900	-726.300	12.000	0.0	0.0	-117.2
125	-92.033	-689.659	12.000	0.0	0.0	-117.2
126	-134.562	-760.519	12.000	0.0	0.0	62.5
127	-115.500	-723.900	12.000	0.0	0.0	62.5
128	-96.438	-687.281	12.000	0.0	0.0	62.5

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED139-4S/740 DM10

12460 lm, 90.0 W, 1 x 1 x LED139-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-193.813	-301.689	12.000	0.0	0.0	56.9
2	-174.468	-272.036	12.000	0.0	0.0	56.9
3	-155.352	-242.735	12.000	0.0	0.0	56.9
4	-135.990	-213.057	12.000	0.0	0.0	56.9
5	-116.629	-183.379	12.000	0.0	0.0	56.9
6	-97.268	-153.701	12.000	0.0	0.0	56.9
7	-77.906	-124.024	12.000	0.0	0.0	56.9
8	-58.545	-94.346	12.000	0.0	0.0	56.9
9	-40.193	-66.215	12.000	0.0	0.0	56.9
10	-20.022	-35.297	12.000	0.0	0.0	56.9
11	-0.744	-5.747	12.000	0.0	0.0	56.9
12	18.577	23.869	12.000	0.0	0.0	56.9
13	-272.556	-72.731	12.000	0.0	0.0	56.8
14	-253.212	-43.172	12.000	0.0	0.0	56.8
15	-234.546	-14.649	12.000	0.0	0.0	56.8
16	-215.315	14.852	12.000	0.0	0.0	56.8
17	-195.558	44.926	12.000	0.0	0.0	56.8
18	-175.682	75.298	12.000	0.0	0.0	56.8
19	-156.826	104.110	12.000	0.0	0.0	56.8
20	-136.990	132.312	12.000	0.0	0.0	41.8
21	194.959	659.606	12.000	0.0	0.0	-111.3
22	207.532	691.803	12.000	0.0	0.0	-111.3
23	220.105	724.001	12.000	0.0	0.0	-111.3
24	232.677	756.198	12.000	0.0	0.0	-111.3
25	245.250	788.395	12.000	0.0	0.0	-111.3
26	257.823	820.593	12.000	0.0	0.0	-111.3
27	270.395	852.790	12.000	0.0	0.0	-111.3
28	282.968	884.987	12.000	0.0	0.0	-111.3

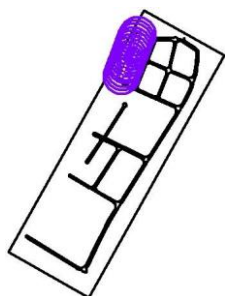
Total / Luminarias (lista de coordenadas)

N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
29	295.541	917.185	12.000	0.0	0.0	-111.3
30	308.113	949.382	12.000	0.0	0.0	-111.3
31	320.686	981.579	12.000	0.0	0.0	-111.3
32	333.259	1013.777	12.000	0.0	0.0	-111.3
33	345.831	1045.974	12.000	0.0	0.0	-111.3
34	358.404	1078.171	12.000	0.0	0.0	-111.3
35	372.371	1101.327	12.000	9.7	-2.6	-124.8
36	436.234	618.100	12.000	10.0	0.0	68.6
37	447.905	647.904	12.000	10.0	0.0	68.6
38	459.891	678.512	12.000	10.0	0.0	68.6
39	472.236	710.035	12.000	10.0	0.0	68.6
40	484.686	741.827	12.000	10.0	0.0	68.6
41	497.819	772.003	12.000	10.0	0.9	63.5
42	423.442	586.722	12.000	0.0	0.0	70.0
43	411.801	554.705	12.000	0.0	0.0	70.0
44	519.136	840.950	12.000	10.0	0.0	77.0
45	526.544	873.041	12.000	10.0	0.0	77.0
46	533.952	905.132	12.000	10.0	0.0	77.0
47	541.360	937.223	12.000	10.0	0.0	77.0
48	548.768	969.314	12.000	10.0	0.0	77.0
49	556.176	1001.405	12.000	10.0	0.0	77.0
50	563.584	1033.496	12.000	10.0	0.0	77.0
51	570.991	1065.587	12.000	10.0	0.0	77.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM10

18270 lm, 140.0 W, 1 x 1 x LED210-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

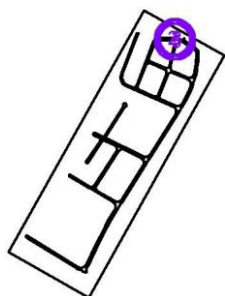


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	98.973	878.098	12.000	0.0	0.0	69.0
2	112.028	912.114	12.000	0.0	0.0	69.0
3	125.083	946.130	12.000	0.0	0.0	69.0
4	138.139	980.146	12.000	0.0	0.0	69.0
5	151.194	1014.161	12.000	0.0	0.0	69.0
6	164.166	1047.961	12.000	0.0	0.0	69.0
7	177.221	1081.977	12.000	0.0	0.0	69.0
8	190.215	1114.799	12.000	0.0	0.0	64.6
9	205.420	1146.772	12.000	0.0	0.0	64.6
10	52.331	747.274	12.000	0.0	0.0	85.0
11	61.845	781.359	12.000	0.0	0.0	69.0
12	74.900	815.375	12.000	0.0	0.0	69.0
13	87.955	849.390	12.000	0.0	0.0	69.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP625 T25 1 xLED220-4S/740 DW10

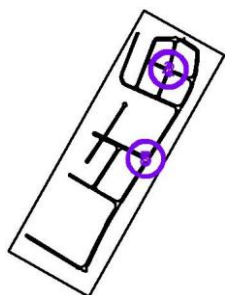
19580 lm, 150.0 W, 1 x 1 x LED220-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	567.473	1125.500	10.000	0.0	0.0	180.0
2	546.016	1114.616	10.000	0.0	0.0	-130.0
3	588.691	1114.231	10.000	0.0	0.0	135.0
4	548.430	1081.024	10.000	0.0	0.0	-40.0
5	583.802	1080.635	10.000	0.0	0.0	40.0

PHILIPS BGP625 T25 1 xLED240-4S/740 DW10

21360 lm, 152.0 W, 1 x 1 x LED240-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

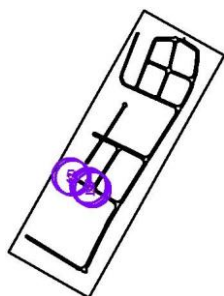


N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	509.383	793.220	9.000	0.0	0.0	-160.2
2	517.915	811.517	9.000	0.0	0.0	-70.2
3	499.617	820.050	9.000	0.0	0.0	19.8
4	491.085	801.752	9.000	0.0	0.0	109.8
5	290.054	-65.968	10.000	0.0	0.0	-155.0
6	296.068	-49.446	10.000	0.0	0.0	-65.0
7	279.546	-43.432	10.000	0.0	0.0	25.0
8	273.532	-59.954	10.000	0.0	0.0	115.0

Total / Luminarias (lista de coordenadas)

PHILIPS BGP625 T25 1 xLED280-4S/740 DM10

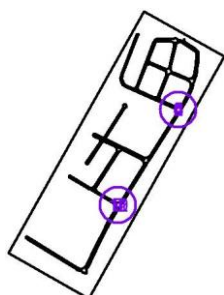
24640 lm, 180.0 W, 1 x 1 x LED280-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-223.355	-345.771	12.000	0.0	0.0	-30.0
2	-251.899	-331.018	12.000	0.0	0.0	-35.0
3	-268.083	-308.632	12.000	0.0	0.0	150.0
4	-413.875	-233.617	12.000	0.0	0.0	-30.0
5	-441.525	-217.405	12.000	0.0	0.0	-30.0

PHILIPS BVP650 T25 1 xLED260-4S/740 DX51

13260 lm, 174.0 W, 1 x 1 x LED260-4S/740 (Factor de corrección 1.000).

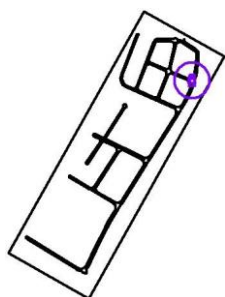


Nº	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	598.500	435.500	14.000	-7.4	0.0	0.0
2	598.500	435.500	14.000	-7.4	0.0	60.0
3	598.500	435.500	14.000	-7.4	0.0	120.0
4	598.500	435.500	14.000	-8.1	0.0	180.0
5	598.500	435.500	14.000	-7.4	0.0	-120.0
6	598.500	435.500	14.000	-7.4	0.0	-60.0
7	17.000	-483.300	14.000	-7.4	0.0	10.0
8	17.000	-483.300	14.000	-7.4	0.0	70.0
9	17.000	-483.300	14.000	-7.4	0.0	130.0

10	17.000	-483.300	14.000	-7.4	0.0	-170.0
11	17.000	-483.300	14.000	-7.4	0.0	-110.0
12	17.000	-483.300	14.000	-7.4	0.0	-50.0

PHILIPS BVP650 T25 1 xLED280-4S/740 DX51

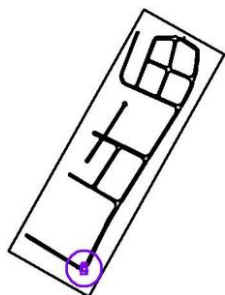
14280 lm, 190.0 W, 1 x 1 x LED280-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	730.200	714.000	14.000	-7.4	0.0	0.0
2	730.200	714.000	14.000	-7.4	0.0	60.0
3	730.200	714.000	14.000	-7.4	0.0	120.0
4	730.200	714.000	14.000	-8.1	0.0	180.0
5	730.200	714.000	14.000	-7.4	0.0	-120.0
6	730.200	714.000	14.000	-7.4	0.0	-60.0

PHILIPS BVP650 T25 1 xLED300-4S/740 DX51

15300 lm, 205.0 W, 1 x 1 x LED300-4S/740 (Factor de corrección 1.000).



N°	Posición [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	-310.000	-1116.600	14.000	-6.3	0.0	-5.0
2	-310.000	-1116.600	14.000	-6.3	0.0	55.0
3	-310.000	-1116.600	14.000	-6.3	0.0	115.0
4	-310.000	-1116.600	14.000	-6.3	0.0	175.0
5	-310.000	-1116.600	14.000	-6.3	0.0	-125.0
6	-310.000	-1116.600	14.000	-6.3	0.0	-65.0

Anexo 3: Resultados instalación eléctrica calculados mediante Cypelec.



1.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación consta de un cuadro general de distribución, con una protección general y protecciones en los circuitos derivados.

Su composición queda reflejada en el esquema unifilar correspondiente, en el documento de planos contando, al menos, con los siguientes dispositivos de protección:

- Un interruptor automático magnetotérmico general y para la protección contra sobreintensidades.
- Interruptores diferenciales para la protección contra contactos indirectos.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos para la protección de los circuitos derivados.

2.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	6.50
Potencia total demandada	6.50

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	varios varios	0.048 0.034	76 84	6.50	6.50
Otros usos	-	-	-	-	-

3.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

3.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6

3.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
c1	T	6.50	0.95	0.5	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 1000 mA; (S) Contadores Contador de activa RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
2x Tamarits	T	1.43	0.95	710.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Av Mediterraneo	T	1.82	0.95	675.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Tamarits	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Av Mediterraneo	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

4.- INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

La instalación de puesta a tierra de la obra se efectuará de acuerdo con la reglamentación vigente, concretamente lo especificado en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión en su Instrucción 18, quedando sujeta a la misma toma de tierra y los conductores de protección.

Tipo de electrodo	Geometría	Resistividad del terreno
Cuatro picas en línea	l = 2 m	50 Ohm·m

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior,
- perfil de acero dulce galvanizado de 60 mm de lado,
- barra de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tienen que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección discurrirán por la misma canalización sus correspondientes circuitos y presentarán las secciones exigidas por la Instrucción ITC-BT 18 del REBT.

5.- FÓRMULAS UTILIZADAS

5.1.- Intensidad máxima admisible

En el cálculo de las instalaciones se comprobará que las intensidades máximas de las líneas son inferiores a las admitidas por el Reglamento de Baja Tensión, teniendo en cuenta los factores de corrección según el tipo de instalación y sus condiciones particulares.



1. Intensidad nominal en servicio monofásico:

$$I_n = \frac{P}{U_f \cdot \cos \varphi}$$

2. Intensidad nominal en servicio trifásico:

$$I_n = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_l \cdot \cos \varphi}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- In: Intensidad nominal del circuito en A
- P: Potencia en W
- Uf: Tensión simple en V
- Ul: Tensión compuesta en V
- cos(phi): Factor de potencia

5.2.- Caída de tensión

Tipo de instalación: Instalación general.

Tipo de esquema: Desde acometida.

La caída de tensión no superará el siguiente valor:

- Derivación individual: 1,5%

En circuitos interiores de la instalación, la caída de tensión no superará un porcentaje del 3% de la tensión nominal para circuitos de alumbrado y del 5% para el resto de circuitos, siendo admisible la compensación de caída de tensión junto con las correspondientes derivaciones individuales, de manera que conjuntamente no se supere un porcentaje del 4,5% de la tensión nominal para los circuitos de alumbrado y del 6,5% para el resto de circuitos.

Las fórmulas empleadas serán las siguientes:

1. C.d.t. en servicio monofásico

Despreciando el término de reactancia, dado el elevado valor de R/X, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = 2 \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

2. C.d.t en servicio trifásico

Despreciando también en este caso el término de reactancia, la caída de tensión viene dada por:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot R \cdot I_n \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$



Los valores conocidos de resistencia de los conductores están referidos a una temperatura de 20°C.

Los conductores empleados serán de cobre o aluminio, siendo los coeficientes de variación con la temperatura y las resistividades a 20°C los siguientes:

– Cobre

– Aluminio

– Se establecen tres criterios para la corrección de la resistencia de los conductores y por tanto del cálculo de la caída de tensión, en función de la temperatura a considerar.

– Los tres criterios son los siguientes:

– a) Considerando la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

– En este caso, para calcular la resistencia real del cable se considerará la máxima temperatura que soporta el conductor en condiciones de régimen permanente.

– Se aplicará la fórmula siguiente:

– La temperatura 'Tmax' depende de los materiales aislantes y corresponderá con un valor de 90°C para conductores con aislamiento XLPE y EPR y de 70°C para conductores de PVC según tabla 2 de la ITC BT-07 (Reglamento electrotécnico de baja tensión).

– b) Considerando la temperatura máxima prevista de servicio del cable.

– Para calcular la temperatura máxima prevista de servicio se considerará que su incremento de temperatura (T) respecto a la temperatura ambiente T_0 (25 °C para cables enterrados y 40°C para cables al aire) es proporcional al cuadrado del valor eficaz de la intensidad, por lo que:

En este caso la resistencia corregida a la temperatura máxima prevista de servicio será:

c) Considerando la temperatura ambiente según el tipo de instalación.

En este caso, para calcular la resistencia del cable se considerará la temperatura ambiente T_0 , que corresponderá con 25°C para cables enterrados y 40°C para cables al aire, de acuerdo con la fórmula:

En las tablas de resultados de cálculo se especifica el criterio empleado para las diferentes líneas.

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

– In: Intensidad nominal del circuito en A

– Iz: Intensidad admisible del cable en A.



- P: Potencia en W
- cos(phi): Factor de potencia
- S: Sección en mm²
- L: Longitud en m
- ro: Resistividad del conductor en ohm·mm²/m
- alpha: Coeficiente de variación con la temperatura

5.3.- Intensidad de cortocircuito

Entre Fases:

$$I_{cc} = \frac{U_l}{\sqrt{3} \cdot Z_t}$$

Fase y Neutro:

$$I_{cc} = \frac{U_f}{2 \cdot Z_t}$$

En las fórmulas se han empleado los siguientes términos:

- Ul: Tensión compuesta en V
- Uf: Tensión simple en V
- Zt: Impedancia total en el punto de cortocircuito en mohm
- Icc: Intensidad de cortocircuito en kA

La impedancia total en el punto de cortocircuito se obtendrá a partir de la resistencia total y de la reactancia total de los elementos de la red hasta el punto de cortocircuito:

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

Siendo:

- Rt = R1 + R2 + ... + Rn: Resistencia total en el punto de cortocircuito.
- Xt = X1 + X2 + ... + Xn: Reactancia total en el punto de cortocircuito.

Los dispositivos de protección deberán tener un poder de corte mayor o igual a la intensidad de cortocircuito prevista en el punto de su instalación, y deberán actuar en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por los cables no supere la máxima permitida por el conductor.

Para que se cumpla esta última condición, la curva de actuación de los interruptores automáticos debe estar por debajo de la curva térmica del conductor, por lo que debe cumplirse la siguiente condición:

$$I^2 \cdot t \leq C \cdot \Delta T \cdot S^2$$

para 0,01 ≤ t ≤ 0,1 s, y donde:

- I: Intensidad permanente de cortocircuito en A.
- t: Tiempo de desconexión en s.
- C: Constante que depende del tipo de material.
- incrementoT: Sobretemperatura máxima del cable en °C.
- S: Sección en mm²



Se tendrá también en cuenta la intensidad mínima de cortocircuito determinada por un cortocircuito fase - neutro y al final de la línea o circuito en estudio.

Dicho valor se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a cortocircuito, ya que es condición imprescindible que dicha intensidad sea mayor o igual que la intensidad del disparador electromagnético. En el caso de usar fusibles para la protección del cortocircuito, su intensidad de fusión debe ser menor que la intensidad soportada por el cable sin dañarse, en el tiempo que tarde en saltar. En todo caso, este tiempo siempre será inferior a 5 seg.

6.- CÁLCULOS

6.1.- Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
c1	T	6.50	0.95	0.5	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	9.9	0.01	0.01
2x Tamarits	T	1.43	0.95	710.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	2.2	1.24	1.25
2x Av Mediterraneo	T	1.82	0.95	675.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	2.8	1.51	1.52

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Tamarits	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

6.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$



Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- Iuso = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- In = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- Iz = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- Itc = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P Calc = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc \text{ máx}}: T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc \text{ mín}}: T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
c1	6.50	T	9.9	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	57.6	64.0	83.5
				M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)		52.0	
2x Tamarits	1.43	T	2.2	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x Av Mediterraneo	1.82	T	2.8	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
c1	T	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 5.5	< 0.1 < 0.1	- -



Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
		M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0			
2x Tamarits	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.0	< 0.1 >= 5	- 0.10
2x Av Mediterraneo	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.0	< 0.1 >= 5	- 0.10

REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:

Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
c1	T	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 10 x Ir

siendo:

- Ir = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- Iccr = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.

7.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

7.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 100 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{Re}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

7.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm



7.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
c1	T	9.9	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 1000 mA; (S)	19.346	1.000
2x Tamarits	T	2.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
2x Av Mediterraneo	T	2.8	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- Idef = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
c1	T	9.9	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 1000 mA; (S)	0.500	0.104
2x Tamarits	T	2.2	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.027
2x Av Mediterraneo	T	2.8	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.025

8.- Mediciones

Medición de líneas

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm ² . Unipolar	11082.5
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 16 mm ² . Unipolar	2770.0

Medición de canalizaciones

Material	Longitud (m)
Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 90 mm	1385

Medición de protecciones

Fusibles	Cantidad
IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3



Magnetotérmicos		Cantidad
M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tetrapolar		1
ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 Tetrapolar		4
	Diferenciales	Cantidad
	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 1000 mA; (S) Tripolar-Tetrapolar	1
	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	4



1.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	7.08
Potencia total demandada	7.08

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	varios	0.090	20	7.08	7.08
	C-1	0.068	12		
	C-1	0.064	16		
	C-1	0.049	12		
	C-1	0.047	12		
	varios	0.068	26		
	C-1	0.048	11		
Otros usos	-	-	-	-	-

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6

2.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
c1	T	7,08	0.95	0.5	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
2xFila	T	1.84	0.95	450.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
2x av Mar 1	T	0.63	0.95	205.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x av Mar 2	T	1.07	0.95	270.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Fila	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
av Mar 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
av Mar 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

2.3.- Cuadros secundarios y composiciónFila

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
2x Robells 1	T	0.51	0.95	285.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Robells 2	T	0.28	0.95	210.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Robells 3	T	0.24	0.95	225.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Robells 4	T	0.27	0.95	220.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

av Mar 1

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Turia	T	0.36	0.95	245.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Av Mar	T	0.10	0.95	20.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

av Mar 2

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Noria 1	T	0.29	0.95	400.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Noria 2	T	0.26	0.95	360.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Av Mar	T	0.10	0.95	85.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Fila

Esquemas	Tipo de instalación
Robells 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Robells 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Robells 3	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Robells 4	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

av Mar 1

Esquemas	Tipo de instalación
Turia	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Av Mar	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

av Mar 2

Esquemas	Tipo de instalación
Noria 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Noria 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Av Mar	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

3.- CÁLCULOS**3.1.- Sección de las líneas**

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
c1	T	3.54	0.95	0.5	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	5.4	0	0.00
Fila	T	1.84	0.95	450.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	2.8	1.74	1.74
av Mar 1	T	0.63	0.95	205.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	1.0	0.28	0.28
av Mar 2	T	1.07	0.95	270.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	1.6	0.57	0.58

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Fila	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
av Mar 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
av Mar 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80



Cuadros secundarios y composición

Fila

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Robells 1	T	0.51	0.95	285.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.8	0.18	1.92
Robells 2	T	0.28	0.95	210.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.4	0.07	1.82
Robells 3	T	0.24	0.95	225.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.4	0.07	1.81
Robells 4	T	0.27	0.95	220.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.4	0.07	1.82

av Mar 1

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Turia	T	0.36	0.95	245.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.5	0.11	0.39
Av Mar	T	0.10	0.95	20.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.2	0	0.28

av Mar 2

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Noria 1	T	0.29	0.95	400.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.4	0.14	0.72
Noria 2	T	0.26	0.95	360.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.4	0.12	0.69
Av Mar	T	0.10	0.95	85.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.2	0.01	0.59

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

Fila

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Robells 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Robells 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Robells 3	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Robells 4	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

av Mar 1

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Turia	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Av Mar	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

av Mar 2

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Noria 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Noria 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Av Mar	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80



3.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{uso} = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P Calc = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc} \text{ máx: } T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc} \text{ mín: } T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
c1	7,08	T	10,8	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	57.6	64.0	83.5
				M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)		52.0	
2x Fila	1.84	T	2.8	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5



Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
2x av Mar 1	0.63	T	1.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x av Mar 2	1.07	T	1.6	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
c1	T	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 5.5	< 0.1 >= 5	- -
		M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0			
Fila	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
av Mar 1	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
av Mar 2	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10

Cuadros secundarios y composición

Fila

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Robells 1	0.51	T	0.8	-	57.6	-	83.5
Robells 2	0.28	T	0.4	-	57.6	-	83.5
Robells 3	0.24	T	0.4	-	57.6	-	83.5
Robells 4	0.27	T	0.4	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Robells 1	T	-	-	-	0.1 0.0	>= 5 >= 5	- -
Robells 2	T	-	-	-	0.1 0.0	>= 5 >= 5	- -
Robells 3	T	-	-	-	0.1 0.0	>= 5 >= 5	- -
Robells 4	T	-	-	-	0.1 0.0	>= 5 >= 5	- -

av Mar 1

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Turia	0.36	T	0.5	-	57.6	-	83.5
Av Mar	0.10	T	0.2	-	57.6	-	83.5



Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Turia	T	-	-	-	0.3 0.1	>= 5 >= 5	- -
Av Mar	T	-	-	-	0.3 0.1	>= 5 >= 5	- -

av Mar 2

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Noria 1	0.29	T	0.4	-	57.6	-	83.5
Noria 2	0.26	T	0.4	-	57.6	-	83.5
Av Mar	0.10	T	0.2	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Noria 1	T	-	-	-	0.2 0.0	>= 5 >= 5	- -
Noria 2	T	-	-	-	0.2 0.0	>= 5 >= 5	- -
Av Mar	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -

REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:

Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
c1	T	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 10 x Ir

siendo:

- Ir = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- Iccr = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.

4.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

4.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 100 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$



siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

4.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

4.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
c1	T	10.8	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	19.346	0.300
Fila	T	2.8	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
av Mar 1	T	1.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
av Mar 2	T	1.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- Idef = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
c1	T	10.8	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.112



Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
Fila	T	2.8	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.052
av Mar 1	T	1.0	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.018
av Mar 2	T	1.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.042

5.- MEDICIONES

Medición de líneas

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm ² . Unipolar	23805.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 16 mm ² . Unipolar	5950.0

Medición de canalizaciones

Material	Longitud (m)
Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 90 mm	2975.5

Medición de protecciones

Fusibles	Cantidad
IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3
Magnetotérmicos	Cantidad
M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tetrapolar	1
ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 Tetrapolar	6
Diferenciales	Cantidad
M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S) Tripolar-Tetrapolar	1
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	6



1.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	7.04
Potencia total demandada	7.04

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	varios	0.099	32	7.04	7.04
	varios	0.089	8		
	varios	0.068	6		
	varios	0.053	6		
	varios	0.042	58		
Otros usos	-	-	-	-	-

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6

2.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
c3	T	7.04	0.95	0.5	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
2x Av Mar 1	T	0.20	0.95	250.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x R3	T	1.73	0.95	60.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x R4	T	1.58	0.95	545.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
c3	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Av Mar 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
R3	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
R4	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

2.3.- Cuadros secundarios y composición**2x R3**

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Av Mediterraneo	T	1.22	0.95	285.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Av Mar	T	0.36	0.95	220.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

R3

Esquemas	Tipo de instalación
Av Mediterraneo	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Av Mar	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W



3.- CÁLCULOS

3.1.- Sección de las líneas

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
c3	T	7.04	0.95	0.5	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	10.7	0.01	0.01
2x Av Mar 1	T	0.20	0.95	250.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.3	0.06	0.07
2x R3	T	1.73	0.95	60.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	2.6	0.24	0.25
2x R4	T	1.58	0.95	545.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	2.4	1.06	1.07

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
c3	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Av Mar 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
R3	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
R4	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

Cuadros secundarios y composición

R3

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Av Mediterraneo	T	1.22	0.95	285.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	1.9	0.43	0.68
Av Mar	T	0.36	0.95	220.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.5	0.1	0.35



Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

R3

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Av Mediterraneo	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Av Mar	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

3.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{uso} = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P Calc = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc} \text{ máx: } T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc} \text{ mín: } T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:



Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
c3	7.04	T	10.7	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	57.6	64.0	83.5
				M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)		52.0	
2x Av Mar 1	0.20	T	0.3	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x R3	1.73	T	2.6	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x R4	1.58	T	2.4	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
c3	T	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 5.5	< 0.1 < 0.1	- -
		M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0			
Av Mar 1	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
R3	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.5	< 0.1 3.51	- 0.10
R4	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10

Cuadros secundarios y composición

R3

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
Av Mediterraneo	1.22	T	1.9	-	57.6	-	83.5
Av Mar	0.36	T	0.5	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	T _{cable} CC máx CC mín (s)	T _p CC máx CC mín (s)
Av Mediterraneo	T	-	-	-	0.9 0.1	0.88 >= 5	- -
Av Mar	T	-	-	-	0.9 0.1	0.88 >= 5	- -

REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:

Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
c3	T	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 10 x Ir



siendo:

- Ir = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- Iccr = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.

4.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA

4.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 100 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

4.2.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
c3	T	10.7	M-G Vigicomcompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	19.346	0.300
2x Av Mar 1	T	0.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
2x R3	T	2.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
2x R4	T	2.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- Idef = Intensidad de defecto calculada.



– Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
c3	T	10.7	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.103
2x Av Mar 1	T	0.3	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.009
2x R3	T	2.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.021
2x R4	T	2.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.021

5.- MEDICIONES

Medición de líneas

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm ² . Unipolar	10882.5
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 16 mm ² . Unipolar	2720.0

Medición de canalizaciones

Material	Longitud (m)
Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 90 mm	1360,25

Medición de protecciones

Fusibles	Cantidad
IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3
Magnetotérmicos	Cantidad
M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tetrapolar	1
ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 Tetrapolar	6
Diferenciales	Cantidad
M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S) Tripolar-Tetrapolar	1
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	6



1.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	7.01
Potencia total demandada	7.01

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	varios	0.082	14	7.01	7.01
	varios	0.068	28		
	varios	0.061	32		
	varios	0.048	18		
	varios	0.044	26		
Otros usos	-	-	-	-	-

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 5 G 6

2.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
c1	T	7.01	0.96	0.5	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²
2x R5	T	1.96	0.96	225.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x R7	T	1.55	0.95	300.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
R5	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
R7	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

2.3.- Cuadros secundarios y composición2x R5

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Senyera 1	T	0.20	0.95	215.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Senyera 2	T	0.20	1.00	220.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
Av Mediterraneo	T	0.57	0.95	285.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

2x R7

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
Jaume I	T	0.43	0.95	275.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
R7-Cid	T	0.57	0.95	250.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

**Canalizaciones**

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

R5

Esquemas	Tipo de instalación
Senyera 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Senyera 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Av Mediterraneo	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

R7

Esquemas	Tipo de instalación
Jaume I	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
R7-Cid	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

3.- CÁLCULOS**3.1.- Sección de las líneas**

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
c1	T	7.01	0.96	0.5	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	10.6	0.01	0.01
2x R5	T	1.96	0.96	225.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	2.9	0.81	0.82
2x R7	T	1.55	0.95	300.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	2.4	0.94	0.95

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80



Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
R5	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
R7	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

Cuadros secundarios y composición

2x R5

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Senyera 1	T	0.20	0.95	215.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.3	0.05	0.87
Senyera 2	T	0.20	1.00	220.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.3	0.06	0.88
Av Mediterraneo	T	0.57	0.95	285.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.9	0.2	1.02

2x R7

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Jaume I	T	0.43	0.95	275.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.7	0.15	1.09
R7-Cid	T	0.57	0.95	250.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.9	0.18	1.12

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

R5

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Senyera 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Senyera 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Av Mediterraneo	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

R7

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Jaume I	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
R7-Cid	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - Tª: 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

3.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{uso} = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.



Otros datos de la tabla son:

- P Calc = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc \text{ máx}}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc \text{ máx}}: T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc \text{ mín}}: T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	I uso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
c1	7.01	T	10.6	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	57.6	64.0	83.5
				M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)		52.0	
2x R5	1.96	T	2.9	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x R7	1.55	T	2.4	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
c1	T	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 5.5	< 0.1 < 0.1	- -
		M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0			
2x R5	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
2x R7	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10



Cuadros secundarios y composición

2x R5

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Senyera 1	0.20	T	0.3	-	57.6	-	83.5
Senyera 2	0.20	T	0.3	-	57.6	-	83.5
Av Mediterraneo	0.57	T	0.9	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Senyera 1	T	-	-	-	0.3 0.1	>= 5 >= 5	- -
Senyera 2	T	-	-	-	0.3 0.1	>= 5 >= 5	- -
Av Mediterraneo	T	-	-	-	0.3 0.1	>= 5 >= 5	- -

2x R7

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Jaume I	0.43	T	0.7	-	57.6	-	83.5
R7-Cid	0.57	T	0.9	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Jaume I	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -
R7-Cid	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -

REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:

Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
c1	T	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 10 x Ir

siendo:

- Ir = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- Iccr = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.

4.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA**4.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas**

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.



Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 100 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

4.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

4.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	I _{def} (A)	Sensibilidad (A)
c1	T	10.6	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	19.346	0.300
2x R5	T	2.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
2x R7	T	2.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- I_{def} = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.

Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.



Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
c1	T	10.6	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.133
2x R5	T	2.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.036
2x R7	T	2.4	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.031

5.- MEDICIONES

Medición de líneas

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm ² . Unipolar	14162.5
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 16 mm ² . Unipolar	3540.0

Medición de canalizaciones

Material	Longitud (m)
Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 90 mm	1770.25

Medición de protecciones

Fusibles	Cantidad
IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3
Magnetotérmicos	Cantidad
M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tetrapolar	1
ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 Tetrapolar	4
Diferenciales	Cantidad
M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S) Tripolar-Tetrapolar	1
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	4



1.- POTENCIA TOTAL PREVISTA PARA LA INSTALACIÓN

La potencia total demandada por la instalación será:

Esquemas	P Demandada (kW)
E-1	7.74
Potencia total demandada	7.74

Dadas las características de la obra y los consumos previstos, se tiene la siguiente relación de receptores de fuerza, alumbrado y otros usos con indicación de su potencia eléctrica:

Cargas	Denominación	P. Unitaria (kW)	Número	P. Instalada (kW)	P. Demandada (kW)
Motores	-	-	-	-	-
Alumbrado de descarga	-	-	-	-	-
Alumbrado	C-1	0.111	12	7.74	7.74
	varios	0.090	16		
	varios	0.068	30		
	C-1	0.118	19		
	varios	0.068	10		
Otros usos	-	-	-	-	-

2.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

2.1.- Origen de la instalación

El origen de la instalación vendrá determinado por una intensidad de cortocircuito en cabecera de: 12 kA

El tipo de línea de alimentación será: RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16

2.2.- Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
c1	T	7.74	0.95	0.5	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S) Contadores Contador de activa RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Mitjera unilat	T	1.12	0.95	770.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
2x Mitjera faf 1	T	0.58	0.95	40.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Mitjera faf 2	T	1.04	0.95	250.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Cid	T	1.13	0.95	290.0	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Esquemas	Tipo de instalación
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Mitjera unilat	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Mitjera faf 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Mitjera faf 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Cid	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

2.3.- Cuadros secundarios y composición**Mitjera faf 1**

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
2x Mitjera arriba	T	0.17	0.95	160.0	-
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Mitjera abajo	T	0.41	0.95	440.0	-



Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
					RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ²

Mitjera faf 2

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
2x Jaume I	T	0.67	0.95	320.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Mitjera	T	0.17	0.95	185.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Cid

Esquemas	Tipo	P Dem (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Protecciones Línea
2x Senyera 1	T	0.20	0.95	200.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Senyera 2	T	0.20	0.95	205.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²
2x Cid	T	0.36	0.95	240.0	- RZ1 0.6/1 kV RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 3 x 6 mm ² N: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 6 mm ² P: RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible 16 mm ²

Canalizaciones

La ejecución de las canalizaciones y su tendido se harán de acuerdo con lo expresado en los documentos del presente proyecto.

Mitjera faf 1

Esquemas	Tipo de instalación
Mitjera arriba	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Mitjera abajo	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

Mitjera faf 2

Esquemas	Tipo de instalación
Jaume I	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Mitjera	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

Cid

Esquemas	Tipo de instalación
Senyera 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Senyera 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W
Cid	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W

3.- CÁLCULOS**3.1.- Sección de las líneas**

Para el cálculo de los circuitos se han tenido en cuenta los siguientes factores:

- Caída de tensión
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 3% para circuitos de alumbrado.
 - 5% para el resto de circuitos.
- Caída de tensión acumulada
 - Circuitos interiores de la instalación:
 - 4,5% para circuitos de alumbrado.
 - 6,5% para el resto de circuitos.
- I_{max}: La intensidad que circula por la línea (I) no debe superar el valor de intensidad máxima admisible (I_z).

Los resultados obtenidos para la caída de tensión se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	I _z (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
c1	T	7.74	0.95	0.5	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	5.9	0	0.00
2x Mitjera unilat	T	1.12	0.95	770.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	1.7	1.06	1.06
2x Mitjera faf 1	T	0.58	0.95	40.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.9	0.06	0.06
2x Mitjera faf 2	T	1.04	0.95	250.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	1.6	0.58	0.58
2x Cid	T	1.13	0.95	290.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	1.7	0.67	0.68

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (I_z) de la tabla anterior.

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
c1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Mitjera unilat	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Mitjera faf 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80



Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Mitjera faf 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Cid	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

Cuadros secundarios y composición

2x Mitjera faf 1

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Mitjera arriba	T	0.17	0.95	160.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.3	0.03	0.09
Mitjera abajo	T	0.41	0.95	440.0	RZ1 0.6/1 kV 5 G 6	57.6	0.6	0.22	0.28

2x Mitjera faf 2

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Jaume I	T	0.67	0.95	320.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	1.0	0.26	0.84
Mitjera	T	0.17	0.95	185.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.3	0.04	0.62

2x Cid

Esquemas	Tipo	P Calc (kW)	f.d.p	Longitud (m)	Línea	Iz (A)	I (A)	c.d.t (%)	c.d.t Acum (%)
Senyera 1	T	0.20	0.95	200.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.3	0.05	0.73
Senyera 2	T	0.20	0.95	205.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.3	0.05	0.73
Cid	T	0.36	0.95	240.0	RZ1 0.6/1 kV 4 x 6 + 1 G 16	57.6	0.5	0.11	0.79

Cálculos de factores de corrección por canalización

Los siguientes factores de corrección calculados según el tipo de instalación ya están contemplados en los valores de intensidad máxima admisible (Iz) de la tabla anterior.

Mitjera faf 1

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Mitjera arriba	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Mitjera abajo	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

Mitjera faf 2

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Jaume I	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Mitjera	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80

Cid

Esquemas	Tipo de instalación	Factor de corrección
Senyera 1	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Senyera 2	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80
Cid	Instalación enterrada - Bajo tubo. DN: 90 mm - T ^a : 25 °C Resistividad térmica del terreno: 1.0 °C·cm/W	0.80



3.2.- Cálculo de las protecciones

Sobrecarga

Para que la línea quede protegida a sobrecarga, la protección debe cumplir simultáneamente las siguientes condiciones:

$$I_{uso} \leq I_n \leq I_z \text{ cable}$$

$$I_{tc} \leq 1.45 \times I_z \text{ cable}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{uso} = Intensidad de uso prevista en el circuito.
- I_n = Intensidad nominal del fusible o magnetotérmico.
- I_z = Intensidad admisible del conductor o del cable.
- I_{tc} = Intensidad disparo del dispositivo a tiempo convencional.

Otros datos de la tabla son:

- P_{Calc} = Potencia calculada.
- Tipo = (T) Trifásica, (M) Monofásica.

Cortocircuito

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} \geq I_{cc} \text{ máx}$$

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$\text{Para } I_{cc} \text{ máx: } T_p \text{ CC máx} < T_{\text{cable CC máx}}$$

$$\text{Para } I_{cc} \text{ mín: } T_p \text{ CC mín} < T_{\text{cable CC mín}}$$

Estando presentadas en la tabla de comprobaciones de la siguiente manera:

- I_{cu} = Intensidad de corte último del dispositivo.
- I_{cs} = Intensidad de corte en servicio. Se recomienda que supere la I_{cc} en protecciones instaladas en acometida del circuito.
- T_p = Tiempo de disparo del dispositivo a la intensidad de cortocircuito.
- T_{cable} = Valor de tiempo admisible para los aislamientos del cable a la intensidad de cortocircuito.

El resultado de los cálculos de las protecciones de sobrecarga y cortocircuito de la instalación se resumen en las siguientes tablas:

Cuadro general de distribución

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	I _{tc} (A)	1.45 x Iz (A)
c1	7.74	T	11.8	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	57.6	64.0	83.5
				M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)		52.0	



Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
2x Mitjera unilat	1.12	T	1.7	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x Mitjera faf 1	0.58	T	0.9	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x Mitjera faf 2	1.04	T	1.6	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5
2x Cid	1.13	T	1.7	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	57.6	8.7	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
c1	T	IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	100.0	100.0	12.0 5.5	< 0.1 < 0.1	- -
		M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	25.0	25.0			
Mitjera unilat	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.0	< 0.1 >= 5	- 0.10
Mitjera faf 1	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.7	< 0.1 1.69	- 0.10
Mitjera faf 2	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10
Cid	T	ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3	6.0	6.0	10.9 0.1	< 0.1 >= 5	- 0.10

Cuadros secundarios y composición

2x Mitjera faf 1

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Mitjera arriba	0.17	T	0.3	-	57.6	-	83.5
Mitjera abajo	0.41	T	0.6	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Mitjera arriba	T	-	-	-	1.3 0.1	0.42 >= 5	- -
Mitjera abajo	T	-	-	-	1.3 0.1	0.42 >= 5	- -

2x Mitjera faf 2

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Jaume I	0.67	T	1.0	-	57.6	-	83.5
Mitjera	0.17	T	0.3	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Jaume I	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -
Mitjera	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -

2x Cid

Sobrecarga

Esquemas	P Calc (kW)	Tipo	Iuso (A)	Protecciones	Iz (A)	Itc (A)	1.45 x Iz (A)
Senyera 1	0.20	T	0.3	-	57.6	-	83.5
Senyera 2	0.20	T	0.3	-	57.6	-	83.5
Cid	0.36	T	0.5	-	57.6	-	83.5

Cortocircuito

Esquemas	Tipo	Protecciones	Icu (kA)	Ics (kA)	Icc máx mín (kA)	Tcable CC máx CC mín (s)	Tp CC máx CC mín (s)
Senyera 1	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -
Senyera 2	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -
Cid	T	-	-	-	0.2 0.1	>= 5 >= 5	- -

REGULACIÓN DE LAS PROTECCIONES

Las siguientes protecciones tendrán que ser reguladas a las posiciones indicadas a continuación para cumplir las condiciones de sobrecarga y cortocircuito ya establecidas:

Esquemas	Tipo	Protecciones	Regulaciones
c1	T	M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.)	Ir = 1 x In Iccr = 10 x Ir

siendo:

- Ir = intensidad regulada de disparo en sobrecarga.
- Iccr = intensidad regulada de disparo en cortocircuito.

4.- CÁLCULOS DE PUESTA A TIERRA**4.1.- Resistencia de la puesta a tierra de las masas**

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Se instalarán cuatro picas en línea de tubo de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior con una longitud de 2 m y una separación entre picas de 100 m, por lo que la resistencia de puesta a tierra tendrá un valor de:

$$R = k \cdot \left(\frac{R_e}{n} \right) = 1.43 \cdot \left(\frac{25.00}{4} \right) = 8.94 \text{ Ohm}$$

siendo:

- n = número de picas verticales en paralelo
- Re = resistencia de un electrodo vertical,
- k = coeficiente corrector dependiente del número de picas, disposición y la relación distancia entre 2 electrodos y longitud de cada pica.

El valor de resistividad del terreno supuesta para el cálculo es estimativo y no homogéneo. Deberá comprobarse el valor real de la resistencia de puesta a tierra una vez realizada la instalación y proceder a las correcciones necesarias para obtener un valor aceptable si fuera preciso.

4.2.- Resistencia de la puesta a tierra del neutro

El cálculo de la resistencia de puesta a tierra de la instalación se realiza según la Instrucción 18 de Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La resistencia de puesta a tierra es de: 3.00 Ohm

4.3.- Protección contra contactos indirectos

La intensidad diferencial residual o sensibilidad de los diferenciales debe ser tal que garantice el funcionamiento del dispositivo para la intensidad de defecto del esquema eléctrico.

La intensidad de defecto se calcula según los valores definidos de resistencia de las puestas a tierra, como:

$$I_{def} = \frac{U_{fn}}{(R_{masas} + R_{neutro})}$$

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Idef (A)	Sensibilidad (A)
c1	T	11.8	M-G Vigicomcompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	19.346	0.300
2x Mitjera unilat	T	1.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
2x Mitjera faf 1	T	0.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
2x Mitjera faf 2	T	1.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300
2x Cid	T	1.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	19.346	0.300

siendo:

- Tipo = (T)Trifásica, (M)Monofásica.
- I = Intensidad de uso prevista en la línea.
- Idef = Intensidad de defecto calculada.
- Sensibilidad = Intensidad diferencial residual de la protección.



Por otro lado, esta sensibilidad debe permitir la circulación de la intensidad de fugas de la instalación debida a las capacidades parásitas de los cables. Así, la intensidad de no disparo del diferencial debe tener un valor superior a la intensidad de fugas en el punto de instalación. La norma indica como intensidad mínima de no disparo la mitad de la sensibilidad.

Esquemas	Tipo	I (A)	Protecciones	Inodisparo (A)	Ifugas (A)
c1	T	11.8	M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S)	0.150	0.117
2x Mitjera unilat	T	1.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.029
2x Mitjera faf 1	T	0.9	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.024
2x Mitjera faf 2	T	1.6	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.028
2x Cid	T	1.7	IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I)	0.150	0.035



5.- MEDICIONES

Medición de líneas

Material	Longitud (m)
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 6 mm ² . Unipolar	25684.0
RZ1 0,6/1 kV Cobre Flexible, 16 mm ² . Unipolar	5321.0

Medición de canalizaciones

Material	Longitud (m)
Tubo canalización enterrada(EN/UNE 50086). DN: 90 mm	3100.5

Medición de protecciones

Fusibles	Cantidad
IEC60269 gL/gG In: 40 A; Un: 400 V; Icu: 100 kA; Tipo gL/gG	3

Magnetotérmicos	Cantidad
M-G Compact NS100N - STR22SE In: 40 A; Un: 240 ÷ 690 V; Icu: 8 ÷ 85 kA; Curva I - t (Ptos.) Tetrapolar	1
ABB S260 Curva B In: 6 A; Un: 240 / 415 V; Icu: 6 kA; Tipo B; Categoría 3 Tetrapolar	8

Diferenciales	Cantidad
M-G Vigicompact NSA125/160 S In: 125 A; Un: 440 V; Id: 300 mA; (S) Tripolar-Tetrapolar	1
IEC60947-2 Instantáneos In: 25 A; Un: 400 V; Id: 300 mA; (I) Tripolar-Tetrapolar	8

Anexo 4: Mediciones y Presupuesto.

Presupuesto parcial nº 1 Obra civil

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial
1.1	M3	Excavación en zanja en terreno de tránsito, incluso carga y transporte de los productos de la excavación a vertedero o lugar de empleo.					
Tamarits	1	660,000	0,250	0,600	99,000		
Robells	1	940,000	0,250	0,600	141,000		
Fila	1	450,000	0,250	0,600	67,500		
Noria	1	760,000	0,250	0,600	114,000		
Av Mar	1	1.160,000	0,250	0,600	174,000		
Turia	1	245,000	0,250	0,600	36,750		
Mitjera	1	1.845,000	0,250	0,600	276,750		
Cid	1	770,000	0,250	0,600	115,500		
Senyera	1	840,000	0,250	0,600	126,000		
Jaume I	1	595,000	0,250	0,600	89,250		
Av Mediterraneo	1	1.810,000	0,250	0,600	271,500		
Carrascosa	1	540,000	0,250	0,600	81,000		
Cimentación postes	307	0,900	0,900	1,300	323,271		
Arquetas de conexión	307	0,700	0,700	0,700	105,301		
					2.020,822	2.020,822	
Total m3:			2.020,822		7,58	15.317,83	
1.2	M3	Hormigón en masa HM-20/P/40/I, de 20 N/mm2., consistencia blanda, Tmáx. 40 mm. y ambiente normal, elaborado en central en relleno de zapatas y zanjas de cimentación, incluso vertido por medios manuales, vibrado, curado y colocado. Según EHE-08 y DB-SE-C.					
Tamarits	1	660,000	0,250	0,200	33,000		
Robells	1	940,000	0,250	0,200	47,000		
Fila	1	450,000	0,250	0,200	22,500		
Noria	1	760,000	0,250	0,200	38,000		
Av Mar	1	1.160,000	0,250	0,200	58,000		
Turia	1	245,000	0,250	0,200	12,250		
Mitjera	1	1.845,000	0,250	0,200	92,250		
Cid	1	770,000	0,250	0,200	38,500		
Senyera	1	840,000	0,250	0,200	42,000		
Jaume I	1	595,000	0,250	0,200	29,750		
Av Mediterraneo	1	1.810,000	0,250	0,200	90,500		
Carrascosa	1	540,000	0,250	0,200	27,000		
					530,750	530,750	
Total m3:			530,750		76,02	40.347,62	

Presupuesto parcial nº 1 Obra civil

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe		
1.3	T.	Mezcla bituminosa en frío tipo AF-20 en capa de rodadura o intermedia, con áridos con desgaste de Los Ángeles < 25, fabricada y puesta en obra, extendido y compactación, excepto emulsión.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Robells			1	190,000	0,250	0,100	4,750		
Fila			1	90,000	0,250	0,100	2,250		
Noria			1	150,000	0,250	0,100	3,750		
Av Mar			1	230,000	0,250	0,100	5,750		
Turia			1	45,000	0,250	0,100	1,125		
Mitjera			1	365,000	0,250	0,100	9,125		
Cid			1	155,000	0,250	0,100	3,875		
Senyera			1	170,000	0,250	0,100	4,250		
Jaume I			1	120,000	0,250	0,100	3,000		
							37,875	37,875	
			Total t.:			37,875	12,52	474,20	
1.4	M2	Pavimento de loseta hidráulica, 4 pastillas, color de 20x20 cm., sentada con mortero 1/6 de cemento (tipo M-5), i/p.p. de junta de dilatación, enlechado y limpieza.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Robells			1	750,000	0,250		187,500		
Fila			1	360,000	0,250		90,000		
Noria			1	610,000	0,250		152,500		
Av Mar			1	930,000	0,250		232,500		
Turia			1	200,000	0,250		50,000		
Mitjera			1	1.480,000	0,250		370,000		
Cid			1	615,000	0,250		153,750		
Senyera			1	670,000	0,250		167,500		
Jaume I			1	475,000	0,250		118,750		
							1.522,500	1.522,500	
			Total m2:			1.522,500	15,91	24.222,98	
1.5	Ud	Arqueta de 60x60x60 de hormigón construida in situ con tapa de hormigón, incluido el enocfrado, la formación de la base de hormigon de 10cm, recibido de canalizaciones,juntas y cierres herméticos. No incluye excavación ni el relleno perimetral posterior.							
			Total ud:			307,000	68,39	20.995,73	
Total presupuesto parcial nº 1 Obra civil :							101.358,36		

Presupuesto parcial nº 2 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe		
2.1	M.	Línea de alimentación para alumbrado público formada por conductores de cobre 8(1x6) mm2. con aislamiento tipo RV-0,6/1 kV, incluso cable para red equipotencial tipo VV-750, canalizados bajo tubo de PVC de D=90 mm. en montaje enterrado en zanja en cualquier tipo de terreno, de dimensiones 0,40 cm. de ancho por 0,50 cm. de profundidad, sin incluir excavación, relleno con materiales sobrantes, reposición de acera o calzada, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.					
			Uds.	Largo	Ancho	Parcial	Subtotal
		Tamarits	1	660,000		660,000	
		Robells	1	940,000		940,000	
		Fila	1	450,000		450,000	
		Noria	1	760,000		760,000	
		Av Mar	1	1.160,000		1.160,000	
		Turia	1	245,000		245,000	
		Mitjera	1	1.845,000		1.845,000	
		Cid	1	770,000		770,000	
		Senyera	1	840,000		840,000	
		Jaume I	1	595,000		595,000	
		Av Mediterraneo	1	1.810,000		1.810,000	
		Carrascosa	1	540,000		540,000	
						10.615,000	10.615,000
				Total m.:	10.615,000	18,39	195.209,85
2.2	Ud	CUADRO MANDO 1 ALUMBRADO P. 4 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 4 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.					
				Total ud	1,000	2.008,86	2.008,86
2.3	Ud	CUADRO MANDO 2 ALUMBRADO P. 6 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 6 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.					
				Total ud	1,000	2.662,89	2.662,89
2.4	Ud	CUADRO MANDO 3 ALUMBRADO P. 6 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 6 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.					
				Total ud	1,000	2.662,89	2.662,89
2.5	Ud	CUADRO MANDO 4 ALUMBRADO P. 4 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 4 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.					
				Total ud	1,000	2.191,81	2.191,81

Presupuesto parcial nº 2 Instalación eléctrica

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
2.6	Ud	CUADRO MANDO 5 ALUMBRADO P. 8 SAL. Cuadro de mando para alumbrado público, para 8 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.			
		Total ud	1,000	3.133,97	3.133,97
2.7	Ud	PIQUETAS TOMA DE TIERRA 2M. Suministro e incado de piqueta de puesta a tierra formada por electrodo de 2m de longitud, de 14.6mm de diámetro, con recubrimiento cobre de espesor 300micras, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tension 2002.			
		Total ud	80,000	22,21	1.776,80
Total presupuesto parcial nº 2 Instalación eléctrica :					209.647,07

Presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
3.1	Ud	Báculo de H=12m de un brazo de 2,5m . Totalmente instalado, incluyendo accesorios, conexionado y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Tamarits			16				16,000	
Cid			4				4,000	
Carrascosa			20				20,000	
Av Mediterraneo			44				44,000	
							84,000	84,000
			Total ud:			84,000	764,64	64.229,76
3.2	Ud	Báculo de H=12m con doble brazo de 2,5m . Totalmente instalado, incluyendo accesorios, conexionado y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Tamarits			1				1,000	
Robells			5				5,000	
Fila			12				12,000	
Turia			8				8,000	
Mitjera			13				13,000	
Cid			17				17,000	
Jaume I			16				16,000	
							72,000	72,000
			Total ud:			72,000	569,89	41.032,08
3.3	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 14 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
rotonda 1			1				1,000	
rotonda 2			1				1,000	
rotonda 4			1				1,000	
rotonda 5			1				1,000	
							4,000	4,000
			Total ud:			4,000	1.034,50	4.138,00
3.4	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 10 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
rotonda 3			4				4,000	
rotonda 7			5				5,000	
							9,000	9,000
			Total ud:			9,000	393,05	3.537,45
3.5	Ud	Columna recta galvanizada y pintada de 9 m. Totalmente instalada, incluyendo accesorios, conexionado y anclaje sobre cimentación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Robells			24				24,000	
Av mar			29				29,000	

Presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe
Noria		23				23,000	
Mitjera		34				34,000	
Senyera		24				24,000	
Rotonda 6		4				4,000	
						138,000	138,000
		Total ud			138,000	357,51	49.336,38
3.6	Ud	PHILIPS BGP620 T25 1 xLED64-4S/740 DN10. Incluye el montaje. Potencia 44W					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Tamarits		33				33,000	
						33,000	33,000
		Total ud			33,000	608,46	20.079,18
3.7	Ud	PHILIPS BGP623 T25 1 xLED120-4S/740 DN10. Incluye el montaje. Potencia 74W					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Robells		24				24,000	
						24,000	24,000
		Total ud			24,000	680,56	16.333,44
3.8	Ud	PHILIPS BGP625 T25 1 xLED280-4S/740 DM10. Incluye el montaje. Potencia 180W					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Robells [5]						5,000	
						5,000	5,000
		Total ud			5,000	876,26	4.381,30
3.9	Ud	PHILIPS BGP620 T25 1 xLED99-4S/740 DN10. Incluye el montaje. Potencia 68W					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Mitjera		34				34,000	
Av Mar		29				29,000	
						63,000	63,000
		Total ud			63,000	618,76	38.981,88
3.10	Ud	PHILIPS BGP623 T25 1 xLED139-4S/740 DM10. Incluye el montaje. Potencia 90W					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Fila		12				12,000	
Turia		8				8,000	
Cid		15				15,000	
Jaume I		16				16,000	
						51,000	51,000
		Total ud			51,000	680,56	34.708,56
3.11	Ud	PHILIPS BGP620 T25 1 xLED69-4S/740 DN11 BL1. Incluye el montaje. Potencia 47,5W					
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal

Presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
Noria		20				20,000		
Senyera		24				24,000		
						44,000	44,000	
		Total ud			44,000	608,46	26.772,24	
3.12	Ud	PHILIPS BGP621 T25 1 xLED79-4S/740 DX51. Incluye el montaje. Potencia 56W						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Placeta Noria		3				3,000		
						3,000	3,000	
		Total ud			3,000	608,46	1.825,38	
3.13	Ud	PHILIPS BGP623 T25 1 xLED210-4S/740 DM10. Incluye el montaje. Potencia 140W						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Mitjera Unilateral		13				13,000		
						13,000	13,000	
		Total ud			13,000	690,86	8.981,18	
3.14	Ud	PHILIPS BGP620 T25 1 xLED90-4S/740 DN10. Incluye el montaje. Potencia 61W						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Cid mediana		10				10,000		
						10,000	10,000	
		Total ud			10,000	613,67	6.136,70	
3.15	Ud	PHILIPS BGP623 T25 1 xLED129-4S/740 DN10. Incluye el montaje. Potencia 82W						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
Av Mediterraneo		88				88,000		
Carrascosa		40				40,000		
						128,000	128,000	
		Total ud			128,000	680,56	87.111,68	
3.16	Ud	PHILIPS BGP625 T25 1 xLED240-4S/740 DW10. Incluye el montaje. Potencia 152W						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
rotonda 3		4				4,000		
rotonda 6		4				4,000		
						8,000	8,000	
		Total ud			8,000	876,26	7.010,08	
3.17	Ud	PHILIPS BGP625 T25 1 xLED220-4S/740 DW10. Incluye el montaje. Potencia 150W						
		Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
rotonda 7		5				5,000		
						5,000	5,000	
		Total ud			5,000	845,36	4.226,80	

Presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
3.18	Ud	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED300-4S/740 DX51 ClearFlood es una gama de proyectores que permte elegir con precisión el flujo requerido para cada aplicación. Cuenta con un amplio rango de ópticas que aumentan sus posibilidades de uso. Es posible reemplazar los puntos de luz convencionales, ya que se usan los mismos postes e instalación eléctrica. Incluye montaje. Potencia 205W	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
rotonda 1			6				6,000	
							6,000	6,000
			Total ud:			6,000	1.277,96	7.667,76
3.19	Ud	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED260-4S/740 DX51 ClearFlood es una gama de proyectores que permte elegir con precisión el flujo requerido para cada aplicación. Cuenta con un amplio rango de ópticas que aumentan sus posibilidades de uso. Es posible reemplazar los puntos de luz convencionales, ya que se usan los mismos postes e instalación eléctrica. Incluye montaje. Potencia 174W	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
rotonda 2			6				6,000	
rotonda 4			6				6,000	
							12,000	12,000
			Total ud:			12,000	1.086,38	13.036,56
3.20	Ud	PHILIPS BVP650 T25 1 xLED280-4S/740 DX51 ClearFlood es una gama de proyectores que permte elegir con precisión el flujo requerido para cada aplicación. Cuenta con un amplio rango de ópticas que aumentan sus posibilidades de uso. Es posible reemplazar los puntos de luz convencionales, ya que se usan los mismos postes e instalación eléctrica. Incluye montaje. Potencia 190W	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
rotonda 5			6				6,000	
							6,000	6,000
			Total ud:			6,000	1.185,26	7.111,56
Total presupuesto parcial nº 3 Instalación luminotécnica :							446.637,97	

Presupuesto parcial nº 4 Control de calidad

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Medida de magnitudes luminotécnicas según proyecto.			
		Total ud	8,000	97,36	778,88
4.2	Ud	Ensayo estadístico del hormigón para la determinación de la resistencia estimada de una cimentación de un volumen no superior a 50 m3 para un control a nivel normal; incluso emisión del acta de resultados.			
		Total ud	2,000	168,76	337,52
4.3	Ud	Prueba de funcionamiento de automatismos de Cuadros Generales de Mando y Protección de instalaciones eléctricas, una por cada cuadro de la instalación.			
		Total ud	5,000	64,90	324,50
4.4	Ud	Prueba de comprobación de la continuidad del circuito de puesta a tierra en instalaciones eléctricas, una por cada cuadro de la instalación.			
		Total ud	5,000	64,90	324,50
4.5	Ud	Prueba de medición de la resistencia en el circuito de puesta a tierra de instalaciones eléctricas, en origen y final de cada línea de cada cuadro de la instalación			
		Total ud	5,000	64,90	324,50
4.6	Ud	Prueba de medición del aislamiento de los conductores de instalaciones eléctricas, una por cada cuadro de la instalación.			
		Total ud	5,000	32,46	162,30
4.7	Ud	Prueba de funcionamiento de mecanismos y puntos de luz de instalaciones eléctricas .			
		Total ud	5,000	97,36	486,80
Total presupuesto parcial nº 4 Control de calidad :					2.739,00

Presupuesto parcial nº 5 Gestión medioambiental

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
5.1	M3	Retirada de residuos mixtos en obra de nueva planta a planta de valorización situada a una distancia máxima de 10 km, formada por: transporte ininterior, carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Tamarits	1	660,000	0,250	0,300		49,500		
Robells	1	940,000	0,250	0,300		70,500		
Fila	1	450,000	0,250	0,300		33,750		
Noria	1	760,000	0,250	0,300		57,000		
Av Mar	1	1.160,000	0,250	0,300		87,000		
Turia	1	245,000	0,250	0,300		18,375		
Mitjera	1	1.845,000	0,250	0,300		138,375		
Cid	1	770,000	0,250	0,300		57,750		
Senyera	1	840,000	0,250	0,300		63,000		
Jaume I	1	595,000	0,250	0,300		44,625		
Av Mediterraneo	1	1.810,000	0,250	0,300		135,750		
Carrascosa	1	540,000	0,250	0,300		40,500		
						796,125	796,125	
Total m3:						796,125	6,49	5.166,85
Total presupuesto parcial nº 5 Gestión medioambiental :								5.166,85

Presupuesto parcial nº 6 Seguridad y salud

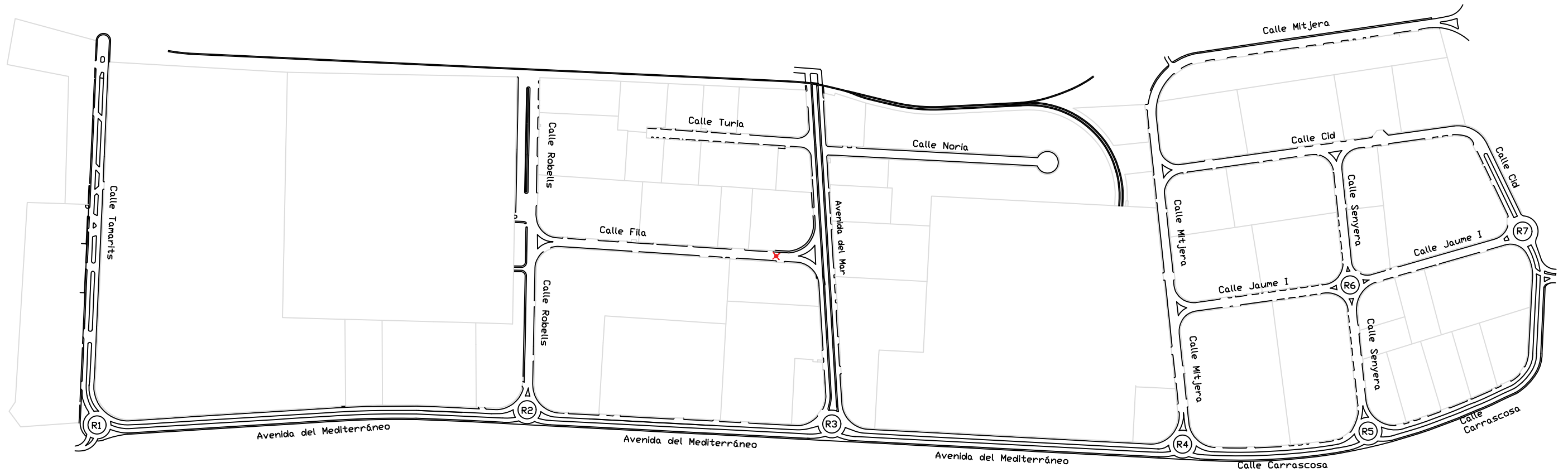
Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.1	Ud	Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado.			
		Total ud	1,000	100,88	100,88
6.2	Ud	Chaleco de obras reflectante. Amortizable en 5 usos. Certificado CE. s/ R.D. 773/97.			
		Total ud	20,000	4,27	85,40
6.3	Ud	Panel direccional reflectante de 60x90 cm., con soporte metálico, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y montaje. s/ R.D. 485/97.			
		Total ud	10,000	37,78	377,80
6.4	Ud	Foco de balizamiento intermitente, (amortizable en cinco usos). s/ R.D. 485/97.			
		Total ud	10,000	7,02	70,20
6.5	Ud	CASCO PROTECCION GOLPES REGULABLE CON RULETA			
		Total ud	20,000	3,67	73,40
6.6	Ud	Tapa provisional para arquetas de 80x80 cm., huecos de forjado o asimilables, formada mediante tabloncillos de madera de 20x5 cms. armados mediante clavazón, incluso colocación, (amortizable en dos usos).			
		Total ud	10,000	23,51	235,10
6.7	Ud	Par de guantes de uso general de lona y serraje. Certificado CE; s/ R.D. 773/97.			
		Total ud	20,000	1,24	24,80
6.8	Ud	Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97.			
		Total ud	20,000	7,42	148,40
6.9	Ud	Vigilancia de la salud obligatoria anual por trabajador que incluye: Planificación de la vigilancia de la salud; análisis de los accidentes de trabajo; análisis de las enfermedades profesionales; análisis de las enfermedades comunes; análisis de los resultados de la vigilancia de la salud; análisis de los riesgos que puedan afectar a trabajadores sensibles (embarazadas, postparto, discapacitados, menores, etc. (Art. 37.3 g del Reglamento de los Servicios de Prevención); formación de los trabajadores en primeros auxilios; asesoramiento al empresario acerca de la vigilancia de la salud; elaboración de informes, recomendaciones, medidas sanitarias preventivas, estudios estadísticos, epidemiológicos, memoria anual del estado de salud (Art. 23 d y e de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales); colaboración con el sistema nacional de salud en materias como campañas preventivas, estudios epidemiológicos y reporte de la documentación requerida por dichos organismos (Art. 38 del Reglamento de los Servicios de Prevención y Art. 21 de la ley 14/86 General de Sanidad); sin incluir el reconocimiento médico que realizará la mutua con cargo a cuota a cuota de la Seguridad Social.			
		Total ud	20,000	60,71	1.214,20
Total presupuesto parcial nº 6 Seguridad y salud :					2.330,18

Presupuesto de ejecución material

1 Obra civil	101.358,36
2 Instalación eléctrica	209.647,07
3 Instalación luminotécnica	446.637,97
4 Control de calidad	2.739,00
5 Gestión medioambiental	5.166,85
6 Seguridad y salud	2.330,18
Total	<u>767.879,43</u>



Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de SETECIENTOS SESENTA Y SIETE MIL OCHOCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS.

Anexo 5: Planos.



POLIGONO INDUSTRIAL DEL MEDITERRANEO

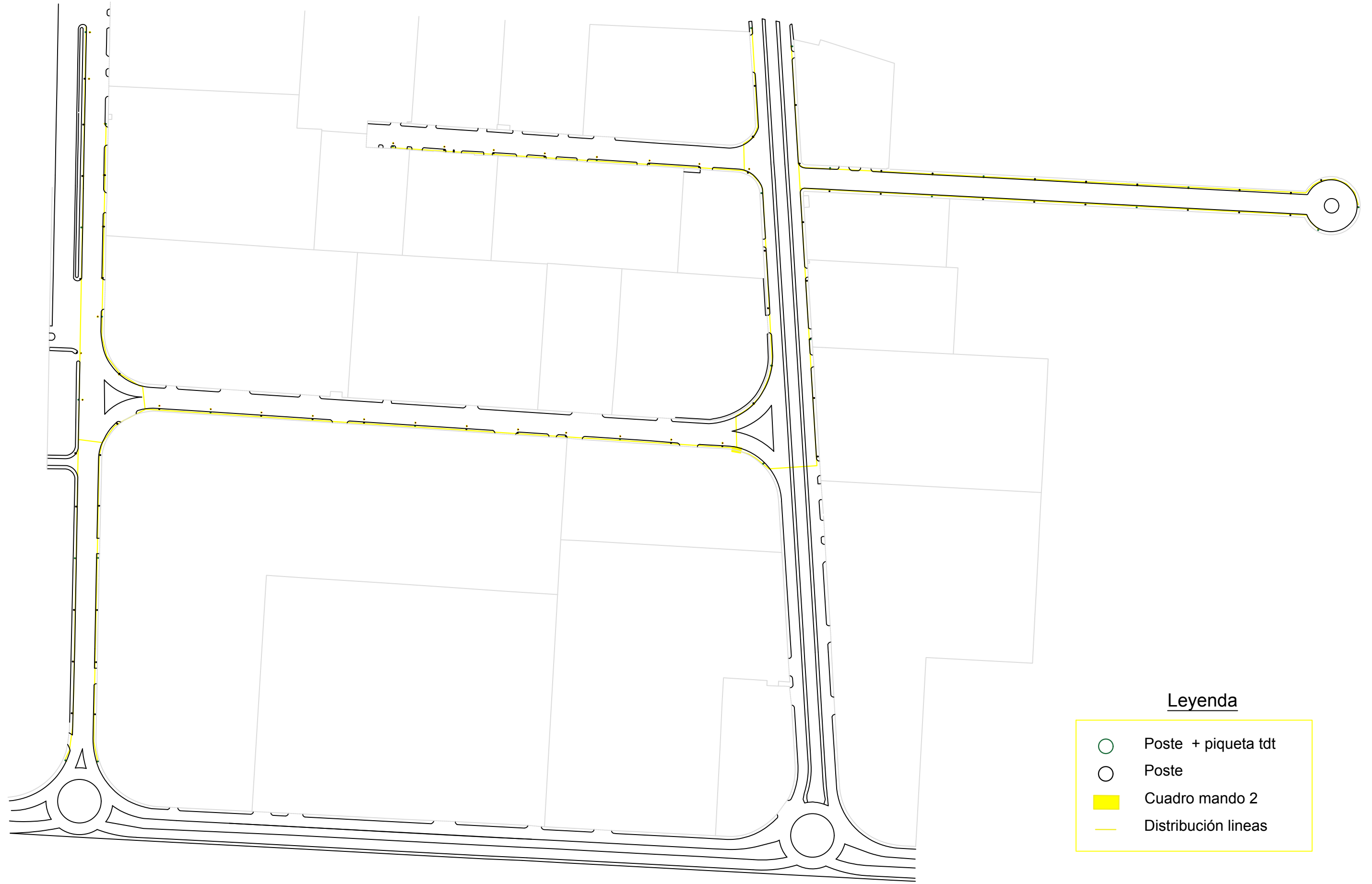
 CENTRO DE COORDENADAS EN DIALUX

<p>TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES</p>  <p>UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA</p>  <p>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIEROS INDUSTRIALES VALENCIA</p>	<p>Proyecto: PROYECTO MODERNIZACIÓN EFICIENTE DEL ALUMBRADO PÚBLICO DEL POLÍGONO INDUSTRIAL DEL MEDITERRANEO</p>	<p>Plano: Plano general del polígono</p> <p>Autor: Ramón Cervera Montes</p>	<p>Fecha: Julio 2018</p> <p>Escala: 1:7000</p>	<p>Nº Plano: 1</p>
---	---	---	--	---------------------------







Leyenda

- Poste + piqueta tdt
- Poste
- Cuadro mando 1
- Distribución líneas



Leyenda

-  Poste + piqueta tdt
-  Poste
-  Cuadro mando 2
-  Distribución líneas

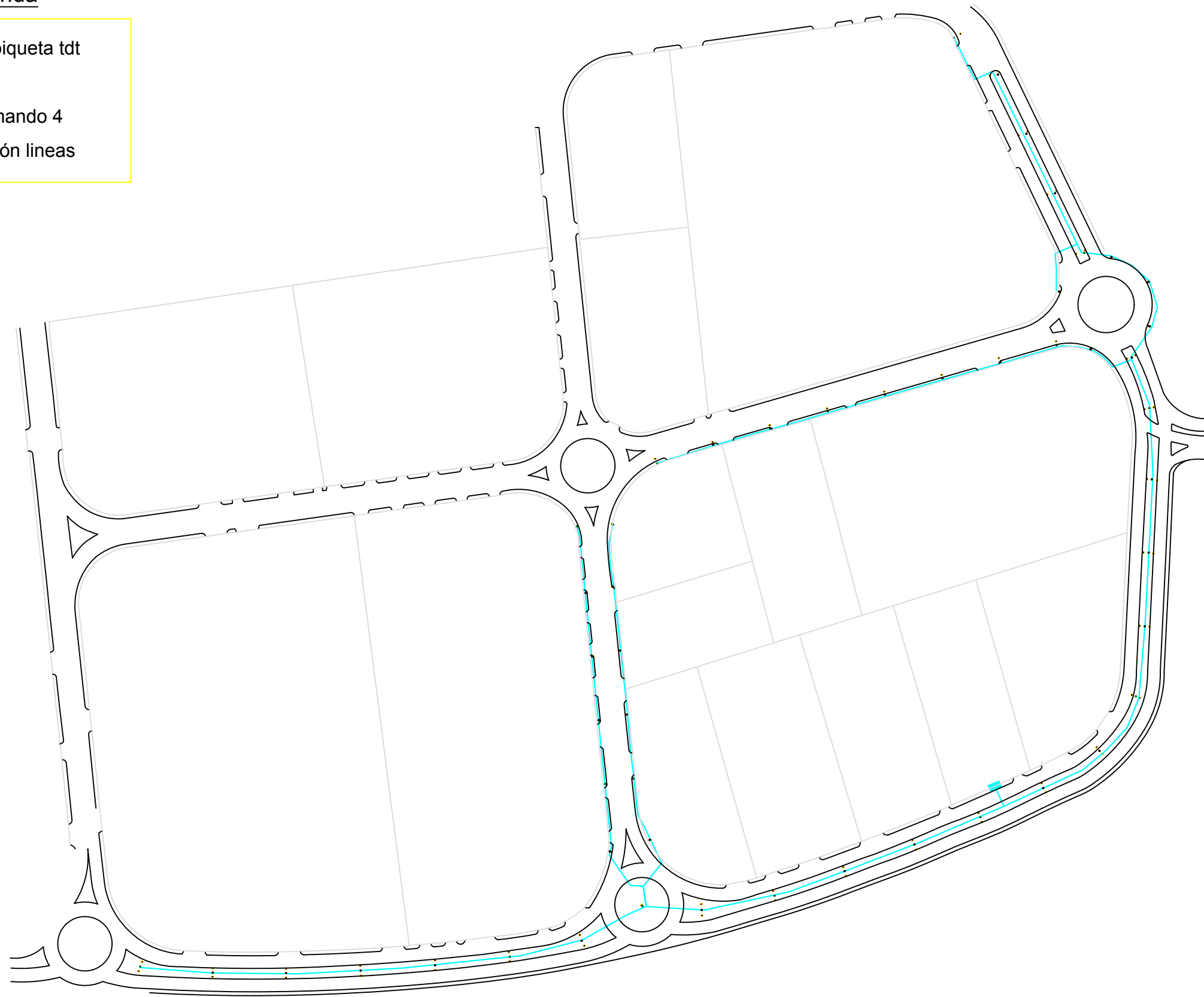
Leyenda

- Poste + piqueta tdt
- Poste
- Cuadro mando 3
- Distribución líneas







Leyenda

- Poste + piqueta tdt
- Poste
- Cuadro mando 4
- Distribución líneas



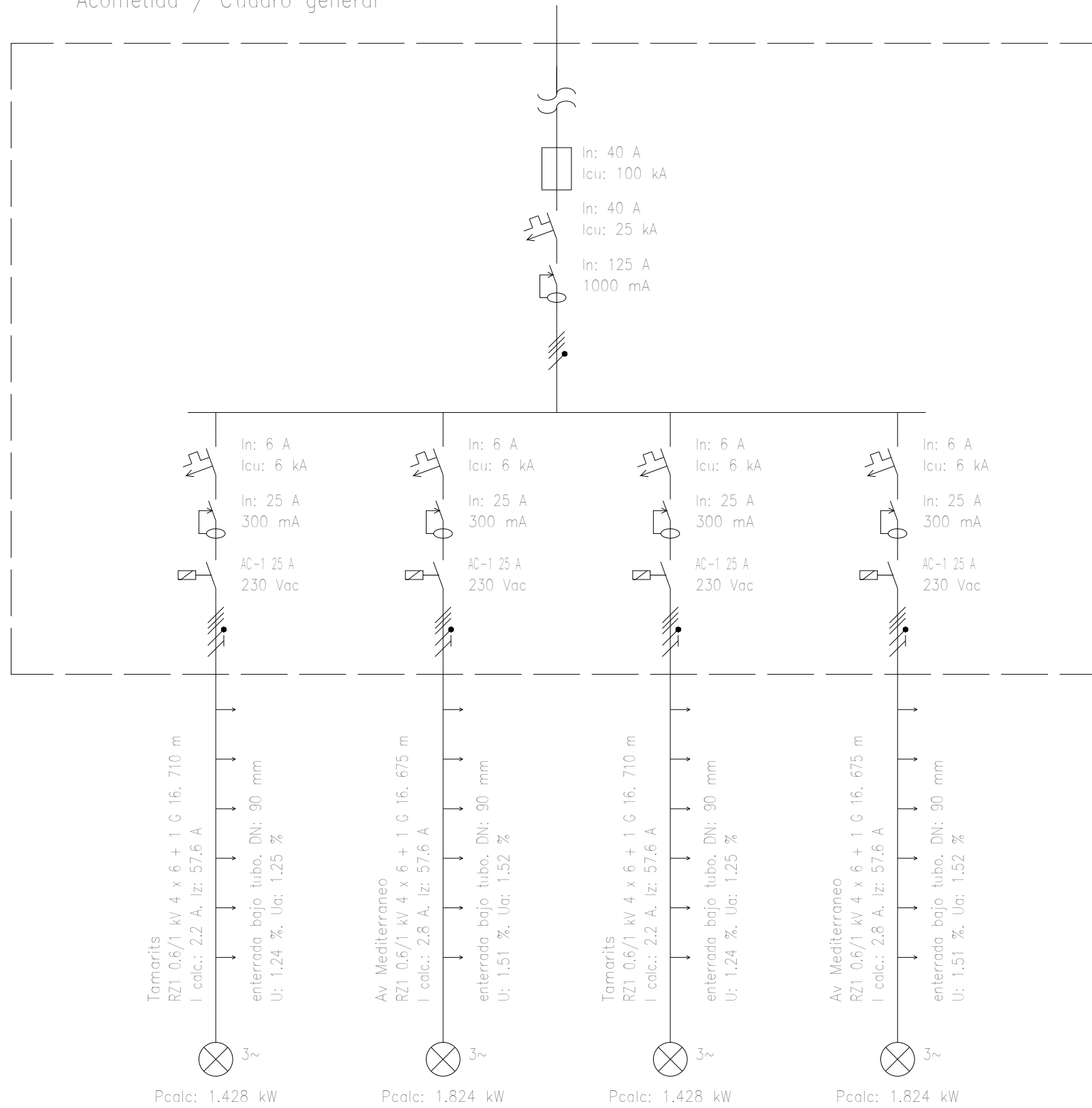


Leyenda

-  Poste + piqueta tdt
-  Poste
-  Cuadro mando 5
-  Distribución líneas

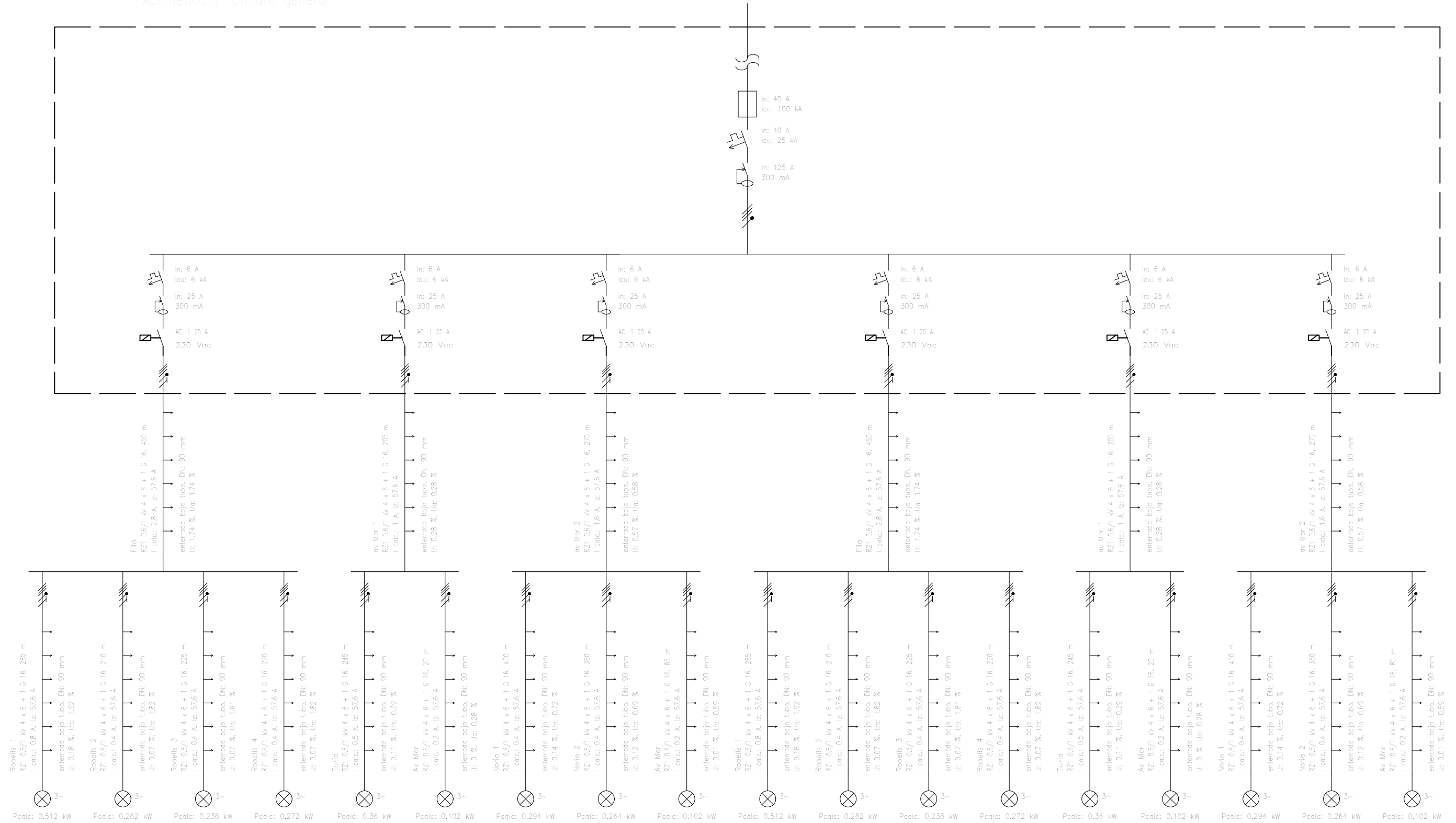
Obra: C1
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 6.5 kW

Acometida / Cuadro general

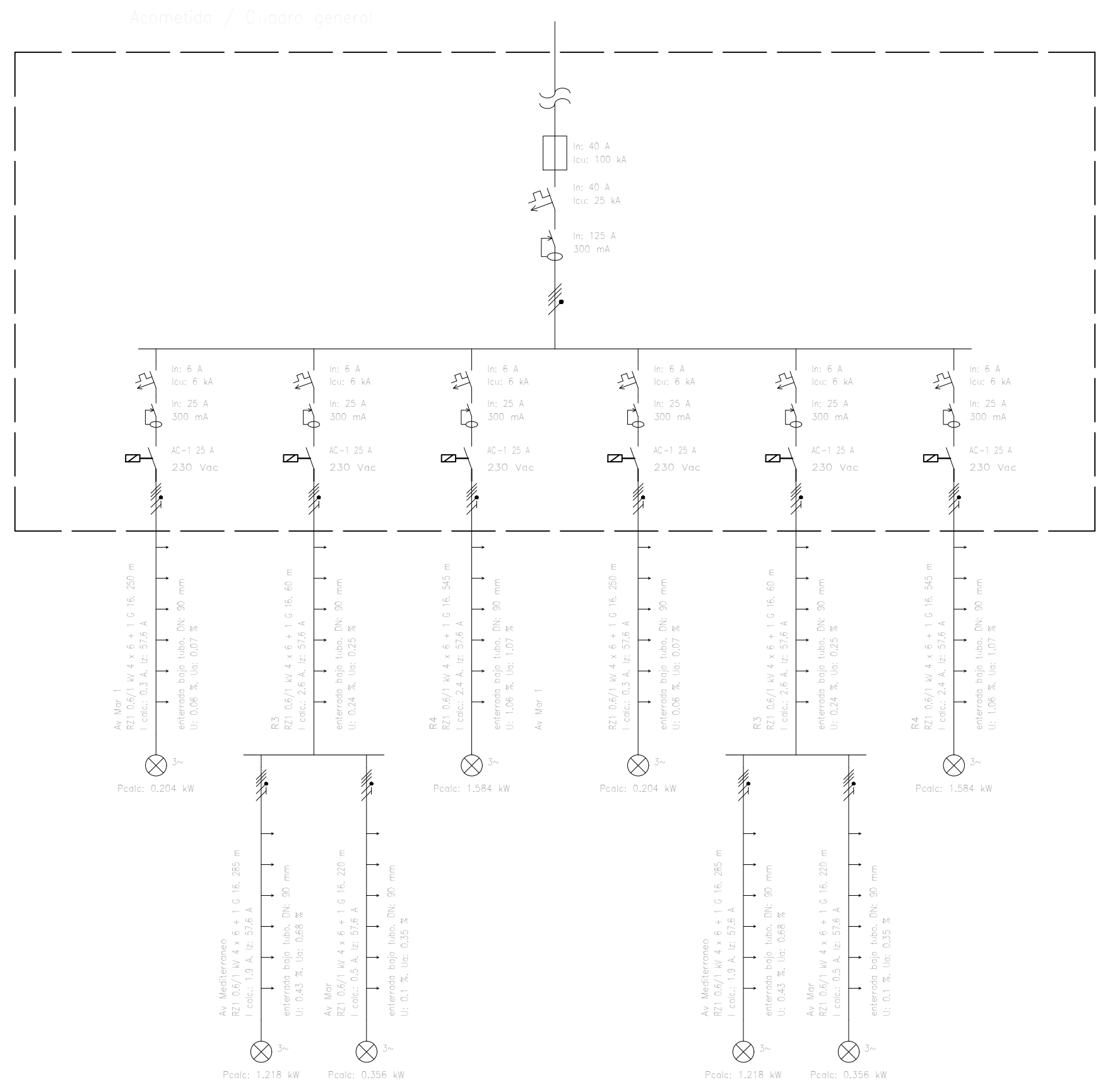


Obra: C2
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 7.08 kW

Acometida / Cuadro general

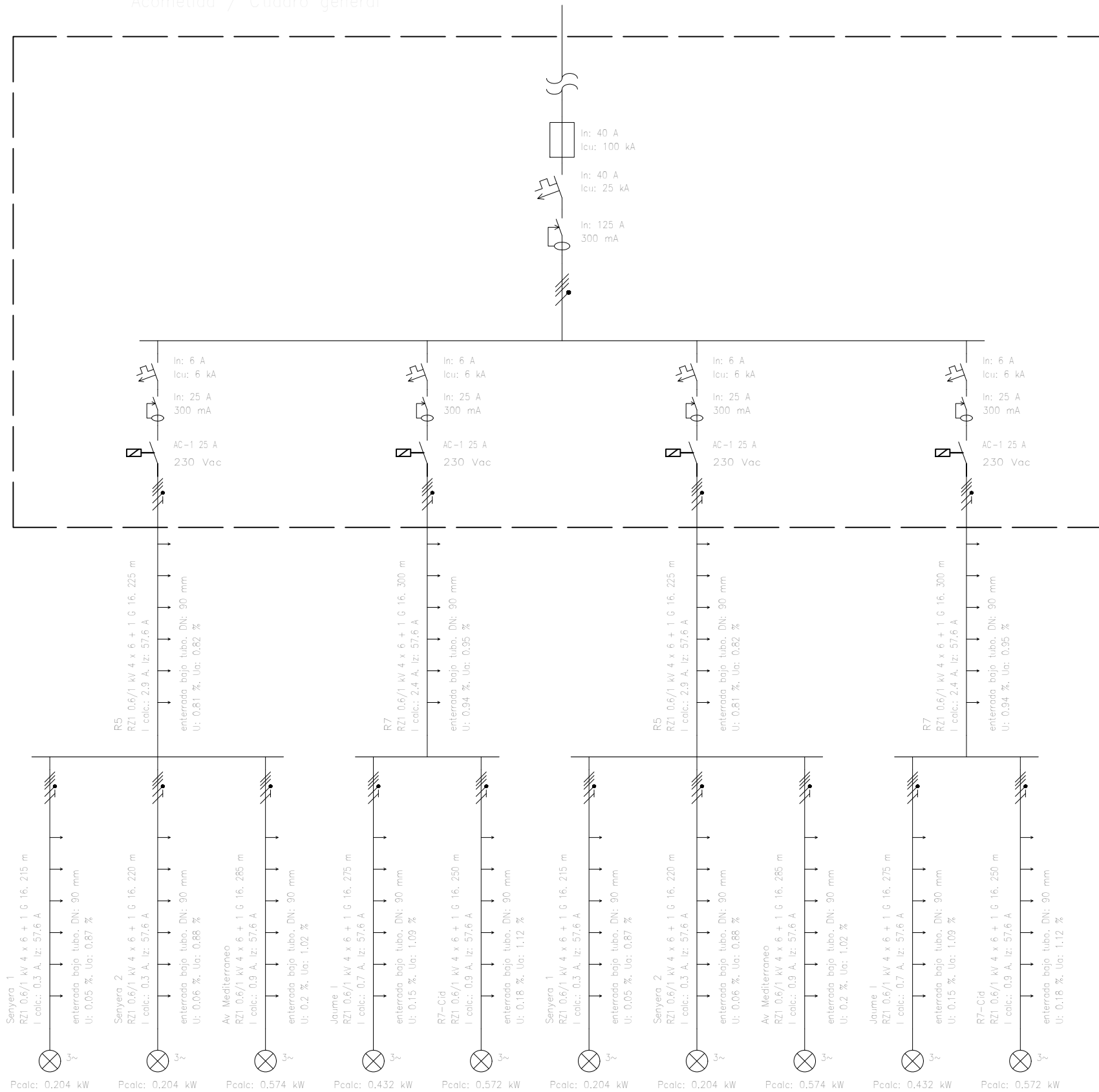


Obra: C3
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 7.04 kW



Obra: C4
 Esquema eléctrico: E-1
 Potencia demandada: 7.01 kW

Acometida / Cuadro general



Acometida / Cuadro general

Obra: C5
Esquema eléctrico: E-1
Potencia demandada: 7.74 kW

