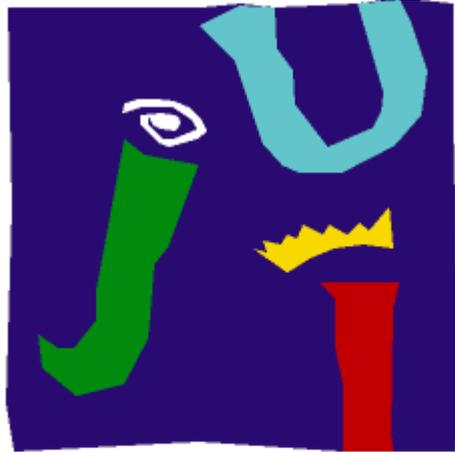


UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAT
JAUME I**

**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL “LA CLOSA”,
MELIANA (VALENCIA)**

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Ros Rausell, Ernesto

DIRECTOR

Beltrán San Segundo, Héctor

Dedicatoria

A todos los familiares, amigos, compañeros y profesores que me han ayudado y animado a seguir a delante durante toda la carrera.

A Héctor Beltrán, por haber sido mi profesor y enseñarme la gran mayoría de aspectos que contempla este proyecto, por haber sido mi tutor y una gran ayuda a pesar de todas las dificultades resultantes del COVID-19.

A Paco Colomer, por haberme proporcionado todos los conocimientos para el desarrollo de proyectos y, toda la ayuda y apoyo recibido para la realización del trabajo fin de grado incluso fuera de las horas lectivas.

A todos mis amigos por haber sido un pilar fundamental durante el transcurso de todos estos años, por todos los buenos momentos vividos y los que están por venir.

A toda mi familia por haberme animando a seguir bajo cualquier circunstancia, por todos los sacrificios que han hecho por mí para conseguir darme la mejor educación y facilitármela en todo lo posible.

A todos los compañeros de Iberdrola por haberme enseñado lo que es trabajar en el sector eléctrico, haberme dado la oportunidad de formarme con ellos, el trato recibido y todas las facilidades que siempre me proporcionaron.

Resumen

A medida que va aumentando la población y sus necesidades se requieren de la construcción de más áreas dedicadas a la producción industrial que, por su naturaleza demandan una gran cantidad de energía. Este elevado consumo requiere de una rigurosa gestión y control del uso que se hace de esta con la finalidad de aprovecharla al máximo y respetar el medio ambiente, como son la reducción de las emisiones de CO₂ y la contaminación lumínica.

As population and its requirements increase, it is necessary to build more industrial areas for production which requires requires a great amount of energy. This high consumption needs a good management and control of the use with the aim of taking the greatest advantage possible and respecting the environment as for example reducing CO₂ emissions and light pollution.

El presente proyecto tiene como finalidad el diseño de toda la electrificación de un polígono industrial de nueva planta, ubicado en la localidad de Meliana (Valencia). Este, abarca desde la derivación de las líneas de media tensión hasta la previsión de potencia, comprendiendo así los siguientes puntos.

Previsión de potencia de todo el alumbrado en base al estudio luminotécnico, así como la elección de la tecnología a implantar que proporcione un mejor rendimiento, menos consumo energético y contaminación lumínica a la atmósfera. Con todo ello se establece el compromiso de cumplir con todos los estándares de eficiencia energética establecidos y proporcionar unos buenos parámetros de visibilidad y confort en base a las normativas ITC-EA-01 hasta ITC-EA-07 del Reglamento de Eficiencia Energética en instalaciones de Alumbrado Exterior. También, se establecen las demandas energéticas de todas las naves industriales así como sus posibles incrementos de potencia a futuro. Así, junto con el diseño del alumbrado, se realiza todo el cálculo, diseño y especificaciones de las redes de alta y baja tensión que discurren por dentro del polígono, incluyendo todos los equipos de protección necesarios teniendo como normativa de referencia la contemplada en el REBT y las ITC-LAT. Las distintas líneas llegan o salen de diversos centros de transformación y reparto que son diseñados y calculados acorde a la potencia a instalar.

Del mismo modo, en base a la energía que es capaz de transportar una línea de media tensión de 20 kV de la compañía distribuidora, Iberdrola Distribución, se calcula la cantidad necesaria de estas para satisfacer la demanda, calculando también los nuevos apoyos de conversión aéreo-subterránea de suministro a los CTs y, las posibles líneas que por anterioridad cruzasen la superficie a urbanizar y por restricciones de la compañía distribuidora no sea posible explotarlas.

Por último, todas estas instalaciones eléctricas serán presupuestadas teniendo también en cuenta una estimación de la obra civil asociada. Con ello, se dará por finalizado este proyecto de electrificación del polígono industrial “La Closa” en la localidad de Meliana (Valencia).

Resum

A mesura que va augmentant la població i les seves necessitats, es requereix la construcció de més àrees dedicades a la producció industrial que, per la seva naturalesa, requereixen d'una gran quantitat d'energia. Aquest elevat consum necessita d'una rigorosa gestió i control de l'ús que es fa d'esta, amb la finalitat d'aprofitar al màxim i respectar el medi ambient com és la reducció del consum d'emissions de CO₂ i la contaminació lumínica.

El present projecte té com a finalitat el disseny de tota l'electrificació d'un polígon industrial de nova planta, ubicat a la localitat de Meliana (Valencia). Aquest, avarca des de la derivació de les línies de mitja tensió fins la previsió de potencia, comprnent els següents punts.

Previsió de potencia de tot l'enllumenat basant-se a l'estudi luminotècnic, així com l'elecció de la tecnologia a implantar que proporcione un millor rendiment, menys consum energètic i contaminació lumínica a l'atmosfera. Amb tot açò, s'estableix el compromís de complir amb tots els estàndards d'eficiència energètica establerts i proporcionar uns bons paràmetres de visibilitat i confort basant-se en les normatives ITC-EA-02 fins ITC-EA-07 del Reglament d'Eficiència Energètica en instal·lacions d'Enllumenat Exterior.

També, s'estableixen les demandes energètiques de totes les naus industrials, així com les seves possibilitats d'incrementar la potencia en un futur. Així, junt amb el disseny de l'enllumenat, es realitza tot el càlcul, disseny i especificacions de les xarxes d'alta i baixa tensió que discorren per dins del polígon, incloent tots els equips de protecció necessaris tenint com a normativa de referencia la contemplada al REBT i les ITC-LAT. Les distintes línies apleguen o ixen de diversos centres de transformació i repartiment que són dissenyats i calculats d'acord amb la potencia a instal·lar.

De la mateixa manera, basant-se en l'energia que és capaç de transportar una línia de mitja tensió de 20 kV de la companyia distribuïdora, Iberdrola Distribució, es calcula la quantitat necessària d'estes per satisfer la demanda, calculant també els nous suports de conversió aeri-subterrani de subministrament als CTs i, les possibles línies que per anterioritat creuen la superfície a urbanitzar i per restriccions de la companyia distribuïdora, no poden ser explotades.

Per últim, totes estes instal·lacions elèctriques seran pressupostades tenint en compte una estimació de l'obra civil associada. Amb açò, es donarà per finalitzat este projecte d'electrificació del polígon industrial "La Closa" a la localitat de Meliana (Valencia).

Abstract

As the time as people and their needs are increasing it is necessary to build more industrial areas so for its nature it requires an amount quantity of energy. This high consume needs a good management and control of the using with the aim of taking the most advantage as possible and respecting the environment as for example reducing CO2 emissions and light pollution.

This project has the aim of designing the entire electric infrastructure of a new industrial-estate plant, located in the town of Meliana (Valencia). This covers from medium voltage lines to the power forecast, thus comprising the following points.

The points are, based on its study, power forecast for all lighting as well as the choice of technology to be implemented that provides better performance, less energy consumption and light pollution to the atmosphere.

Taking all of into account, the commitment is established to comply with all the established energy efficiency standards and to provide good parameters of visibility and comfort based on the regulations ITC-EA-01 to ITC-EA-07 of the Energy Efficiency Regulation in facilities of Exterior lighting. Also, the energy demands of all industrial buildings are established as well as their possible future power increases. Thus, together with the lighting design, all the calculation, design and specifications of the high and low voltage networks that run inside the polygon are carried out, including all the necessary protection equipment, taking as a reference standard the one contemplated in the REBT and the ITC-LAT. The different lines arrive or leave from various transformation and distribution centers that are designed and calculated according to the power to be installed.

In the same manner, and based on the energy that a 20kV medium voltage line of the distribution company, Iberdrola Distribución, is capable of transporting, the necessary quantity of these to satisfy the demand is calculated, also calculating the new aerial conversion supports- underground supply to the TCs and, the possible lines that previously crossed the surface to be developed and due to restrictions of the distribution company it is not possible to exploit them.

In conclusion, all of these electrical installations will be budgeted taking into account an estimate of the associated civil works. With all of this, this electrification project for the “La Closa” industrial estate in the town of Meliana (Valencia) will be terminated.

ÍNDICE GENÉRICO

1. Memoria

2. Anexos

3. Planos

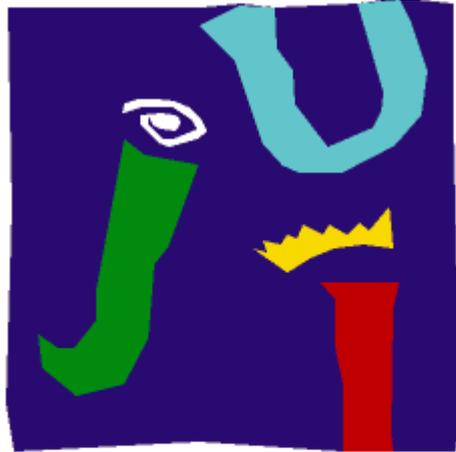
4. Pliego de condiciones

5. Mediciones y presupuesto

UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAT
JAUME I**

**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL “LA CLOSA”,
MELIANA (VALENCIA)**

1-MEMORIA

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Ros Rausell, Ernesto

DIRECTOR

Beltrán San Segundo, Héctor

1 Memoria

1	Memoria	1
2	Terminología.....	5
3	Antecedentes y justificación.....	7
4	Objetivos y alcance.....	7
5	Descripción general	8
6	Aspectos luminotécnicos	10
6.1	Objetivos y alcance.....	10
6.2	Datos generales	10
6.3	Alumbrado vial.....	10
6.3.1	Selección de luminaria.....	10
6.4	Resultados DIALux.....	13
6.4.1	Disposición de los puntos de luz.....	13
6.4.2	Puntos de luz por calle y vial	13
6.4.3	Niveles luminotécnicos	15
6.5	Alumbrado de zonas verdes	15
6.6	Resultados DIALux	17
6.6.1	Disposición de los puntos de luz.....	17
6.6.2	Puntos de luz por zona verde	17
6.6.3	Niveles luminotécnicos	18
7	Red de Baja Tensión	19
7.1	Objetivos y alcance.....	19
7.2	Normas y referencias aplicables	19
7.3	Datos generales	19
7.4	Distribución de las potencias en función de la parcela.....	20
7.5	Distribución de la potencia en función del alumbrado	22
7.6	Selección de los conductores	23
7.6.1	Parcelas de consumo	23
7.6.2	Alumbrado	26
7.6.3	C.d.t Unitaria y porcentual	26
7.6.4	Intensidad máxima de servicio.....	27
7.7	Arquetas	31
7.7.1	Parcelas de consumo	31

7.7.2	Alumbrado	32
7.7.3	Puesta a tierra del alumbrado	32
7.8	Cuadros de protección, medida y control	34
7.9	Equipos eléctricos en los puntos de luz	36
7.10	Canalizaciones	36
7.10.1	Parcelas de consumo	36
7.10.2	Alumbrado	38
7.11	Cruzamientos y paralelismos	39
7.11.1	Cruzamientos y casos especiales	39
7.11.2	Paralelismos	39
7.12	Sistemas de protección	40
7.13	Puesta a tierra de protección	41
7.14	Puesta a tierra del neutro	42
7.15	Ubicación de los equipos de medida	43
7.16	Previsión de potencia para los CTs	43
7.17	Longitud, sección, C.d.t y diámetro del tubo protector por salida de cada CT. 46	
7.18	Análisis de soluciones	48
7.18.1	Alternativas estudiadas	48
8	Centros de transformación	51
8.1	Objetivos y alcance	51
8.2	Normas y referencias aplicables	51
8.3	Tipo de transformador	56
8.4	Tipo de centro	56
8.5	CT1 y CT2	57
8.5.1	Emplazamiento	57
8.5.2	Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.	57
8.5.3	Puesta a tierra de las masas del CT, PaT-P.	59
8.5.4	Tensiones en el interior, exterior y acceso a la instalación	59
8.5.5	Separación PaT-P y PaT-S	60
8.6	CT3 y CT4	60
8.6.1	Emplazamiento	60
8.6.2	Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.	60
8.6.3	Puesta a tierra de las masas del CT, PaT-P.	61
8.6.4	Tensiones en el interior, exterior y acceso a la instalación	62

8.6.5	Separación PaT-P y PaT-S.....	62
8.7	Instalación eléctrica	62
8.7.1	Características de la red de alimentación	62
8.7.2	Características de la paramenta de Media Tensión	63
8.7.3	Celda de entrada, salida y protección en media tensión	63
8.7.4	Celda de medida	65
8.7.5	Celda de transformador (potencia, tensiones y tipo de aislamiento)	65
8.7.6	Cuadros de BT	66
9	Líneas aéreas de media tensión	68
9.1	Objetivos y alcance.....	68
9.2	Normas y referencias aplicables	68
9.3	Datos generales	69
9.4	Situación.....	70
9.4.1	LAMT CV-300.....	70
9.4.2	LAMT-1.....	71
9.4.3	LAMT-2.....	71
9.5	Aspectos eléctricos.....	72
9.5.2	Aspectos mecánicos.....	73
9.5.3	Conductor.....	73
9.5.4	Vanos	74
9.5.5	Niveles de aislamiento y formación de cadenas	78
9.5.6	Distancias de seguridad	80
9.5.7	Crucetas	80
9.5.8	Apoyos	82
9.5.9	Aparamenta de los apoyos	83
9.5.10	Cimentación	83
9.5.11	Tomas de tierra	84
10	Líneas subterráneas de media tensión.....	85
10.1	Objetivos y alcance.....	85
10.2	Normas y referencias aplicables	85
10.3	Situación de las líneas subterráneas de media tensión	86
10.3.1	LSMT CV-300.....	86
10.3.2	LSMT-1.....	86
10.3.3	LSMT-2.....	87
10.3.4	Red subterránea de media tensión	87

Memoria

10.4	Datos generales	88
10.5	Selección de los conductores	88
10.5.1	C.d.t Unitaria y porcentual	89
10.5.2	Intensidad máxima de servicio.....	89
10.6	Arquetas	91
10.7	Canalizaciones	92
10.8	Longitud, sección, C.d.t y diámetro del tubo protector para cada línea subterránea.....	94
10.9	Protecciones de los apoyos de conversión	95
11	Bibliografía y referencias.....	96
11.1	Páginas web consultadas	96
11.2	Documentación técnica de documentos consultados.....	96
12	Resumen del presupuesto.....	97

2 Terminología

Φ_u - Flujo luminoso útil.

Φ_e - Flujo luminoso emitido.

Lm – Lúmenes, medida del flujo luminoso.

Lux – Lux, medida para la iluminancia.

REBT – Reglamento electrotécnico para baja tensión.

BT – Baja tensión, para diferencias de tensión menores a 1000 V.

LBT – Línea de baja tensión.

RBTS – Red subterránea de baja tensión.

C.d.t – Caída de tensión.

U y V – Tensión, ambos caracteres utilizados indistintamente.

I – Intensidad.

A – Amperio, unidad de intensidad de corriente eléctrica.

Ω – Ohm, unidad de medida de la resistencia eléctrica.

C – Conductividad eléctrica.

ρ – Resistividad eléctrica.

S – Sección de los conductores.

W – Watt, unidad de medida para la potencia eléctrica.

P – Potencia eléctrica, es la parte activa.

Hz – Hertz, unidad para la medida de frecuencia.

F – Factor de corrección

CGP – Caja general de protecciones.

LGA – Línea general de alimentación.

ΔV – Diferencia de tensión.

XLPE – Polietileno reticulado, material aislante para conductores.

HEPR – Etileno propileno de alto módulo, material aislante para conductores.

PVC – Policloruro de vinilo.

Z1 – Poliolefina, recubrimiento polimérico no inflamable que llevan los conductores.

Al – Aluminio.

Cu – Cobre.

CT – Centro de transformación

Trafo – Transformador

TR - Transformador

RLAT – Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión.

MT – Media tensión, término no definido oficialmente, referido a diferencias de tensión entre 20-30 kV.

LSMT – Línea subterránea de media tensión.

LAMT – Línea aérea de media tensión.

PaT – Puesta a tierra.

TT – Designación del esquema de distribución de PaT del neutro del transformador y PaT de las masas de la instalación de consumo.

ITC – Instrucción técnica complementaria, ámbito de aplicación relacionado con el REBT.

NI – Normativa Iberdrola, siendo esta la empresa distribuidora, Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.

3 Antecedentes y justificación

El proyecto de diseño eléctrico del polígono industrial de “La Closa” se ubicará en la localidad de Meliana, se encuentra en una zona de campo donde el uso del terreno está destinado a la agricultura. La zona en cuestión es idónea dado que por ella discurren tres LAMT, dos de las cuales han sido autorizadas a ser explotadas por la empresa distribuidora Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.

El polígono en cuestión se destinará a servicios, es decir, no contará con ninguna industria que precise de gran potencia ni resulte altamente contaminante. Así pues, la gran mayoría de naves industriales se destinarán a carpinterías metálicas y de madera, talleres y almacenes.

La zona de emplazamiento es idónea para un proyecto con este tipo de demanda eléctrica debido a que por él transcurren tres LAMTs con capacidad, cada una de ellas, suficiente para abastecer a todo el consumo. No obstante, sólo dos de ellas han sido aprobadas para su explotación, estando la tercera de ellas restringida por la misma empresa distribuidora.

4 Objetivos y alcance

Con la finalidad de ampliar la zona industrial del municipio el ayuntamiento ha recalificado el suelo como urbano destinado al sector terciario, es decir, uso industrial.

Así pues, el objetivo de este proyecto será el diseño de todo el polígono industrial de nueva construcción, teniendo en cuenta todos los aspectos que este conlleva: estudio luminotécnico, red de BT, CTs, desvíos de LAMT y su conversión a LSMT.

El polígono industrial “La Closa” se ubicará a las afueras de la localidad de Meliana (Valencia) situado entre N-III, C/ Salvador Giner, Camino del Cementerio y Camino del Barranquet, según se refleja en los planos que se adjuntan. Consta de 47 y 3 parcelas para uso industrial y equipamientos socio-culturales, respectivamente.

Con todo ello, cubrirá una superficie total de 106.366 m², de los cuales 57.650 m² albergarán naves industriales, 4.422 m² para los equipamientos deportivos, culturales y sociales, 11.211 m² destinado a parques y jardines y, por último, 34.974 para viales.

5 Descripción general

Para llevar a cabo el proyecto se precisará del diseño de los CTs, en total cuatro, es el resultado de la previsión de potencia que se tiene de todo el polígono. Esta, ha sido proporcionada por el ayuntamiento del mismo municipio que, desde un principio conocía el tipo de industrias que se iban a construir, siendo en su gran mayoría almacenes, talleres de carpintería metálica... categorizándolo como polígono de servicios. Por consiguiente, las potencias que se prevén no son elevadas a excepción de unas cuantas, cuya superficie es mayor. En consecuencia, con tal de aproximar la potencia total a la real se han estimado diferentes coeficientes de simultaneidad para cada centro de transformación, de 1 para los CTs 1 y 2 y, 0,6 para el 3 y 4.

Todo y habiendo aplicado los coeficientes de simultaneidad las potencias previstas serán más elevadas que las que se contraten pero, el diseño se ha realizado teniendo en cuenta las modificaciones que puedan realizarse en los diferentes tipos de industria en un futuro.

Finalmente, aplicados los coeficientes de simultaneidad se prevé una potencia total de 4.211 kW de uso industrial junto con 55 kW destinado a equipamientos socio-culturales y los restantes 17,046 kW correspondientes al alumbrado público, con un factor de potencia del 0,9 se precisan 4.283 kW, una potencia que es totalmente capaz de ser abastecida por los cuatro CTs de la empresa distribuidora. Cada uno de ellos cuenta con 2 transformadores de 630 kVA, sumando una potencia nominal aparente de 1.260 kVA por CT y un total de 5.040 kVA entre todos ellos.

Cada uno de los CTs abastecerá a un determinado número de parcelas, realizando toda la distribución en BT y en sistema trifásico, 400 V entre fases, salvo cuando se trate del alumbrado público, siendo 230 V para fase neutro en distribución monofásica, todo ello a frecuencia industrial de 50 Hz. Toda la red de BT discurrirá de manera subterránea. Sólo los CT1 y CT2 realizarán la distribución eléctrica monofásicamente, para alumbrado, debido a que la longitud del cable no se considera tan grande como para realizar la distribución en trifásica. Por el contrario, los CT3 y CT4 la llevarán a cabo en sistema trifásico y, al llegar a un punto de luz se realizará el consumo en monofásico, utilizando solo una de las 3 fases. Al ser líneas mucho más largas que para las zonas verdes que alimentan los CT1 y CT2, el sistema trifásico es más adecuado dado que la caída de tensión en trifásico será menor.

Las calles se clasificarán en función de su amplitud, de 15 m y 20 m, número de sentidos de circulación, unidireccional y bidireccional, y carriles (uno o dos), anchura de las aceras (1 m y 1,5 m), zonas verdes y peatonales. En base a todas estas características se realiza el estudio luminotécnico y se calcula la cantidad de puntos de luz a instalar, teniendo en cuenta todas las características que estipula la normativa, su ubicación y la selección del tipo de tecnología. Con todo ello, se realiza el cálculo de la potencia correspondiente al alumbrado público.

El polígono estará construido en una zona por la que transcurren tres LAMT, dos de las cuales se destinan para el consumo, LAMT CV-300 y LAMT-1, mientras que

Memoria

la tercera está conectada con la subestación de la localidad de Vinales y, por restricciones de la empresa distribuidora Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U., no puede explotarse. Por consiguiente, este proyecto sólo contempla su soterramiento para cruzar el polígono a partir del cual ya no es competencia.

6 Aspectos luminotécnicos

6.1 Objetivos y alcance

Este apartado, referente al anexo de “*Cálculo Luminotécnico*”, se recogen los datos más significativos junto con la justificación de las decisiones tomadas.

6.2 Datos generales

La tecnología de todas las luminarias que se instalarán en el polígono será LED, siendo el modelo Axia 2.2 para el alumbrado vial y el Calla LED para las zonas verdes. Todas ellas, serán de la casa Schröder y se instalarán sobre columnas de 10 m, 8 m y 5m, respectivamente.

Todas tendrán la capacidad de adaptarse lumínicamente dependiendo del tipo de vía que iluminen gracias a su motor fotométrico. De este modo, permiten cumplir con todas las normativas exigidas y contempladas en las *ITC-EA-01* hasta *ITC-EA-07*.

Se ha escogido la tecnología LED y no cualquier otra por sus altos rendimientos eléctricos y su gran índice de reproducción cromática.

Existirán cuatro tipos de vías distintas en función de la anchura de la calle y el número de carriles, teniendo cada una de ellas unos niveles luminotécnicos diferentes.

Por ello, el estudio a realizar se llevará a cabo teniendo en cuenta que se cumplan todos los requisitos para cada tipo de vía.

En el caso del camino “*Camino del Barranquet*” todo y que se trata de una vía no simétrica se ha aproximado al cálculo realizado para los viales de 15 m de doble dirección.

6.3 Alumbrado vial

6.3.1 Selección de luminaria

Las luminarias seleccionadas para todo el alumbrado vial será la Axia 2.2 de la marca Schröder, con una potencia de 109 W y 15.298 lúmenes de luminaria. La selección se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

Para facilitar las maniobras de los vehículos destinados a transporte que operen en el polígono se han escogido luminarias cuya intensidad lumínica sea muy elevada, de este modo se reducirá el número de puntos de luz facilitándose así las labores de tránsito, carga y descarga.

En lo que respecta a la altura se escogerá, para la gran mayoría de las vías, el valor máximo que permite el fabricante, 10 m para este modelo, con tal de que la presencia de camiones u otro tipo de vehículos de gran altura no dificulten notoriamente la visibilidad en la vía. Cabe destacar que teniendo en cuenta la *Imagen 1* del apartado “*Selección luminaria y disposición puntos de luz*” anexo de “*Cálculo Luminotécnico*” la altura de la columna debería ser de 8 m o 9 m pero, el fabricante no produce para 9 m y, teniendo en cuenta todos los cálculos realizados con del DIALux y el criterio expuesto sobre la altura se escogerá para la gran mayoría de vías 10 m de altura. Una de las ventajas de instalar a tanta altura es que la distribución luminosa mejora.

Así pues, teniendo en cuenta que el cálculo luminotécnico realizado en el programa DIALux ha verificado que a 10 m todas las normativas se cumplen, se escogerá dicha altura.

- **T^o:** Según su ficha técnica puede llegar a trabajar hasta temperaturas superiores a los 50 °C que, en principio no parecen muy elevadas pero se trata de un polígono industrial en el que las calles son muy anchas y por consiguiente las fachadas enfrentadas no ejercen sombras sobre la luminaria de la fachada opuesta. Por consiguiente, durante todo el día estará recibiendo radiación solar en forma de calor. Este es un factor muy importante dado que en verano se pueden llegar a alcanzar temperaturas ambientales de hasta 35 °C en la zona estudiada. Así pues, se suma el calor de la radiación durante todo el día junto con la temperatura que puedan alcanzar los LEDs cuando estén en funcionamiento, tarde-noche. Con todo ello, se prevé un margen de temperatura lo suficientemente amplio para que no se lleguen a fundir y/o se vea alterada su función lumínica, como ha ocurrido en diversas ocasiones en LEDs de semáforos de tráfico en la estación de verano.
- **Adaptabilidad fotométrica:** Este factor es muy importante dado que va a proporcionar los niveles establecidos por la normativa *ITC-EA-02* para las zonas de carreteras y autopistas, vías urbanas y residenciales, carriles bici, plazas y zonas peatonales, aparcamientos, puentes, amplios espacios y estaciones de tren y metro, justificando así que es apta para todos los tipos de viales presentes en este anexo.
- **Telegestión:** Con esta característica se permite ajustar de la forma más eficiente el encendido, apagado y ajuste de las luminarias en base a los calendarios astronómicos. Con ello se pueden conseguir ahorros energéticos superiores.
- Permiten con el control Owlet LoT el control lumínico de cada luminario por separado, adaptándose mejor al área a iluminar.
- **Detector de presencia:** Utiliza un sensor de presencia PIR para identificar cuando la zona tiene que iluminarse y cuando no, esto disminuye notoriamente el consumo energético.
- **Nivel de iluminación:** El nivel de iluminación comparado con el que podrían proporcionar otros tipos de luminarias es inferior pero en base a que la tecnología LED que a día de hoy está sustituyendo a las antiguas lámpara SAP de 250 W y 400 W son del orden de los 100 W, se ha considerado que

proporcionar flujos luminosos del orden de 25.000-40.000 lm, como pueden ser otros modelos, sería sobredimensionar la instalación y, por tanto encarecerla. Un aspecto muy importante a destacar es que la reproducción cromática de los LEDs y su disposición del haz luminoso, totalmente perpendicular al plano del suelo, es mucho mejor que las lámparas SAP, por lo que aun que cuenten con menos potencia y lúmenes la reproducción de colores será mucho mejor, al igual que su distribución lumínica. También, la distancia está en función del flujo luminoso, siendo directamente proporcional, justificando así que la distancia entre postes proporcionará un nivel de homogeneidad y uniformidad en la iluminación que no se obtendría con distancias mayores.

- **Mapa fotométrico:** Un aspecto muy importante para la elección de la luminaria es cómo se distribuye toda la luz a lo largo de la superficie que es capaz de iluminar. Así pues, la Axia 2.2 posee un mapa fotométrico con características que hacen que la distribución sea lo más uniforme posible sobre la superficie, junto con una gran distribución lumínica en el plano paralelo a la vía. Véase la *Imagen 1*.

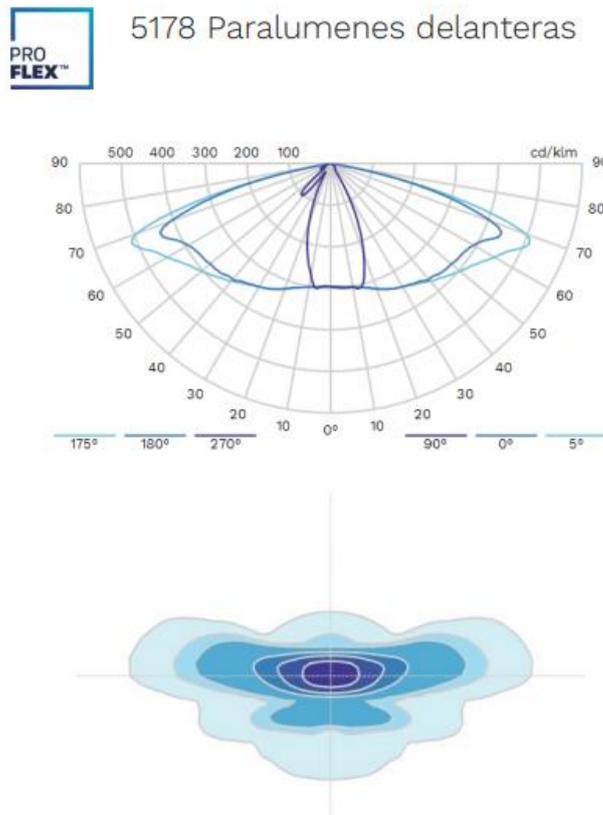


Imagen 1. Mapa fotométrico luminaria Axia 2.2. (fuente Schröder iluminación).

6.4 Resultados DIALux

Realizando la simulación y el cálculo con el programa DIALux, que se encuentra en el anexo de “Cálculo luminotécnico” se establecen los siguientes puntos.

6.4.1 Disposición de los puntos de luz

Por lo explicado en la *Imagen 2* del apartado “Selección luminaria y disposición puntos de luz” del anexo de “Cálculo Luminotécnico”, se establecen las siguientes disposiciones en función de las características de cada vía. Véase *Tabla 1* a continuación.

Tipo	A (m)	Sentido circulación	Carriles	H (m)	A/H	Disposición	Categoría
1	20	Doble	2	10	2	Pareada	Vial 20m doble dirección
2	20	Único	1	8	2,5	Pareada	Vial 20m una dirección
3	15	Doble	2	10	1,5	Tresbolillo	Vial 15m doble dirección
4	15	Único	1	10	1,5	Tresbolillo	Vial 15m una dirección

Tabla 1. Tipos de calle, su clasificación y disposición.

Las distancias entre columnas estarán en función del tipo de calle y disposición seleccionada. En ningún vial se superará la distancia de 30 m entre puntos de luz de una misma acera salvo en casos excepcionales donde por condiciones especiales, cruzamientos, deban desplazarse 1 m o 2 m. Las distancias dependiendo de la calle se encuentran en el anexo de “Cálculo Luminotécnico” en el apartado de “Cálculo luminotécnico con DIALux”. junto con los valores luminotécnicos.

6.4.2 Puntos de luz por calle y vial

A continuación, en la siguiente tabla se especifica la cantidad de puntos de luz que existen por calle, junto con su potencia y la total. Todas sus características se encuentran detalladas en el anexo de “Cálculo luminotécnico”. Véase *Tabla 2* a continuación.

Memoria

Calle	Vial	Altura (m)	P (W)	Flujo lum. (lm)	Ángulo (°)	Puntos luz	Pt (W)
1	15 una direc.	10	109	15.298	5	12	1.308
1	15 doble direc.	10	109	15.298	15	13	1.417
2	20 doble direc.	10	109	15.298	0	26	2.834
3	15 doble direc.	10	109	15.298	10	6	654
4	20 una direc.	8	109	15.298	5	16	1.744
5	15 una direc.	10	109	15.298	5	13	1.417
Camino del Cementerio	15 doble direc.	10	109	15.298	15	14	1.526
Camino del Barranquet	15 doble direc.	10	109	15.298	10	20	2.398
TOTAL						122	13.298

Tabla 2. Cantidad y características de las luminarias a instalar en cada calle del polígono.

No obstante, el DIALux establece un total de **118** luminarias de todos los viales del polígono pero, se instalarán 4 más. Dos de ellas se ubicarán en el perímetro exterior de la rotonda "R" y las otras dos en los cuartos de circunferencia comprendidos entre "Camino del Barranquet" y "Calle 4". De este modo, se cumplen todas las medidas luminotécnicas exigidas.

Así pues, la potencia total resultante de todas las luminarias de los viales es la siguiente:

$$\mathbf{Pt = 13.734 W}$$

Siguiendo el cálculo de la distancia entre farolas, establecido por el DIALux, todas ellas distarán a 30 m. Todas las distribuciones se realizarán teniendo en cuenta siempre establecer una buena homogeneidad en la distribución luminosa. Así pues, se favorecerá que el punto medio de la distancia entre puntos de luz recaiga en el punto medio de la calle, para casos en los que sólo existan dos luminarias en la misma acera, instalándose de forma simétrica con la vía.

Para el resto de casos se instalarán de forma que las distancias entre las farolas de los puntos extremos de una calle y los finales de la misma, sean iguales para ambos. Siempre se van a ubicar cerca de los cruces por ser los casos más desfavorables.

6.4.3 Niveles luminotécnicos

Se verifican que todos los parámetros exigidos por las normativas se cumplen, como se puede observar en las hojas de resultados nombradas como *Vial Tipo* del anexo de “*Cálculo Luminotécnico*”.

Se observa que comparando estos resultados con los obtenidos en los otros viales que no son *Vial Tipo*, algunos de ellos no cumplen, esto se debe a que las calles reales que se han simulado contienen cruzamientos efectuados por otros viales a lo largo de su calzada. Por consiguiente, existirán zonas en las que la iluminancia media y demás parámetros no cumplan.

Sin embargo, al haberse realizado todas las distribuciones y montajes de acuerdo a lo especificado por el *Vial Tipo*, en la realidad sí que cumplirán.

Cada calle, por ejemplo “*Calle 2*”, que está intersectada por tres viales (tres cruces en total) se estudiará en el DIALux como una única calle pero, analizando cada tramo entre cruces como una calle individual, por lo que en todos los tramos se aplicarán las especificaciones dadas para el *Vial Tipo*.

Así pues, el resultado obtenido será el de toda la calle en conjunto teniendo en cuenta los espacios que crean los cruces, por lo que los parámetros obtenidos serán menores que los de *Vial Tipo*.

6.5 Alumbrado de zonas verdes

La luminaria seleccionada para todo el alumbrado de las zonas verdes será la Calla LED de la marca Schröder, con una potencia de 46 W y 6.866 lúmenes. La selección se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes aspectos.

La altura a instalar será el resultado de las recomendaciones por el fabricante y el criterio del proyectista. Para este modelo serán de 4 m.

De este modo, las posibles molestias que pudiesen ser desencadenadas por una altura más baja se disminuyen, ya que el punto de luz se sitúa a más altura que los ojos del observador y no incide directamente sobre estos.

Así pues, teniendo en cuenta que el cálculo luminotécnico realizado en el programa DIALux ha verificado que a 4 m todas las normativas se cumplen, se escogerá dicha altura.

Otros aspectos muy importantes para la selección de la luminaria serán los siguientes:

- **Tº:** Para esta luminaria la temperatura no será un factor tan importante debido a que al tratarse de zonas verdes la temperatura alcanzada por la sombra que los árboles reflejen sobre estas no será elevada. Así pues la temperatura máxima, que garantiza el fabricante para condiciones de trabajo nominal, es de $>35\text{ }^{\circ}\text{C}$, haciéndola totalmente apta para estas zonas.
- **Adaptabilidad fotométrica:** Dotada de un motor fotométrico se puede adaptar la fotometría.
- **Telegestión:** Con esta característica se permite ajustar de la forma más eficiente el encendido, apagado y ajuste de las luminarias en base a los calendarios astronómicos. Con ello se pueden conseguir ahorros energéticos superiores.
- Permiten con el control Owlet LoT el control lumínico de cada luminario por separado, adaptándose mejor al área a iluminar.
- **Detector de presencia:** Utiliza un sensor de presencia PIR para identificar cuando la zona tiene que iluminarse y cuando no, esto disminuye notoriamente el consumo energético.
- **Mapa fotométrico:** Cuenta con una distribución totalmente circular, permitiendo no dejar ninguna zona sin iluminación en un radio concéntrico. Además, como los LEDs están ubicados en la parte superior y enfocada hacia el suelo. Por consiguiente, las pérdidas hacia el cielo son mínimas, aspecto importante que no se destaca en otras luminarias que, siendo esféricas no proyectan todo el flujo luminoso en una única dirección y, gran parte de él se pierde, conllevando un FHS muy elevado. De este modo, el flujo hemisférico superior, para la Calla LED, será mucho menor, aumentando su rendimiento. Véase la *Imagen 2*.

2242 SY

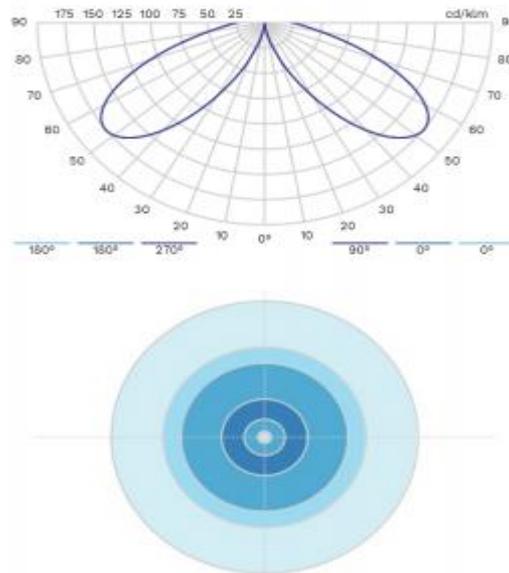


Imagen 2. Mapa fotométrico luminaria Calla LED. (fuente Schröder iluminación).

6.6 Resultados DIALux

Realizando la simulación y el cálculo con el programa DIALux, que se encuentra en el anexo de “Cálculo luminotécnico” se establecen los siguientes puntos.

6.6.1 Disposición de los puntos de luz

En todas las zonas verdes se establecerá una configuración de a tresbolillo con el objetivo de cubrir la máxima superficie de terreno con el menor número de luminarias.

Las distancias a las que estarán distanciadas las luminarias de una misma fila son las detalladas en la siguiente *Tabla 3*.

Zona Verde	Distancia (m)
1	13
2	16
3	14

Tabla 3. Interdistancia entre puntos de luz para las zonas verdes.

6.6.2 Puntos de luz por zona verde

Como resultado del cálculo efectuado con el DIALux se obtiene la siguiente distribución de farolas para cada zona verde.

Zona Verde	Modelo	Altura montaje (m)	P (W)	Flujo lum. (lm)	Puntos luz	Pt (W)
1	Calla LED	4	46	6.866	17	782
2	Calla LED	4	46	6.866	23	1.058
3	Calla LED	4	46	6.866	32	1.472
TOTAL					72	3.312

Tabla 4. Características de los puntos de luz para cada zona verde.

6.6.3 Niveles luminotécnicos

Se verifican que todos los parámetros exigidos por las normativas se cumplen, como se puede observar al comparar los resultados obtenidos por el DIALux.

7 Red de Baja Tensión

7.1 Objetivos y alcance

En este apartado, referente al anexo de cálculo de redes de Baja Tensión, se estudia técnicamente cómo va a realizarse todo el suministro de potencia a los diferentes consumos y por dónde van a discurrir las canalizaciones.

7.2 Normas y referencias aplicables

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Normas Tecnológicas de la Edificación NTE IER – Red Exterior (B.O.E. 19.6.84).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.

7.3 Datos generales

Todo el entramado de redes subterráneas de baja tensión transcurrirá por debajo de la acera, de manera que sólo afecte a terrenos de dominio público y, se realizará en sistema trifásico para equipamientos y parcelas industriales a tensión compuesta entre fases de 400 V. Por el contrario, el suministro para alumbrado público

se realizará en sistema monofásico y trifásico dependiendo de qué tipo de alumbrado se. La distribución se realizará a frecuencia industrial de 50 Hz.

7.4 Distribución de las potencias en función de la parcela

Como se ha indicado en el apartado en el párrafo tercero de *5 Descripción general* de este documento, desde un principio se conocía, dato aportado por el ayuntamiento del municipio, la distribución de las superficies para cada nave industrial y los equipamientos socio-culturales junto con una aproximación a la potencia esperada en función su naturaleza de explotación. En base a la distribución por parcela se realizó una tabla con el programa Excel donde se especifica la potencia que el ayuntamiento estimó. Véase *Tabla 5*.

Parcela	S (m ²)	P (kW)	Parcela	S (m ²)	P (kW)
1	1055,96	94	25	2404,60	150
2	795,32	66	26	995,40	63
3	1283,10	112	27	822,88	52
4	570,87	40	28	1188,86	78
5	265,70	20	29	1615,60	106
6	2272,07	147	30	498,57	38
7	344,53	22	31	1909,93	155
8	1099,20	90	32	1494,09	145
9	288,74	25	33	832,45	67
10	1683,57	100	34	535,93	35
11	1494,19	135	35	1443,82	127
12	943,73	76	36	844,28	65
13	915,88	76	37	1285,67	78
14	2852,98	184	38	990,94	57
15	1184,53	64	39	955,16	60
16	459,78	30	40	1500,13	88
17	1647,84	121	41	2152,39	160
18	650,63	50	42	3632,00	265
19	410,10	35	43	329,85	20
20	1976,30	155	44	329,85	20
21	2419,45	237	45	329,85	20
22	2976,69	215	46	542,14	33
23	689,24	58	47	1428,53	87
24	1306,36	90			
Potencia total industria					4.211,00

Tabla 5. Potencia total prevista por el ayuntamiento de la localidad para el sector industrial.

Del mismo modo, para cada equipamiento se estudia la *Tabla 6*.

Equipamiento	P (kW)
Eq. Social	25
Eq. Cultural	15
Eq. Deportivo	15
Pt (kW)	55

Tabla 6. Potencia prevista para cada zona de equipamiento.

De manera más gráfica se encuentra la potencia de cada parcela en el *Plano RBT-01* del apartado de planos.

Así pues, se organiza el polígono por sectores, siendo cada uno de ellos una manzana en la que quedan recogidos diferentes parcelas y usos para facilitar la organización y distribución eléctrica subterránea de todo el proyecto. De este modo se puede diseñar con más facilidad la ubicación de los diferentes centros de transformación junto con sus potencias.

Manzana	Número de naves	Eq. Social	Eq. Cultural	Eq. Deportivo	Parques y jardines
1	3	0	0	0	1
2	6	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0
4	1	1	1	0	1
5	6	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0
7	5	0	0	1	1
8	7	0	0	0	0
9	5	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0
11	5	0	0	0	0

Tabla 7. Naves industriales, equipamientos y zonas verdes para cada manzana.

Por lo explicado en el párrafo tercero de *5 Descripción general* de este documento para no sobredimensionar toda la infraestructura eléctrica se utilizarán coeficientes de simultaneidad a criterio del proyectista, siendo para los CTs 1 y 2 el correspondiente a la unidad y 0,6 para el CT 3 y 4. Esta elección se toma en base a la superficie de las parcelas. Siendo que las correspondientes a los dos primeros tienen superficies más pequeñas que el resto de CTs se considerará que la potencia real que pudiesen llegar a contratar se aproximarán más a la esperada que en los CTs 3 y 4.

Con objetivo de detallar mejor la ubicación de cada manzana en los planos se ha elaborado la siguiente tabla de Excel en la que se detalla qué parcelas forman cada manzana. Véase la *Tabla 8* a continuación.

Manzana	Parcelas
1	1-2-3-Zona Verde 1
2	4-5-6-7-8-9
3	10-11-12-13
4	14-Eq. Social-Eq. Cultural-Zona verde 2
5	15-16-17-18-19-20
6	21-22-23-24
7	25-26-27-28-29-Eq. Deportivo-Zona Verde 3
8	30-31-32-33-34-35-36
9	37-38-39-40-41
10	42
11	43-44-45-46-47

Tabla 8. Parcelas que contiene cada manzana.

7.5 Distribución de la potencia en función del alumbrado

Partiendo del cálculo realizado en el anexo de “Cálculo Luminotécnico” se obtiene la siguiente potencia distribuida para todo el alumbrado del polígono.

Calles	Vial	P (W)	Puntos luz	Pt (W)
1	15 una direc.	109	12	1.308
1	15 doble direc	109	13	1.417
2	20 doble direc.	109	26	2.834
3	15 doble direc.	109	6	654
4	20 una direc.	109	16	1.744
5	15 una direc.	109	13	1.417
Camino del Cementerio	15 doble direc.	109	14	1.526
Camino del Barranquet	15 doble direc.	109	22	2.398
Zonas verdes				
1	/	46	17	782
2	/	46	23	1.058
3	/	46	32	1.472
TOTAL			194	17.046

Tabla 9. Puntos de luz para cada zona verde y calle.

7.6 Selección de los conductores

7.6.1 Parcelas de consumo

Los conductores que se van a utilizar para toda la red de baja tensión subterráneas tendrán las siguientes características:

Cable tipo RV-K

- Conductor Aluminio
- Sección fase 240 mm²
- Sección neutro 120 mm²
- Tensión asignada 0,6/1 kV
- Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta Poliolefina (Z1)

El material del conductor seleccionado es aluminio y no cobre por la principal ventaja de que es más barato. Al tratarse de redes subterráneas el peso que de este no es un aspecto importante como lo puede ser en las líneas aéreas y, la sección de tampoco se considera una desventaja muy grande con respecto a la que tendría el cobre para la misma potencia. Esto se fundamenta en la capacidad que tiene el propio material conductor para conducir la electricidad, siendo este término la conductividad, expresada con la siguiente ecuación:

$$C(\text{cond}) = \frac{1}{\rho(\text{cond})} \left(\frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} \right).$$

En la que en el denominador se encuentra la resistividad de corriente del propio conductor, siendo por consiguiente la conductividad inversamente proporcional a la resistividad eléctrica. Esta propiedad, estará en función de cuál sea la temperatura de trabajo, por lo que es necesario aplicar la siguiente expresión para determinar la $\rho(\text{cond})$.

$$\rho(90 \text{ }^\circ\text{C}) = \rho(20 \text{ }^\circ\text{C}) * [1 + \alpha * (T - 20)]$$

Para este proyecto, la temperatura a la que se calcula la resistividad eléctrica del material será de 90 °C. Esta temperatura está en función de la máxima que puede soportar el material aislante que recubre al conductor bajo condiciones de trabajo permanentes. En el anexo de cálculo de “Red de Baja Tensión” apartado “Intensidad máxima de servicio” se especifica detalladamente el proceso de cálculo para obtener la obtención de la resistividad y conductividad eléctrica del aluminio a 90 °C.

Así pues, el resultado obtenido es el siguiente:

$$\rho(\text{Al}) = 0,028264 \left(\Omega * \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right)$$

$$C(90^\circ\text{C}) = 27,60 \left(\frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} \right)$$

Con todo ello, se comparan las propiedades eléctricas y mecánicas de cada material y se demuestra que la sección que correspondería a un conductor de Cu para las condiciones del proyecto no es mucho más grande que la del Al. Para que ambos conductores tengan la misma resistencia eléctrica se establece la siguiente igualdad.

$$R_{Cu} = R_{Al}$$

Donde la resistencia eléctrica de un material se define como la resistividad eléctrica multiplicada por el cociente de la longitud de cable entre la sección de este. Véase la siguiente expresión.

$$R = \rho * \frac{l}{S} (\Omega)$$

Igualando ambas resistencias:

$$\rho_{Cu} * \frac{L}{S_{Cu}} = \rho_{Al} * \frac{L}{S_{Al}}$$

Despejando S_{Al} se obtiene:

$$S_{Al} = \frac{\rho_{Al}}{\rho_{Cu}} * S_{Cu}$$

$$S_{Al} = \frac{0,028264}{0,017241} * S_{Cu}$$

$$S_{Al} = 1,64 * S_{Cu}$$

Se demuestra finalmente que la sección del conductor de Al será 1,64 veces más grande que el de Cu, concluyendo en que no es un factor realmente importante para una red subterránea que discurre por calles muy anchas como es el caso de este proyecto.

Así pues, en base a los cálculos efectuados teniendo en cuenta el procedimiento de cálculo explicado en el apartado "*Intensidad máxima de servicio*" del

anexo de cálculo “*Red de Baja Tensión*”, se establece una sección para todas las fases de 240 mm² y 120 mm² para el neutro.

Se ha seleccionado 240 mm² y no los de sección 50-95-150 mm² en base a que se precisarían más conductores para cubrir toda la potencia y, en caso de aumentar la potencia de una parcela en un futuro, resultaría muy limitante la instalación con secciones menores. En caso de que una parcela se dividiera en dos y la suma de la potencia de ambas fuera superior a la de un principio, la nave que no dispusiera de CGP debería realizar una derivación de entrada-salida desde la anterior CGP, o de cualquier otra parcela, por lo que la línea deberá soportar toda la P de más sin necesidad de cambiar o llevar otra línea desde el CT hasta el nuevo consumo. Esto se vería muy restringido o imposible para secciones menores. También, es muy importante destacar que toda la línea, desde su salida del CT hasta el punto más alejado de consumo, presenta la misma sección, eliminando así el problema explicado en este mismo párrafo. Este tema se trata con más profundidad en el apartado 7.10 *Canalizaciones*.

Los conductores que se distribuyen por toda la RBTS son ternas de cables unipolares, por lo que cada conductor conforma una fase. Se ha escogido esta configuración teniendo en cuenta las ventajas que posee ante maniobrabilidad y cambio de conductor en caso de derivación.

Mientras que si en una terna de cables unipolares un conductor presenta deterioro en su aislamiento y deriva al suelo, destruyéndose este, sólo se precificaría cambiar esa fase dañada. Por el contrario, en un cable tetrapolar que alberga en el mismo conductor las 3 fases, si en uno de ellos falla el aislamiento podría generar un cortocircuito trifásico, siendo este el más destructivo para las LBT. Por consiguiente, se precificaría la sustitución de toda la terna. Del mismo modo, si sólo fuese un conductor el que precisa de sustitución, dada la disposición de las tres fases en el mismo conductor, también sería necesario cambiar todas las fases. Con la distribución seleccionada se evita este punto que puede verse muy influenciado en el aspecto económico. Además, por el hecho de estar los conductores separados la intensidad admisible es mayor.

En lo que respecta al material aislante, polietileno reticulado (XLPE) material termoestable, se ha seleccionado en base a que sus características térmicas son mucho mejores que las de otros aislantes como son el policloruro de vinilo (PVC) y el polietileno (PE) que sólo soporta temperaturas de 70-80 °C y 60 °C, respectivamente. A parte de estas ventajas es un material ampliamente utilizado para las redes subterráneas de baja tensión, presentando un nivel de aislamiento de 0,6/1 kV.

El XLPE todo y que presenta problemas con la humedad no será relevante debido a que está entubado y, a su vez, enterrado con arenas y tierras que lo aíslan de la humedad.

Por último, el conductor presenta una cubierta de poliolefina de alta resistencia con las siguientes características:

- **No propagador de la llama:** S/Norma UNE-EN 60332-1 (IEC 60332-1)
- **Libre de halógenos. S/Norma:** UNE-EN 50267-1 (IEC 60754-1)
- **Baja emisión de humos opacos. S/Norma:** UNE-EN 50268 (IEC 61034)
- **Baja corrosividad de gases. S/Norma:** UNE-EN 50267-2-2 (IEC 60754-2)

7.6.2 Alumbrado

Para toda la red subterránea de alumbrado se utilizarán conductores de cobre siguiendo lo especificado por el REBT.

Por lo explicado en la Tabla 1 de la normativa ITC-BT-07 cuando se trate de distribución con dos conductores la sección del neutro será la misma que la de las fases. Esto se fundamenta en que la intensidad que circule por la fase ha de ser la misma que la que vuelve por el neutro, ya que es un consumo monofásico. En sistema trifásico se regirá por la misma normativa que la aplicada para las parcelas.

Por lo establecido en el REBT y lo escogido para este proyecto, se tendrán las siguientes características:

Cable tipo RV-K

- | | |
|--------------------|-------------------------------|
| • Conductor | Cobre |
| • Secciones | 6-10-16 y 25 mm ² |
| • Tensión asignada | 0,6/1 kV |
| • Aislamiento | Polietileno reticulado (XLPE) |
| • Cubierta | Polioléfina (Z1) |

La sección seleccionada para todos los conductores de alumbrado será de 6 mm².

7.6.3 C.d.t Unitaria y porcentual

7.6.3.1 Parcelas de consumo

Se establece la caída de tensión unitaria como la caída de tensión que existe desde el cuadro de salidas en BT del centro de transformación hasta el punto de consumo más alejado de cada línea.

Según se establece en el apartado 2.4 “*Tensión de alimentación*” de la normativa *ITC-BT-43* por tratarse de redes de distribución, la tensión de servicio, en cualquier punto de la red, debe mantenerse con variaciones inferiores a $\pm 7\%$ de la tensión nominal pero, siendo más restrictiva la empresa distribuidora este porcentaje se fija en el 5%.

Con tal de que la sección escogida cumpla siempre la caída de tensión mínima se toma en consideración la *Ecuación 2* del apartado "*C.d.t Porcentual*" del anexo de cálculo "*Red de Baja Tensión*" y se halla el valor mínimo de la sección.

A partir de esta, dado que la *Ecuación 2* es inversamente proporcional a la sección, cuanto mayor sea esta, menor será la c.d.t. Por ello, en el siguiente criterio la sección del conductor tiene que tener como mínimo el valor que cumpla la condición:

$$C. d. t (\%) < 5 (\%)$$

La caída de tensión por nudos se puede ver detalladamente en el apartado "*Cálculo de la sección y caída de tensión para cada línea*" del anexo de cálculo "*Red de Baja Tensión*".

Teniendo en cuenta la *Ecuación 2* del apartado "*C.d.t Porcentual*" del anexo de cálculo "*Red de Baja Tensión*" se ha tenido en consideración que las derivaciones a los consumos se realicen lo más cercano posible al inicio de la parcela con respecto al sentido de consumo de la línea. De este modo, toda la potencia de la parcela se consume a la entrada de la parcela y no tiene que ser transportada durante X m más lejos. Así pues, la c.d.t referente a estos metros de más desaparece y se disminuye la caída y los metros de cable y zanja.

7.6.3.2 Alumbrado

Siguiendo lo especificado en el punto 3 de la *Guía ITC-BT-09* la caída de tensión no superará el 3 % entre el origen de la instalación y cualquier punto de esta. Tomando en consideración todos los cálculos realizados en el anexo de cálculo de "*Redes de Baja Tensión*" en ningún momento se superará el 3 % especificado.

La caída de tensión para el alumbrado de las zonas verdes, al tratarse de un sistema monofásico, se calculará con la *Ecuación 3*, mientras que alumbrado vial al ser con distribución trifásica se calculará con la *Ecuación 1 y 4*. Todas ellas pertenecientes al anexo de cálculo de "*Red de Baja Tensión*".

7.6.4 Intensidad máxima de servicio

- **Parcelas de consumo**

Se establece el criterio de intensidad máxima de servicio como la aplicación de la *Ecuación 6* del apartado "*Intensidad máxima de servicio*" del anexo de cálculo de "*Red de Baja Tensión*". Así pues, se deberá cumplir la *Condición 1* de ese mismo apartado, aplicándose todos los factores de corrección correspondientes a la temperatura del terreno distinta a 25 °C, resistividad térmica del terreno distinta a 1,5 K*m/W, agrupación de cables trifásicos y profundidad de soterramiento; explicados en

los subapartados del mismo apartado del anexo de cálculo de “Red de Baja Tensión” al que se ha hecho referencia.

Cuando no sea posible el uso de un solo circuito para alimentar a los consumos se desdoblarán en varios hasta conseguirlo, para ello se utilizará el método explicado en el apartado anterior a la *Condición 1* del anexo de cálculo de “Red de Baja Tensión”. En ese caso, la sección de los conductores de todos los circuitos que conforman la línea tendrán la misma sección y mismas características.

Se establecen las siguientes condiciones de instalación:

- La temperatura del terreno será de 25 °C, por lo que su F correspondiente es de valor igual a la unidad. Véase la *Tabla 10* del apartado “*Temperatura del terreno, distinta de 25 °C*” correspondiente al anexo de cálculo de “Red de Baja Tensión”.
- La resistividad térmica del terreno se considera de valor igual a la unidad dado que el suelo se considera de tipo “Seco”. Véase la *Tabla 11* del apartado “*Resistividad térmica del terreno, distinta a 1,5 K*m/W*” correspondiente al anexo de cálculo de “Red de Baja Tensión”.
- El factor de corrección asociado a agrupaciones de cables unipolares está en función de la potencia demandada por la línea. Se escoge el más desfavorable, es decir, si del CT hasta la primera arqueta de derivación hay 6 circuitos juntos el factor de corrección correspondiente será igual a 6 y se aplicará a todas las líneas de reparto. Esto se fundamenta en que no tiene sentido aplicar un factor de corrección menos restrictivo aguas abajo si aguas arriba es más restrictivo y no permite el paso de tanta corriente. Esto se asemeja a los embotellamientos que pueden surgir en un sistema de producción industrial, por mucho que se mejore la velocidad de producción del sistema si el punto de embotellamiento continúa igual el sistema sigue estando restringido. Véase la *Tabla 12* del apartado “*Factores de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares*” del anexo de cálculo de “Red de Baja Tensión”.
- La profundidad de soterramiento que se ha escogido es de 1 m de profundidad correspondiente a la zanja tipo de Iberdrola para 6 tubos colocados en dos planos para recorrido bajo acera, por lo que su F correspondiente es de valor igual a 0,97. Véase la *Imagen 3* del apartado “*Profundidad de soterramiento*” correspondiente al anexo de cálculo de “Red de Baja Tensión”.

El factor de corrección que se establece para cada salida del CT está en función de las salidas que tiene cada transformador. El Fc total para cada uno de ellos resulta de la multiplicación de los asociados a cada uno de los cuatro puntos que se han descrito.

7.6.4.1 CT1

7.6.4.1.1 Transformador 1

TRAFO 1	T°(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res.térm. ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1		0,621

Tabla 10. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 1.

7.6.4.1.2 Transformador 2

TRAFO 2	T°(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	4	1	1	
Fc	1	0,71	1	0,97	0,689

Tabla 11. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 2.

7.6.4.2 CT2

7.6.4.2.1 Transformador 1

TRAFO 1	T°(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1	0,97	0,62

Tabla 12. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 1.

7.6.4.2.2 Transformador 2

TRAFO 2	T°(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	4	1	1	
Fc	1	0,71	1	0,97	0,688

Tabla 13. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 2.

7.6.4.3 CT3

7.6.4.3.1 Transformador 1

TRAFO 1	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1	0,97	0,62

Tabla 14. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 1.

7.6.4.3.2 Transformador 2

TRAFO 2	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	5	1	1	
Fc	1	0,67	1	0,97	0,649

Tabla 15. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 2.

7.6.4.4 CT4

7.6.4.4.1 Transformador 1

TRAFO 1	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1	0,97	0,62

Tabla 16. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 1.

7.6.4.4.2 Transformador 2

TRAFO 2	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	5	1	1	
Fc	1	0,67	1	0,97	0,649

Tabla 17. Factor de corrección total aplicado a las canalizaciones que salen del transformador 2.

- **Alumbrado**

Para el alumbrado público en distribución trifásica se realizará, para cada CT, con sólo una única línea trifásica ya que no precisan más. Por ello, se establecerá el Fc correspondiente a 0,8, especificado en el apartado 3.1.3 “*Cables enterrados en zanja en el interior de tubos o similares*” de la normativa ITC-BT-07.

Para las distribuciones monofásicas de todas las zonas verdes, como desde la salida del cuadro de BT hasta la primera arqueta que dirige cada línea por un ramal, irán 3 tubos juntos en la misma zanja, se establecerá el Fc correspondiente a agrupación de 3 tubos juntos. Posteriormente, cuando sólo exista una línea por ramal se aplicará el Fc de 0,8. Es importante destacar que, no sería necesario aplicar el Fc de 0,8 debido a que el correspondiente a 3 tubos juntos es más restrictivo y se encuentra aguas arriba, por lo que desde cabecera la intensidad de paso se reduce aguas abajo también.

Las demás condiciones serán las mismas que para la red subterránea de parcelas de consumo siendo la única diferencia que la profundidad de instalación será de 0,7 m.

7.7 Arquetas

La misma arqueta de registro será utilizada para el alumbrado y parcelas de consumo cuando discurra por viales.

7.7.1 Parcelas de consumo

Para la distribución de toda la RBT se utilizarán arquetas de paso y de derivación, siendo las primeras sólo para registro y posible derivación de futuros nuevos consumos. Las arquetas de derivación representarán el punto de la red en el que se establecerá una derivación hasta la CGP del cliente.

Se intentará que siempre exista una arqueta a principio de parcela o, a mitad en condición de la distancia, de tal forma que si se dividen las parcelas, esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. Las arquetas serán prefabricadas o de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapas de fundición de 60 cm x 60 cm y con un lecho de arena absorbente en el fondo de ellas y orificio sumidero. A la entrada de las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua. A demás, todas estarán cimentadas sobre la acera y en ningún caso podrán obrarse en zonas de tráfico rodado.

Todas las arquetas deberán estar situadas a una distancia entre ellas menor a 40 m, según establecen las especificaciones del apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21.

7.7.2 Alumbrado

Al tratarse de distribución en BT cada 40 m, como máximo, se instalará una arqueta con las mismas características que para las parcelas de consumo.

Sus dimensiones serán de 60 cm x 60 cm para toda la distribución por viales y de 40 cm x 40 cm para las zonas verdes.

Se instalarán arquetas en todos los cambios de dirección y, además, todos los puntos de luz contarán con su propia arqueta de derivación que, al llegar la línea a esta realizará la derivación a la columna.

El diseño se podría haber realizado sin que cada una de ellas constase de su propia arqueta pero, dadas las dificultades que pueden ocasionar la entrada y salida de los conductores sobre el mismo báculo a la hora de realizar la cimentación (dificultad de instalación o incluso rotura del mismo conductor) se decide instalar una por cada punto de luz.

Estarán construidas con paredes de hormigón en masa H-150 o ladrillo cerámico tomado con mortero de cemento 1:6 y enfoscado y bruñido con mortero de cemento 1:3, estando el fondo constituido por ladrillo cerámico perforado.

Todas las arquetas cuya función sea la de derivación a un punto de luz se encontrarán a una distancia de 15 cm y su posición respecto al báculo será totalmente perpendicular para que los conductores puedan entrar y salir evitando cualquier doblamiento o giro en el mismo punto de luz. Las dimensiones de estas serán de 40 cm x 40 cm.

7.7.3 Puesta a tierra del alumbrado

Al tratarse de un esquema TT todas las masas que puedan llegar a tocar una fase y ponerse a tensión deberán estar conectadas a un electrodo clavado en el suelo.

La máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc.).

La puesta a tierra de las farolas se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. Por ello, 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. Estos se ubicarán en la misma arqueta correspondiente a la luminaria.

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 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- El conductor de protección que une de cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.
- Todas las conexiones de los circuitos de tierra, se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Los electrodos a utilizar no superarán la resistencia de 30 Ω , tal y como establece la normativa ITC-BT-09.

Todos los electrodos de puesta a tierra de protección estarán constituidos por cobre y tendrán una longitud de 2 m y diámetro igual a 14 mm.

En la siguiente tabla se recoge la cantidad de picas total que existe para cada zona y sector alimentado por su respectivo transformador.

	Longitud (m)	Diámetro (mm)	nº picas
Zona Verde 1	2	14	9
Zona Verde 2	2	14	12
Zona Verde 3	2	14	14
CT1TR2	2	14	9
CT2TR2	2	14	14
CT3TR1	2	14	9
CT3TR2	2	14	7
CT4TR1	2	14	14
CT4TR2	2	14	16
TOTAL			104

Tabla 18. Características de las picas de puesta a tierra y cantidad en función de la zona y el transformador que alimenta la zona.

En la *Imagen 3*, obtenida de la página web “*Bloques de Autocad Para Arquitectura*”, se detalla cómo se realizará toda la conexión de puesta a tierra de los puntos de luz.

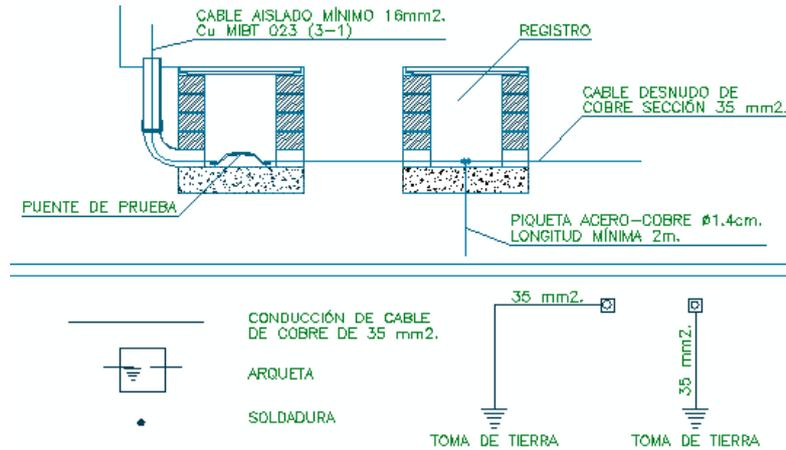


Imagen 3. Puesta a tierra de protección de los puntos de luz. (fuente "Bloques de Autocad Para Arquitectura").

7.8 Cuadros de protección, medida y control

Las líneas de alimentación que van a los puntos de luz, partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente, con corte omnipolar para cada interruptor magnetotérmico, en este cuadro, tanto contra sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos), como contra corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones cuando los equipos instalados lo precisen. La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, que podrán ser de reenganche automático, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ω . No obstante se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ω y a 1 Ω , respectivamente.

Así pues, en el cuadro de protección, medida y control existirá un único diferencial y un interruptor magnetotérmico, este último omnipolar. En caso de ser tripolar y existir cualquier defecto en una de las 3 fases todos los ramales se quedarían sin energía, por lo que si el corte es omnipolar sólo afectará a la línea con el defecto.

Con el objetivo de que un fallo en una de las luminarias no afecte a todas las situadas aguas abajo, en cada una de ellas se instalará un fusible.

Las características de todas las protecciones, calculadas con el programa de cálculo "dmELECT Instalaciones Urbanización" se detallan en la siguiente tabla.

PROTECCIONES ALUMBRADO											
	Fusibles cuadro BT			Diferencial		Int. Aut. Curva C			Fusibles Luminarias		
	In (A)	PdC (kA)	nº	In(dif) (mA)	nº	In (A)	PdC (kA)	nº	In (A)	PdC (kA)	nº
Zona Verde 1	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	17
Zona Verde 2	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	23
Zona Verde 3	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	32
CT1TR2	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	20
CT2TR2	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	24
CT3TR1	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	19
CT3TR2	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	13
CT4TR1	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	24
CT4TR2	25	120	3	30	1	10	15	3	6	120	22
TOTAL			27		10			27			194

Tabla 19. Protecciones a instalar para el alumbrado en los cuadros BT, de protección y mando y en cada punto de luz, por zona y transformador.

La Centralización de contadores se efectuará junto a cada cuadro de protección y maniobra.

A la salida de los mismos y en compartimento independiente se dispondrá el Cuadro de Maniobra y Protección de los circuitos.

Los armarios serán de intemperie, provistos de cerradura con llave para hacerlos inaccesibles a su interior a personas ajenas y anclados al suelo.

En cada Cuadro de Maniobra se dispondrá un reloj eléctrico de un encendido y dos apagados, célula fotoeléctrica y programador astronómico, un conmutador, dos contactores, interruptor general de corte, protección contra contactos indirectos, así como pilotos de señalización y pulsador manual para puesta en marcha en el circuito auxiliar como elementos generales y sin perjuicio de que en cualquier caso puedan añadirse elementos adicionales.

Los cuadros estarán previstos para funcionamiento automático y manual y con posibilidad de accionamiento en caso de avería del citado automatismo.

Dichos cuadros irán alojados en armario de polietileno, anclado al suelo.

Dispondrá de cerradura tipo Ormazábal y candado, y/o llave triangular y candado, en los distintos módulos.

El armario estará anclado sobre una peana de hormigón H-150.

Para la entrada de los conductores de la empresa suministradora se dispondrá de un hueco de 400 x 150 mm. en la base y/o tubos lisos de PVC de 90 mm. de diámetro y 1.8 mm. de espesor.

El equipo de medida estará formado por regleta de verificación, base con cartuchos fusibles calibrados, cuchilla para neutro y contador de activa.

El equipo de regulación estará formado por un equipo estabilizador de tensión de salida.

Todos los elementos se montarán y cablearán sobre placas de Celisol de 3 mm de espesor.

7.9 Equipos eléctricos en los puntos de luz

En base a lo especificado por la normativa *IT-BT-09* se establece lo siguiente:

- Podrán ser de tipo interior o exterior, y su instalación será la adecuada al tipo utilizado.
- Los equipos eléctricos para montaje exterior poseerán un grado de protección mínima IP54, según UNE 20.324 e IK 8 según UNE-EN 50.102, e irán montados a una altura mínima de 2,5 m sobre el nivel del suelo, las entradas y salidas de cables serán por la parte inferior de la envolvente.
- Cada punto de luz deberá tener compensado individualmente el factor de potencia para que sea igual o superior a 0,90; asimismo deberá estar protegido contra sobreintensidades.

7.10 Canalizaciones

7.10.1 Parcelas de consumo

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

La canalización se realizará enterrada bajo tubo y, en la medida de lo posible, se evitarán cambios de dirección. En aquellos puntos de giro en los que se precise realizar un giro con el tubo se dispondrán arquetas de paso con tapa y registrables. En base al apartado 2.1.2 de la normativa *ITC-BT-07 "Redes Subterráneas para Distribución en Baja Tensión"*.

La profundidad de soterramiento y, por consiguiente el F debido a este, es el correspondiente a la zanja tipo de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U para canalización entubada en acera/tierra para disposición de 6 tubos colocados en dos planos. De este modo, el diseño de la distribución tiene en cuenta la reserva de espacio para conducciones de telefonía, canalizaciones de agua, gas etc.

A pesar de que por todas las calles no discurren 6 circuitos por la misma acera se deja preparado para futuras reformas que precisen aumentar el número de circuitos.

El esquema correspondiente a la zanja tipo de Iberdrola nombrada en el anterior párrafo es la que se muestra a continuación. Véase *Imagen 4*.

Canalización entubada con tubos 160 Ø y cables aislados de 0,6/1 kV - 12/20 kV
Colocados en dos planos

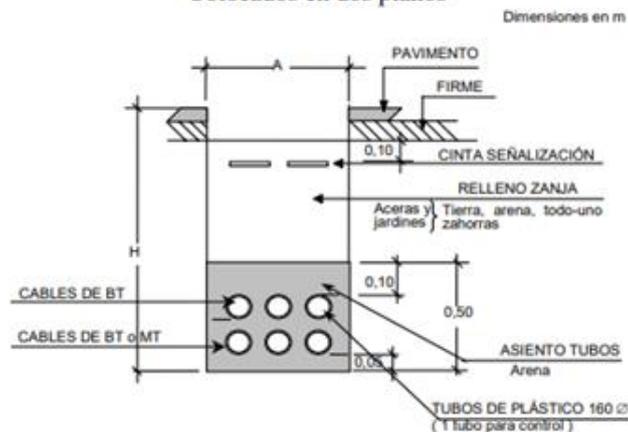


Imagen 4. Canalización de la red de BT para las parcelas de consumo, contando con 6 tubos para cada uno de los circuitos. (fuente MT 2.51.01).

Pese a que la zanja posee una capa de arena entre la base de los tubos de plástico y la profundidad máxima, se ha despreciado esta distancia y se ha aproximado que los tubos están enterrados a una profundidad igual a la de la zanja. Esto se justifica a que se trata de una distancia inapreciable que, teniendo en cuenta la diferencia entre los F para profundidad 0,8 m y 1 m, que proporciona la propia empresa distribuidora, es de 0,02 se descarta la posibilidad de realizar una iteración para obtener el F correspondiente a 0,95 m. Véase *Imagen 3* del apartado "Profundidad por soterramiento". Es por ello, por lo que el F por soterramiento corresponde a la profundidad de 1 m.

Por normativa sólo se podrá instalar un único circuito por tubo, por lo que los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Para todo el proyecto se han utilizado tubos con diámetros de 160 mm. El diámetro exterior mínimo de los tubos en función del número y sección de los conductores se obtendrá de la tabla 9, *ITC-BT-21*.

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61386-24. Las características mínimas serán las indicadas a continuación. Deberán proporcionar las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.
- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos $D > 1$ mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

7.10.2 Alumbrado

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

La canalización se realizará enterrada bajo tubo y, en la medida de lo posible, se evitarán cambios de dirección en ellos. En aquellos puntos de giro en los que se precise realizar un giro con el tubo se dispondrán arquetas de paso con tapa y registrables. En base al apartado 2.1.2 de la *normativa ITC-BT-07 "Redes Subterráneas para Distribución en Baja Tensión"*.

Los tubos de plástico serán de sección circular, lisos, de 90 mm de diámetro como mínimo y 1.8 mm. De espesor, tal que ofrezca la debida resistencia para soportar las prestaciones exteriores (PR mínima de 4 atmósferas).

Deberán ser completamente estancos al agua y a la humedad, no presentando fisuras ni poros. En uno de sus extremos presentarán una embocadura para su unión por encolado.

Los tubos responderán en todas sus características a la norma UNE 53.112.

Los tubos de hormigón serán completamente impermeables al agua y a la humedad y estarán forjados en moldes metálicos. Serán de sección circular y tendrán el diámetro interior mínimo de 100 mm. Su longitud mínima será de 1 m. y estarán dotados de embocadura macho y hembra en sus extremos para facilitar el reajustado que será estanco y ejecutado con mortero de cemento de 350 kg.

Los tubos de hierro serán de fundición, de sección circular y embocadura roscada, y responderán en todas sus características a la norma UNE 19.043.

Sólo existirá un circuito por tubo y este irá enterrado en la misma zanja que los conductores de que alimentan a todas las parcelas de consumo.

Se instalarán cumpliendo con la distancia mínima de 0,7 m del suelo.

7.11 Cruzamientos y paralelismos

7.11.1 Cruzamientos y casos especiales

En los cruces de calzadas o en cruces especiales las zanjas serán de 0,60 m. de ancho y 1,20 metros de profundidad. El cable irá alojado en tubos adecuados, que estarán hormigonados y serán de fibrocemento, XLPE, etc. de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable y 15 cm., como mínimo. El número mínimo de tubos a colocar será de tres. Cuando se alojen varios cables en un cruce, será preciso disponer, como mínimo, de un tubo de reserva.

Cuando una canalización discurra paralelamente a conducciones de otros servicios (agua, gas, teléfonos, telecomunicación, vapor, etc.) se guardará una distancia mínima de 20 cm. y lo indicado en la *MI BT 006*.

En los cruzamientos con otros servicios, la distancia mínima será de 25 cm.

Cuando en una misma zanja coincidan más de un cable, la distancia entre los mazos que forman cada línea será, como mínimo, 0,20 cm.

7.11.2 Paralelismos

7.11.2.1 Calles y carreteras.

Para estos casos, los conductores serán colocados en el interior de tubos protectores de PVC, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre y cuando sea posible, el cruce será perpendicular al eje del vial.

7.11.2.2 Otros cables de energía eléctrica.

Cuando sea posible los cables de BT discurrirán por encima de los de AT.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

7.11.2.3 Cables de telecomunicación.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada según lo prescrito en el apartado 8.2.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

7.11.2.4 Canalizaciones de agua y gas.

Cuando por condiciones físicas sea posible, los cables de energía se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m.

Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce.

7.11.2.5 Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas según lo prescrito en el apartado 8.2.

7.12 Sistemas de protección

Toda la RBT quedará protegida mediante fusibles que garanticen las protecciones necesarias para los siguientes fallos:

- Sobreintensidades
- Protección a sobrecargas

- Protección a cortocircuitos trifásicos, siendo este el más desfavorable para la BT

Los sistemas de protección se explican y detallan en el apartado de “*Sistemas de protección*” del apartado de “*Cálculo de Centros de Transformación*” de esta memoria.

A parte de todo esto, para la red de alumbrado se instalará una protección individual para cada línea, con corte omnipolar, en el mismo cuadro de protección, medida y control, tanto para sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos), como para corrientes de defecto a tierra y contra sobretensiones. Así pues, se instalará un fusible para cada línea, en el cuadro de BT de 230 V del trafo, y un interruptor diferencial con posible reenganche automático de como máximo 300 mA, garantizando que en caso de defecto sea de 24 V con una resistencia máxima del electrodo de puesta a tierra de 30 Ω . Se considerará como resistividad del terreno la misma que para la PaT de los CTs, 60 Ω *m.

7.13 Puesta a tierra de protección

Aplicado sólo al alumbrado, ya que es la única instalación de consumo que se diseña, al tratarse de distribución TT será necesario que todas las masas que puedan llegar a estar en contacto con una fase en caso de defecto deban estar puestas a tierra.

Por ello y por lo explicado en el anterior apartado, la puesta a tierra se realizará a través de la conexión de la farola a una pica a tierra. Existirá una pica cada cinco farolas, instalándose en la primera de estas y en la misma arqueta de derivación.

Las configuraciones tendrán las siguientes características:

- $V_{\text{máx}}(\text{defecto})$ 24 V
- R 30 Ω

El conductor que une la farola al electrodo consta de lo siguiente:

- Aislamiento 450/750 V
- Color Amarillo-Verde
- Sección mínima 16 mm²

7.14 Puesta a tierra del neutro

El conductor neutro, de las redes subterráneas de distribución pública, se conectarán a tierra en el centro de transformación, en la forma prevista en el *Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación*. Fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra y mantener la referencia de 0 V en caso de rotura del conductor neutro que va desde el CT hasta el consumo, según el REBT.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, por lo menos cada 200 m.; preferentemente en todas las cajas generales de protección y medida, como es el caso de este proyecto. Dicha puesta a tierra consistirá en una pica y un flagelo de cable desnudo de unos 3 m de longitud enterrados en la misma zanja que los cables y unidos al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm² de Cu, como mínimo según establece el apartado 10 “*Puesta a tierra del neutro*” de la normativa *MT 2.51.01 “Proyecto Tipo de Línea Subterránea de Baja Tensión”* de la empresa distribuidora, Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.

El conductor neutro, a diferencia de los conductores que llegan a la CGP, no podrá ser interrumpido ni presentará ningún dispositivo de corte, como es un fusible, en las redes de distribución, salvo que esta interrupción sea realizada por alguno de los dispositivos siguientes:

- Interruptores o seccionadores omnipolares que actúen sobre el neutro, al mismo tiempo que en las fases (corte omnipolar simultáneo) o que establezcan la conexión del neutro antes que las fases y desconecten éstas antes que el neutro.
- Uniones amovibles en el neutro próximas a los interruptores o seccionadores de los conductores de fase, debidamente señalizados y que sólo puedan ser maniobradas mediante herramientas adecuadas, no debiendo, en este caso, ser seccionado el neutro sin que lo estén previamente las fases, ni conectadas éstas sin haberlo sido previamente el neutro.

De este modo, en caso de que el conductor neutro que llega desde el CT hasta el punto de consumo fuese seccionado por trabajos operarios o por deterioro del mismo, el punto de consumo seguirá teniendo la referencia de tensión de 0 V. Si no se pusiera el refuerzo existirían desequilibrios de caída de tensión en los equipos de consumo, ya que se conectarían en serie a las series R,S y T. Como consecuencia, en un consumo aparecería una caída de tensión más elevada de la que debería, pudiendo romper los materiales aislantes internos y deteriorando o incluso quemando los equipos; mientras que en el otro sería menor que en condiciones normales. La suma de ambas caídas de tensión sería la tensión compuesta entre fases, es decir, 400 V.

7.15 Ubicación de los equipos de medida

Los contadores se ubicarán de forma individual para cada abonado, lo que equivale a decir, para cada parcela.

A fin de facilitar la toma periódica de las lecturas que marquen los contadores, para que las facturaciones respondan a consumos reales, aquellos quedarán albergados en el interior de un módulo prefabricado homologado, ubicado en la linde o valla de parcela con frente a la vía de tránsito.

Este módulo deberá estar lo más próximo posible de la caja general de protección, pudiendo constituir nichos de una sola unidad, convirtiéndose así en una caja general de protección y medida, sin perjuicio de las dimensiones que ambas deban mantener para cumplir normalmente su propia función. Este módulo deberá disponer de aberturas adecuadas y deberá estar conectado mediante canalización empotrada hasta una profundidad de 1 m. bajo la rasante de la acera. Al ubicarse en la valla circundante de la parcela, dicho módulo estará situado a 0,50 m. sobre la rasante de la acera.

Las cajas de protección y medida serán de material aislante de clase A, resistentes a los álcalis, autoextinguibles y precintables. La envolvente deberá disponer de ventilación interna para evitar condensaciones. Tendrán como mínimo en posición de servicio un grado de protección IP-433, excepto en sus partes frontales y en las expuestas a golpes, en las que, una vez efectuada su colocación en servicio, la tercera cifra característica no será inferior a siete.

El cálculo y diseño de los fusibles de la Caja de Protección-Medida y Acometida a cada abonado se realizará en función de la potencia real demanda por dicha instalación.

7.16 Previsión de potencia para los CTs

Teniendo en cuenta la potencia que el ayuntamiento preve se realizará una estimación de la cantidad de centros de transformación que será necesario instalar para abastecer todo el polígono.

Así pues, se contaba con una potencia total de 4.211 kW para industria, 55 kW para zonas de equipamientos y 17,046 kW correspondientes al alumbrado público. Por todo ello, se estimó la cantidad de dos CTs prefabricados de la casa ORMAZABAL con dos transformadores de 630 kVA cada uno, sumando una potencia total de 1.260 kVA por CT y otros dos ubicados en los edificios de consumo, sumando entre los cuatro un total de 5.040 kVA, totalmente capaz de abastecer a todo el polígono. Los CTs cuentan con más potencia de la que precisan previendo que se puedan aumentar los consumos.

Todos los centros de transformación son propiedad de la compañía distribuidora Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.

Los dos primeros, CT1 y CT2, se emplazan en las zonas de parques y jardines, cada uno de ellos en uno. De este modo, al estar los CTs separados facilita la distribución del polígono por zonas de consumo y no existe la necesidad de pedir permisos a los propietarios de las naves industriales para instalar un CT en local. Estos dos, cuentan con unos coeficientes de simultaneidad de valor igual a la unidad debido a que las superficies que abastecen son más pequeñas, tal y como se ha comentado en el apartado 7.4 *Distribución de las potencias en función de la parcela*

Distribución de las potencias en función de la parcela De este documento.

A continuación, en la *Tabla 20*, se detalla las parcelas a las que han de suministrar la potencia trifásica a tensión de 400 V fase-fase y frecuencia industrial de 50 Hz. A cada parcela se la denominará con un decimal, indicando su arqueta de derivación.

CT 1	Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
	1-1	3.1	112	1	767	852,22
	1-2	1.1-2.1	160	1		
	1-3	14.2	92	1		
	1-4	14.1-15.1-16.1-17.1	247	1		
	1-5	4.1-5.1-6.1-7.1	156	1		
CT 2	Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
	2-1	E.2-E.3-17.2-20.1	178	1	830	922,22
	2-2	30.1-31.1-32.1	188	1		
	2-3	E.1-25.1	165	1		
	2-4	26.1-2.17-29.1	168	1		
	2-5	28.1-29.2	131	1		

Tabla 20. Potencia por salida y parcela a las que suministran los CT1 y CT2.

Siendo los puntos, 32.1, los que indican las arquetas de derivación que alimenta cada línea debido a que algunas parcelas, por su elevada potencia, precisan más de una. De este modo, se consigue no sobrecargar más un centro de transformación que otro, del mismo modo que las líneas que salen de este eliminando las sobrecargas en líneas que provocan desequilibrios. El recorrido que efectúan las líneas, nudo a nudo referente al transformador que las alimenta, se encuentra en el apartado CT1 y CT2 del anexo de cálculo *“Red de Baja Tensión”*.

Por el contrario, los CTs 3 y 4 se encuentran instalados en local, es decir, en la misma nave industrial debido a que no existe espacio suficiente en los alrededores. Teniendo en cuenta lo explicado para los CTs 1 y 2 estos también se encuentran separados entre sí para una mejor distribución de los CTs. Así pues, lo que se consigue es emplazar un CT en cada esquina del polígono, véase *Plano RBT-01* del apartado de “Planos”. Ambos centros de transformación, por lo explicado en el apartado 7.4 *Distribución de las potencias en función de la parcela*

Distribución de las potencias en función de la parcela de este documento tienen un coeficiente de simultaneidad de valor igual a 0,6.

A continuación, en la *Tabla 21*, se detalla las parcelas a las que han de suministrar la potencia trifásica a tensión de 400 V fase-fase y frecuencia industrial de 50 Hz.

CT 3	Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
	3-1	21.1-23.1	177	0,6	804,6	894
	3-2	21.2	119	0,6		
	3-3	8.1-9.1-18.1	165	0,6		
	3-4	6.2-10.1	174	0,6		
	3-5	12.1-13.1	152	0,6		
	3-6	11.1	135	0,6		
	3-7	19.1-20.2	113	0,6		
	3-8	22.1-24.1	162	0,6		
	3-9	22.2-22.3	144	0,6		
CT 4	Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
	4-1	31.2-34-35.1	176	0,6	816	906,66
	4-2	37.1-38.1-39.1	156	0,6		
	4-3	42.1-46-47.1-47.2	173	0,6		
	4-4	42.2-42.3-43-44-45.1	193	0,6		
	4-5	42.4-42.5	106	0,6		
	4-6	37.2-40.1	127	0,6		
	4-7	41.1-41.2	160	0,6		
	4-8	35.2-36.1	129	0,6		
	4-9	32.2-33.1	140	0,6		

Tabla 21. Potencia por salida y parcela a las que suministran los C3 y CT4.

El recorrido que efectúan las líneas, nudo a nudo referente al transformador que las alimenta, se encuentra en el apartado CT3 y CT4 del anexo de cálculo “*Red de Baja Tensión*” y en el plano RBT-01 del apartado de planos.

Con todo ello y, sumando la potencia correspondiente al alumbrado calculado en el anexo de cálculo de redes de baja tensión, se obtiene la siguiente potencia para cada CT.

- **CT1: 767 kW+4,02 kW = 771 kW.**
- **CT2: 830 kW+3,97 kW = 834 kW.**
- **CT3: 804,6 kW+3,38 kW = 808 kW.**
- **CT4: 816 kW+5,01 kW = 821 kW.**

7.17 Longitud, sección, C.d.t y diámetro del tubo protector por salida de cada CT.

Teniendo en cuenta todos los puntos que engloban el apartado de “*Baja Tensión*” descrito en este documento y, lo detallado a lo largo del anexo de cálculo “*Red de Baja Tensión*” las especificaciones de los conductores y el tubo asociado a estos son las mostradas a continuación en la *Tabla 22*. Véase la *Tabla 22* en la siguiente página.

Memoria

CT1	TRANSFORMADOR	SALIDAS	LONGITUD (m)	C.d.t (%)	SECCIÓN (mm ²)	DIAMETRO TUBO (mm)
	1	1-1	35	0,23	2(3x240+120)	2(160)
		1-2	132	1,14	2(3x240+120)	2(160)
		1-5	96	0,77	2(3x240+120)	2(160)
		1-5	233	1,47	2(3x240+120)	2(160)
	2	1-3	83	0,88	3(3x240+120)	3(160)
		1-4	135	0,76	3(3x240+120)	3(160)
CT2	TRANSFORMADOR	SALIDAS	LONGITUD (m)	C.d.t (%)	SECCIÓN (mm ²)	DIAMETRO TUBO (mm)
	1	2-3	119	1,05	2(3x240+120)	2(160)
		2-4	222	1,93	2(3x240+120)	2(160)
		2-5	276	1,94	2(3x240+120)	2(160)
	2	2-1	128	1,05	2(3x240+120)	2(160)
		2-2	178	1,69	2(3x240+120)	2(160)
CT3	TRANSFORMADOR	SALIDAS	LONGITUD (m)	C.d.t (%)	SECCIÓN (mm ²)	DIAMETRO TUBO (mm)
	1	3-3	134	1,3	3x240+120	160
		3-2	76	0,63	3x240+120	160
		3-8	91	0,8	3x240+120	160
		3-9	216	1,87	3x240+120	160
		3-1	23	0,12	2(3x240+120)	2(160)
	2	3-7	146	1,11	3x240+120	160
		3-5	40	0,38	3x240+120	160
		3-6	65	0,61	3x240+120	160
		3-4	153	0,88	2(3x240+120)	2(160)
CT4	TRANSFORMADOR	SALIDAS	LONGITUD (m)	C.d.t (%)	SECCIÓN (mm ²)	DIAMETRO TUBO (mm)
	1	4-7	95	0,71	3x240+120	160
		4-6	196	1,26	3x240+120	160
		4-2	112	0,64	3x240+120	160
		4-1	172	0,79	2(3x240+120)	2(160)
		4-8	92	0,7	3x240+120	160
	2	4-9	68	1,33	3x240+120	160
		4-3	198	0,79	2(3x240+120)	2(160)
		4-4	95	0,82	3x240+120	160
		4-4	142	1,12	3x240+120	160
		4-5	241	1,64	3x240+120	160

Tabla 22. Características para cada salida de cada transformador de los cuatro CTs a emplazar.

7.18 Análisis de soluciones

7.18.1 Alternativas estudiadas

Otra alternativa que se ha estudiado es la de preparar todo el polígono para una potencia igual a la marcada en el REBT. Detallado en el REBT 2020 en el punto 4.2. “Se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de 10 350 W a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.” para edificios destinados a concentración de industrias. Por consiguiente, en el presente proyecto se contempla la posibilidad de que en un futuro se pudiese aumentar la potencia. Es por ello, por lo que se ha realizado la previsión de potencia según REBT para cada instalación en base a su superficie, véase *Tabla 23*, resultando en 8.035 kVA = 7.206 kW del sector industrial que, sumado a los 55 kW de los equipamiento social, cultural y deportivo junto con el alumbrado público de 17,046 kW hacen un total de 8.087 kVA = 7.278 kW.

Teniendo en cuenta el REBT las potencias que se verían afectadas serían únicamente las correspondientes al sector industrial.

Parcela	S (m ²)	P (kW)	Parcela	S (m ²)	P (kW)
1	1055,96	132	25	2404,60	301
2	795,32	99	26	995,40	124
3	1283,10	160	27	822,88	103
4	570,87	71	28	1188,86	149
5	265,70	33	29	1615,60	202
6	2272,07	284	30	498,57	62
7	344,53	43	31	1909,93	239
8	1099,20	137	32	1494,09	187
9	288,74	36	33	832,45	104
10	1683,57	210	34	535,93	67
11	1494,19	187	35	1443,82	180
12	943,73	118	36	844,28	106
13	915,88	114	37	1285,67	161
14	2852,98	357	38	990,94	124
15	1184,53	148	39	955,16	119
16	459,78	57	40	1500,13	188
17	1647,84	206	41	2152,39	269
18	650,63	81	42	3632,00	454
19	410,10	51	43	329,85	41
20	1976,30	247	44	329,85	41
21	2419,45	302	45	329,85	41
22	2976,69	372	46	542,14	68
23	689,24	86	47	1428,53	179
24	1306,36	163			
Potencia total					7.206,21

Tabla 23. Previsión de potencia para las parcelas industriales conforme a la normativa del REBT, con coeficiente de simultaneidad de 1.

Como se puede observar en la *Tabla 23* al ser tan elevada la demanda no sería posible abastecer todo el polígono con tan sólo los 4 centros de transformación planteados.

Manteniendo la misma asignación de consumos para cada CT que la que se detalla en el apartado *7.16 Previsión de potencia para los CTs* para cada CT por separado, se detalla la siguiente tabla comparativa.

CT	P (instalada) (kW)	P REBT (kW)	Dif. (kW)	Pt(necesaria) (kW)	St(necesaria) (kVA)
1	1.260	1.503	243	2.912	3.236
2	1.260	1.654	394		
3	1.260	2.300	1.040		
4	1.260	2.495	1.235		

Tabla 24. Comparación potencia total instalada y la necesaria para cubrir la esperada según REBT.

De este modo, se observa que la potencia total necesaria expresada como la suma de la diferencia de la P(REBT) con la P(instalada), Pt(necesaria), es muy superior a las capacidades de todos los CTs. Por consiguiente se plantean las siguientes alternativas para abastecer los nuevos consumos.

Nuevo centro de transformación: Este nuevo centro de transformación se instalaría en la rotonda denominada “R”, véase el *Plano RBT-01* del apartado de Planos”, de este modo tiene la capacidad de distribuir todas las líneas de BT por la avenida central del polígono industrial de forma ramificada a modo de esquema de “árbol” y disminuir la longitud de estas dado que se emplazarán en el centro geométrico de toda la zona. Así pues, la conexión en MT se realizará a través del CT3 y, entrando en el nuevo CT saldrá hacia el CT4.

Constará de dos transformadores de potencia unitaria 630 kVA con posibilidad de aumentarse a 1.000 kVA. La potencia total de este será de 1.260 kVA, siendo un centro de transformación de envolvente de hormigón prefabricado de la casa ORMAZABLA, modelo PFU-5. De este modo, se podrían llegar a cubrir hasta 2.000 kVA, quedando 1.236 kVA todavía por abastecer. Este CT nuevo se destinaría a todos aquellos consumos que, por unidad de parcela, no superasen los 100 kW, siendo que la empresa distribuidora obliga a la construcción de un centro de transformación de abonado a todo cliente que supere 100 kW de potencia contratada. En el proyecto, todo y que habiendo aplicado los coeficientes de corrección siguen existiendo consumos mayores a lo que rige Iberdrola Distribución Eléctrica, no quiere decir que vaya a ser la potencia que contraten. Esta última, será menor.

Por consiguiente, todo cliente que supere este límite estará obligado a construirse su propio CT pero, será la empresa distribuidora la que le aporte las líneas de MT. En el presente proyecto, como se puede observar en el *Plano RMT-01* y *RMT-04* del apartado de Planos, se distribuye como mínimo una LSMT por todas las calles centrales del polígono, por lo que no existiría ningún problema de enlace.

Así pues, solamente con las dos LMT que llegan a la zona de consumo sería totalmente capaz de abastecer toda la demanda especificada por el REBT.

8 Centros de transformación

8.1 Objetivos y alcance

En este apartado, referente al anexo de cálculo “Centros de Transformación”, se recogen los datos más significativos del cálculo de los cuatro CTs que se van a construir y se justifican todas las decisiones tomadas.

8.2 Normas y referencias aplicables

En base al ámbito de cálculo de este apartado, diseño de cálculo de los centros de transformación, las normativas y referencias aplicables que proceden son las siguientes:

Normas Generales:

- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 222/2008 de 15 de febrero, por el que se establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica
- Real Decreto 1432/2008 de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión
- Real Decreto Legislativo 1/2008 de 11 de enero, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos
- Real Decreto 1131/88 de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1308/86 de Evaluación de Impacto Ambiental
- Real Decreto 105/2008, de 1 de Febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora, Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Las diferentes normas particulares de la Comunidad Autónoma Valenciana que han aplicado son las que se muestran a continuación:

- Orden 9/2010, de 7 de abril, de la Consellería de Infraestructuras y Transporte, por la que se modifica la Orden de 12 de febrero de 2001, de la Consellería de Industria y Comercio, por la que se modifica la de 13 de marzo de 2000, sobre contenido mínimo en proyectos de industrias e instalaciones industriales. (DOCV de 16/4/10)
- Decreto 88/2055, de 29 de abril, del Consell de la Generalitat, por el que se establecen los procedimientos de autorización de instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica que son competencia de la Generalitat. (DOCV de 5/5/05)
- Decreto 32/2006, de 10 de marzo, del Consell de la Generalitat, por el que se modifica el Decreto 162/1990, de 15 de octubre, del Consell de la Generalitat, por el que se aprobó el Reglamento para la ejecución de la Ley 2/1989, de 3 de marzo, de la Generalitat, de Impacto Ambiental.
- Ley 4/1998, de 11 de junio, del Patrimonio Cultural Valenciano. (DOGV de 18/6/98)
- Ley 4/2004 de 30 de junio, de la Generalitat, de Ordenación del Territorio y Protección del Paisaje. (DOCV de 2/7/04)
- Decreto 120/2006 de 11 de agosto, del Consell, por el que se aprueba el Reglamento de Paisaje de la Comunitat Valenciana. (DOCV de 16/8/06)

- Ley 2/89 de 3 de marzo, de la Generalitat Valenciana, de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOGV de 8/3/89)
- Decreto 162/90 de 15 de octubre, por el que se aprueba la ejecución de la Ley 2/89, de 3 de marzo, de Evaluación de Impacto Ambiental. (DOGV de 30/10/90)
- Ley 3/93 de 9 de diciembre, de la Generalitat Valenciana, Forestal de la Comunidad Valenciana.
- **Ley 3/1995** de 23 de marzo, de *Vías Pecuarias*.
- **Decreto 7/2004** de 23 de enero, del Consell de la Generalitat, por el que se aprueba el pliego general de normas de seguridad en prevención de incendios forestales a observar en la ejecución de obras y trabajos que se realicen en terreno forestal o en sus inmediaciones. (DOGV de 27/1/04)
- **Resolución de 15 de octubre de 2010**, del Conseller de Medio Ambiente, Agua, Urbanismo y Vivienda y vicepresidente tercero del Consell, por la que se establecen las zonas de protección de la avifauna contra la colisión y electrocución, y se ordenan medidas para la reducción de la mortalidad de aves en líneas eléctricas de alta tensión. (DOCV de 5/11/10)

Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- **CEI 62271-202** **UNE-EN 62271-202**

Centros de Transformación prefabricados.

- **NBE-X**

Normas básicas de la edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de aparataje eléctrica:

- **CEI 62271-1** **UNE-EN 62271-1**

Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de Alta Tensión.

- **CEI 61000-4-X** **UNE-EN 61000-4-X**

Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- **CEI 62271-200** **UNE-EN 62271-200**

Aparata bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- **CEI 62271-102** **UNE-EN 62271-102**

Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- **CEI 62271-103** **UNE-EN 62271-103**

Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- **CEI 62271-105** **UNE-EN 62271-105**

Combinados interruptor - fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- **CEI 60076-X**

Transformadores de Potencia.

- **UNE 21428-1-1**

Transformadores de Potencia.

- Reglamento (UE) N° 548/2014 de la Comisión de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes (Ecodiseño)

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (aceite):

- **EN 50464-2-1:2007**

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV (Ratificada por AENOR en marzo de 2008).

- **UNE 21428-X-X**

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material hasta 36 kV.

- **UNE 21428**

Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en baja tensión de 50 a 2 500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

8.3 Tipo de transformador

Los cuatro centros de transformación son de la compañía distribuidora Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. Todos los transformadores que conforman cada uno de los CTs tendrán las siguientes características:

- Reductores con relación de transformación 20/0,42 kV.
- Dos transformadores de potencia nominal de 630 kVA.
- Conexión estrella-triángulo, D y11.
- Dos cuadros para BT para dos niveles de tensión, 400 V entre fases para trifásica y 230 V fase-neutro para monofásica. Cada uno de ellos cuenta con capacidad para abastecer 8 líneas. En función del CT.
- Dieléctrico aceite mineral, cumpliendo con las especificaciones en la norma interna de la empresa distribuidora NI 72.30.00.
- Regulación en el primario: + 2,5 %, + 5 %, + 7,5 %, + 10 %
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4 %

8.4 Tipo de centro

Los CT1 y CT2 serán del tipo prefabricados con envolvente de hormigón de la marca ORMAZABAL, del tipo *pfu.5/20* y, el CT3 y CT4 serán de obra en local.

El suministro de energía se realizará por la compañía i-DE (Iberdrola Distribución Eléctrica) a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Ningún centro reserva de hueco para futuros transformadores, por lo que no serán ampliables.

Los tipos generales de equipos de Media Tensión empleados en este proyecto son los siguientes:

- **cgmcosmos:** Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Siendo que los CT1 y CT2 son idénticos entre ellos en cuanto a características físicas y eléctricas y, los CT3 y CT4 también respectivamente, el presente documento se realizará para cada CT tipo y no para cada uno por separado.

8.5 CT1 y CT2

8.5.1 Emplazamiento

8.5.1.1 CT1

El centro de transformación CT1 se emplazará en la zona de parque y jardín (zona verde 2) de la manzana 4 que da a la “Calle nº5”, véase *Plano RBT-01* del apartado de Planos de este documento, del polígono industrial “La Closa” en proyecto.

8.5.1.2 CT2

El centro de transformación CT2 se emplazará en la zona de parque y jardín (zona verde 3) de la manzana 7 que da a la “Calle nº4”, véase *Plano RBT-01* del apartado de Planos de este documento, del polígono industrial “La Closa” en proyecto.

8.5.2 Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.

En base a los diferentes esquemas de distribución que existen: TT, IT y TN; se ha optado por el TT dado las diferentes ventajas que este presenta, siendo el más común en España y las recomendaciones de la empresa distribuidora. Consiste en conectar el neutro del transformador a tierra a través de un electrodo con resistencia y, todas las masas del consumo también. De esta manera, en caso de una derivación de una fase-masa en el punto de consumo la intensidad de defecto será más baja que si el neutro está aislado. Otra de las ventajas de este sistema es que los dispositivos de protección son capaces de detectar el fallo antes de que nadie entre en contacto con la masa a tensión. Véase *Imagen 5* a continuación.

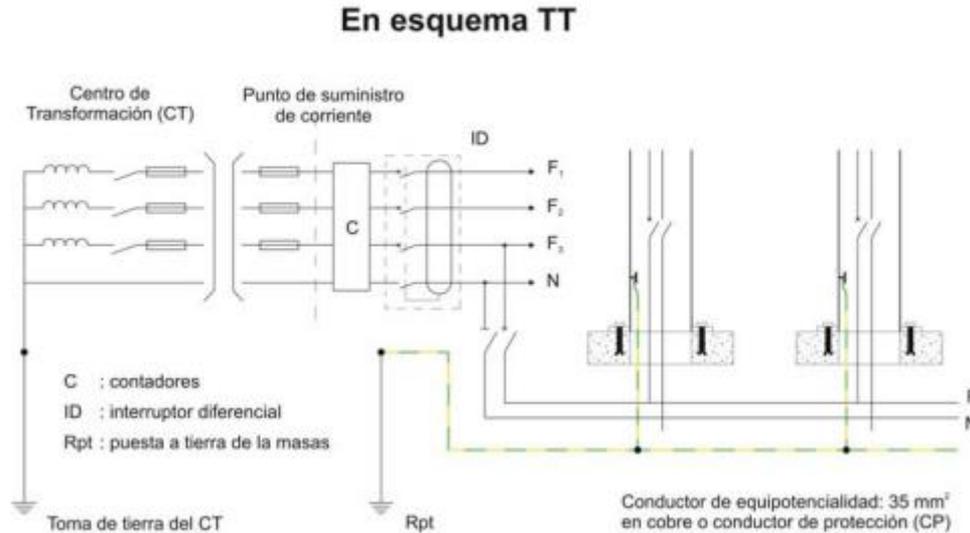


Imagen 5. Representación de un esquema TT. (fuente REBT).

El conductor neutro que va a tierra estará formado por un único conductor de Cu aislado, de 50 mm² de sección, tipo DN-RA 0,6/1 kV, especificado en la NI 56.31.71 unido a la configuración de la puesta a tierra escogida.

Según las recomendaciones de UNESA, se recomienda que para un sistema de distribución TT, como es este, la resistencia de la puesta a tierra del conductor neutro del transformador ha de ser menor a 37 Ω.

Siguiendo el procedimiento detallado en el apartado de “Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S” y, con el cálculo realizado en el apartado en el apartado de “Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S” del apartado CT1, ambos del anexo de cálculo “Cálculo Centros de Transformación”, se obtiene el siguiente valor:

$$R_n = 8,22 \Omega$$

Para la configuración de puesta a tierra **UNESA 40-30/5/00**.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 4 m x 3 m
- Longitud de la pica: 0 m
- Número de picas: 0
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Resistencia Kr= 0,1370
- Tensión de paso Kp= 0,0287
- Tensión de paso en acceso Kp(acc)= 0,0858

8.5.3 Puesta a tierra de las masas del CT, PaT-P.

Teniendo en cuenta las condiciones que han de darse y que se detallan en el apartado “*Puesta a tierra de las masas (PaT-P) del CT*” y subapartado “*Puesta a tierra de las masas (PaT-P) del CT*” del apartado “CT1” del anexo de cálculo “Centros de Transformación” se obtienen el valor de la resistencia de puesta a tierra.

$$R_t = 5,04\Omega$$

Para la configuración escogida para la PaT-P se corresponde con la configuración **UNESA 70-25/5/42**.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 7,5 m x 2,5 m
- Longitud de la pica: 2 m
- Número de picas: 4
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Resistencia $K_r = 0,084$
- Tensión de paso $K_p = 0,0186$
- Tensión de paso en acceso $K_p(\text{acc}) = 0,0409$

Así pues, se verifican las dos condiciones:

$$V_d < V_{bt}$$

$$2.247,41 \text{ (V)} < 10.000 \text{ (V)}$$

$$I_d > I_a$$

$$445,91 \text{ (A)} > 150 \text{ (A)}$$

8.5.4 Tensiones en el interior, exterior y acceso a la instalación

Según los cálculos realizados en los subapartados “*Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación*”, “*Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación*” y “*Cálculo de las tensiones en el acceso a la instalación*” del apartado CT1 del anexo de “*Cálculo Centros de Transformación*” se comprueba que todas las condiciones cumplen. Véase la *Tabla 25* a continuación.

	Voltios (V)	Condición		Voltios (V)	Verificación
Vpm(int)	498	<	Vp_adm(int)	121.440	CUMPLE
Vcm(int)	1.094	<	Vc_adm(int)	3.432	CUMPLE
Up(med)(int)	26	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(ext)	498	<	Up_adm(ext)	28.301	CUMPLE
Up(med)(ext)	366	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(acc)	1.094	<	Up(acc)adm (V)	53.750	CUMPLE
Up(med)acc (V)	107	<	Uca	528	CUMPLE

Tabla 25. Resultados de las verificaciones de todas las condiciones a tener en cuenta para CT1 y CT2.

8.5.5 Separación PaT-P y PaT-S

Las puestas a tierra se encontrarán separadas por una distancia mínima de **3,55 m.**

8.6 CT3 y CT4

8.6.1 Emplazamiento

8.6.1.1 CT3

El centro de transformación CT3 se emplazará en la zona de parque y jardín de la manzana 6 que da a la “Calle nº5”, véase *Plano RBT-01* del apartado de Planos de este documento, del polígono industrial “La Closa” en proyecto.

8.6.1.2 CT4

El centro de transformación CT4 se emplazará en la zona de parque y jardín de la manzana 9 que da a la “Calle nº3”, véase *Plano RBT-01* del apartado de Planos de este documento, del polígono industrial “La Closa” en proyecto.

8.6.2 Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.

En base a lo explicado en el apartado 8.5.2 *Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.* para el CT3 y CT4 se obtiene, teniendo en cuenta los cálculos realizados en el subapartado de “Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S”

del apartado CT3, el valor de la resistencia de puesta a tierra para el neutro del transformador.

$$R_n = 8,22 \Omega$$

Para la configuración **UNESA 40-30/5/00**.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 2,5 m x 2,5 m
- Longitud de la pica: 0 m
- Número de picas: 0
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Constante para cálculo de la Resistencia $K_r = 0,1370$
- Constante de tensión de paso $K_p = 0,0287$
- Constante de tensión de paso en acceso $K_p(\text{acc}) = 0,0858$

8.6.3 Puesta a tierra de las masas del CT, PaT-P.

En base a lo explicado en el apartado 1.1.1

Puesta a tierra de las masas del CT, PaT-P. Para el CT3 y CT4 se obtiene, teniendo en cuenta los cálculos realizados en el subapartado de “*Puesta a tierra de las masas (PaT-P) del CT*” del apartado CT3, el valor de la resistencia de puesta a tierra para las masas.

$$R_t = 6.96 \Omega$$

Para la configuración **UNESA 25-25/8/42**.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 2,5 m x 2,5 m
- Longitud de la pica: 2 m
- Número de picas: 4
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Resistencia $K_r = 0,116$
- Tensión de paso $K_p = 0,0201$
- Tensión de paso en acceso $K_p(\text{acc}) = 0,0612$

Así pues, se verifican las dos condiciones:

$$V_d < V_{bt}$$

$$3.051,57 \text{ (V)} < 10.000 \text{ (V)}$$

$$I_d > I_a$$

$$438,44 (A) > 150(A)$$

8.6.4 Tensiones en el interior, exterior y acceso a la instalación

Según los cálculos realizados en los subapartados “Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación”, “Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación” y “Cálculo de las tensiones en el acceso a la instalación” del apartado CT3 del anexo de “Cálculo Centros de Transformación” se comprueba que todas las condiciones cumplen.

	Voltios (V)	Condición		Voltios (V)	Verificación
Vpm(int)	474	<	Vp_adm(int)	121.440	CUMPLE
Vcm(int)	1.236	<	Vc_adm(int)	3.432	CUMPLE
Up(med)(int)	25	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(ext)	474	<	Up_adm(ext)	28.301	CUMPLE
Up(med)(ext)	348	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(acc)	1.236	<	Up(acc)adm (V)	53.750	CUMPLE
Up(med)acc (V)	121	<	Uca	528	CUMPLE

Tabla 26. Resultados de las verificaciones de todas las condiciones a tener en cuenta para CT3 y CT4.

8.6.5 Separación PaT-P y PaT-S

Las puestas a tierra se encontrarán separadas por una distancia mínima de **3,49 m.**

8.7 Instalación eléctrica

Todos los centros de transformación contarán con las siguientes características:

8.7.1 Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimentan los centros de transformación tiene una tensión de 20 kV y frecuencia 50 Hz.

Las dos acometidas que llegan desde los apoyos de fin de línea de las LAMT CV-300 y LAMT-1, a los CT1 y CT3, son subterráneas y se definen en el anexo de

cálculo de “*Redes Subterráneas de Alta Tensión*” para cada una de ellas. El CT1 será alimentado por la LSMT CV-300 y el CT3 por la LSMT-1.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, equivalente a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

Los extremos de las pantallas metálicas de los conductores que conforman las acometidas a los CT1 y CT3 estarán conectados a tierra a través de la puesta a tierra de estos.

8.7.2 Características de la paramenta de Media Tensión

Las celdas para media tensión cumplirán con la normativa *NI 50.42.11 “Celdas de alta tensión bajo envolvente metálica hasta 36 kV, prefabricadas, con dieléctrico SF6 para seccionamiento y corte, para CT”*. Las celdas estarán fijadas al suelo mediante bancada.

En su instalación seguirán las recomendaciones estipuladas por el fabricante y se respetarán las distancias de seguridad necesarias para dejar salida a los gases y su expansión en caso de arco eléctrico.

Se selecciona el dieléctrico Hexafloruro de Azufre, SF6, por sus propiedades dieléctricas, ya que, después de los aislamientos mediante cámaras de vacío, es la mejor opción a día de hoy en cuanto a tamaño y seguridad. Como desventaja se encuentra que es más caro que otros materiales dieléctricos pero, ofrecen un alto grado de seguridad.

8.7.3 Celda de entrada, salida y protección en media tensión

Todos los centros de transformación dispondrán como mínimo de una celda de línea de media tensión para entrada, salida y protección, una protección para cada transformador, celda de protección general con disyuntor, celda de seccionamiento y remonte.

Así pues, a esta celda entronca la LSMT que alimenta al CT y saca una línea para los dos trafos del CT. Además, si está conectado en MT a los otros mediante la configuración de anillo, el CT dispondrá de tantas celdas de entrada y salida de media tensión como CTs alimente.

Para este proyecto dispondrán de las siguientes celdas:

- CT1: Una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y una celda de entrada/salida.
- CT2: Una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y una celda de entrada/salida.

- CT3: Una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y una celda de entrada/salida.
- CT4: Una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y una celda de entrada/salida.

La protección que se tiene en estas celdas protegerá en caso de fallo entre la entrada de la LSMT al centro y todo lo que exista aguas abajo. Así pues, también permite a los operarios realizar maniobras dentro del edificio sin tensión, ya que es una celda que permite realizar maniobras. Para ello, primero de todo se deberá desconectar el circuito aguas arriba, siendo el caso de abrir el circuito de barras que une en esta celda la LSMT al circuito de aguas abajo y, por último, se conectará a tierra del mismo modo que el operario a través de una pica que él mismo deberá colocar.

Todas las celdas, distintas a las de protección para cada uno de los transformadores tendrán las mismas dimensiones, serán de la gama cgmcosmo-I Interruptor-seccionador, en su interior incorporan un embarrado superior de cobre y, una derivación con interruptor-seccionador rotativo para corte y sección, tal y como se ha descrito al principio de este apartado. Presentan posición de puesta a tierra para los cables de acometida inferior-frontal mediante unas bornes enchufables. Así pues, también disponen de captadores capacitivos *ekor.vpis* para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra *ekor.sas*. Sus características son las siguientes:

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada: 630 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
 - Intensidad fusibles: 63 A
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y fase-fase: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 630 A
 - Clasificación IAC: AFL
- Características físicas:
 - Ancho: 365 mm
 - Fondo: 735 mm
 - Alto: 1740 mm
 - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
 - Mecanismo de maniobra interruptor: motorizado tipo BM

8.7.4 Celda de medida

Para los CTs que contempla este proyecto no va a implantarse debido a que ninguno de ellos es de cliente y así lo establece el REBT.

8.7.5 Celda de transformador (potencia, tensiones y tipo de aislamiento)

Partiendo de los cálculos realizados en el anexo de “*Cálculo de Centros de Transformación*” y lo obtenido del programa AMIKIT de la marca ORMAZABAI se obtienen los siguientes datos.

Cada transformador contará con su propia celda, de tal forma que cada uno disponga de su propia protección y punto para realizar seccionamiento y puesta a tierra para manipulación del mismo.

Las celdas son las mismas que las explicadas en el apartado 8.7.3 *Celda de entrada, salida y protección en media tensión*. Los captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida llevan una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra *ekor.sas*, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra. Sus características son las siguientes:

- Características eléctricas:
 - Tensión asignada: 24 kV
 - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
 - Intensidad asignada en la derivación: 200 A
 - Intensidad fusibles: 3x40 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento:
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
 - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte:
 - Corriente principalmente activa: 400 A
 - Clasificación IAC: AFL
- Características físicas:
 - Ancho: 470 mm
 - Fondo: 735 mm

- Alto: 1740 mm
- Peso: 140 kg

- Otras características constructivas:
 - Mando posición con fusibles: manual tipo BR
 - Combinación interruptor-fusible: combinados

8.7.6 Cuadros de BT

Cada transformador contará con dos cuadros de baja tensión de ocho salidas cada uno de ellos. Se diferenciarán en función de la tensión de reparto, existiendo uno de ellos para trifásico y otro para monofásico, para el transformador 1 del CT1 y CT2. Todos los demás transformadores contarán con dos cuadros de BT a tensión de 400 V.

Todos los cuadros de BT contarán con un fusible como protección para cortocircuitos y sobrecargas que protegerá cada una de las líneas que salen de cada cuadro. De este modo, si existiera un fallo el fusible se fundiría cortando así cualquier suministro del circuito afectado.

Los fusibles a implementar serán del tipo cuchilla, tal y como establece la normativa de la empresa distribuidora en el documento *MT 2.03.20 "Normas particulares para instalaciones de alta tensión (hasta 30 kV) y baja tensión"* en el apartado 4.5 "*Cuadro de Baja Tensión*".

Según lo detallada en el anexo de "*Cálculo de Centros de Transformación*" en el apartado "*6.2.1 Cortocircuito*" y "*6.2.2 Sobrecarga*", se comprobará que la intensidad de cortocircuito mínima siempre será mayor que la intensidad nominal del fusible y, que para la sobrecarga la I_{nf} del fusible es mayor que la I_t y menor que la I_z del cable.

Así pues, se recogen los resultados obtenidos para cada transformador y centro de transformación para la protección de las naves industriales y equipamientos socio-culturales mediante fusibles a instalar en los cuadros de BT de los transformadores. Véase la *Tabla 27*.

Todos los fusibles seleccionados serán de cuchillas NH "Dyfus AC" de la clase gG.

A pesar de que el programa de cálculo estima el poder de corte en 50 kA, al no existir ninguna empresa que fabrique para los valores especificados en el anexo de "*Cálculo de Centros de Transformación*" de poder de corte e intensidad nominal, se escogerán modelos que sí tengan la I_{nf} calculada por el dmELECT pero con PdC estandarizados. Al no encontrarse de 50 kA se escogerán todos los que su PdC sea superior. Véase la *Tabla 27* a continuación.

CT	Transformador	Salida	Icc (min) (kA)	Icc (max) (kA)	Inf (A)	PdC (kA)	Nº
1	1	1-1	13,35	23,35	200	120	6
		1-2	5,73	23,35	315	120	6
		1-5	3,53	23,35	315	120	6
	2	1-3	4,74	23,35	160	120	3
		1-4	7,69	23,35	400	120	9
2	1	2-3	6,23	23,35	315	120	6
		2-4	3,68	23,35	315	120	6
		2-5	3,03	23,35	250	120	6
	2	2-1	5,88	23,35	315	120	6
		2-2	4,47	23,35	315	120	6
3	1	3-1	15,58	23,35	200	120	6
		3-2	5,1	23,35	125	120	3
		3-3	3,11	23,35	160	120	3
		3-8	4,38	23,35	160	120	3
		3-9	1,99	23,35	160	120	3
	2	3-4	5,08	23,35	200	120	6
		3-5	8,36	23,35	160	120	3
		3-6	5,8	23,35	160	120	3
		3-7	2,87	23,35	125	120	3
4	1	4-1	4,60	23,35	200	120	6
		4-2	3,65	23,35	160	120	3
		4-6	2,19	23,35	125	120	3
		4-7	4,22	23,35	160	120	3
		4-8	4,34	23,35	125	120	3
	2	4-3	4,07	23,35	200	120	6
		4-4	2,95	23,35	160	120	3
		4-5	1,80	23,35	125	120	3
		4-9	2,52	23,35	160	120	3

Tabla 27. Resultados de cortocircuito máximo y mínimo para cada salida junto con su protección.

9 Líneas aéreas de media tensión

9.1 Objetivos y alcance

En este apartado, referente al anexo de cálculo de “*Líneas de Media Tensión*”, se estudia técnicamente cómo va a realizarse todo el suministro de potencia en líneas de media tensión. Tiene como finalidad el cálculo de los nuevos conductores junto con los respectivos vanos, apoyos y cimentaciones.

9.2 Normas y referencias aplicables

En la redacción del proyecto se tendrán en cuenta todas las especificaciones relativas a las Instalaciones proyectadas contenidas en los siguientes Reglamentos y disposiciones oficiales.

- Real Decreto 223f2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real decreto 8664 de Mayo del 2008, corrección de erratas del Real Decreto 223f2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real decreto 12385 de julio del 2008, corrección de errores del Real Decreto 223f2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337f2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Ley 24f2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40f94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40f1994, B.O.E. 31-12-1994.
- Real Decreto 614f2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Resolución de 8 de septiembre de 2006, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se modifica la de 14 de marzo de 2006, por la que se establece la tabla de potencias normalizadas para todos los suministros en baja tensión.
- Instrucción de 17 de noviembre de 2004 de la Dirección

General de Industria, Energía y Minas, sobre tramitación simplificada de determinadas instalaciones de distribución de alta y media tensión.

- Orden de 8 de octubre de 2003, del Departamento de Industria, Comercio y Turismo, por la que se regula el procedimiento de acreditación del cumplimiento de las condiciones de seguridad industrial de las instalaciones eléctricas de baja tensión, adaptándola a la nueva legislación.
- Decreto 6f2003 de 16 de enero, por el que se regulan las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Orden de 8 de Marzo de 1996, de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo, sobre mantenimiento de instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Resolución de 5 de julio de 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001 sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725f84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949f1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE f IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones
- Normas internas (NI) particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

9.3 Datos generales

Todas las LAMT que llegan al polígono son antiguas líneas que lo cruzaban, por lo que será necesario desmontar los antiguos apoyos y vanos y, sustituirlos por nuevos. Todos los apoyos de fin de línea se encuentran dentro del perímetro del polígono menos el de la línea LAMT-2, por lo que los vanos que forman estos con sus respectivos apoyos, aguas arriba, cruzan las carreteras CV-300, para la LAMT CV-300, y “Camino del Barranquet” en el caso de las LAMT-1. Por ello, se deberá comprobar que para los conductores seleccionados, 47-AL1/8-ST1A y los apoyos C-2000-12, se cumplen con todas las distancias de seguridad que especifica el RLAT para cruzamientos con carreteras.

Las características eléctricas con las que se realiza el transporte son las siguientes:

- Tensión compuesta entre fases: 20 kV
- Frecuencia: 50 Hz

Todos los apoyos que presenta el proyecto serán del mismo tipo y cimentación, siendo este de celosía, C-2000-12. Todas las crucetas utilizadas serán rectas y simples, siendo todas con cadenas de amarre.

Se diferenciarán dos modelos:

- RC2-12,5S para el apoyo con anclaje de ángulo
- RC3-20-T para todos los apoyos de fin de línea

En cuanto a la categoría de las líneas al tener todas unas tensiones compuestas menores a 30 kV se categorizan de tercera categoría.

Se identifica toda la zona del proyecto, tomando la información obtenida por el ayuntamiento de la localidad y su web, como zona A. Su altura con respecto al mar des de 19 m.

9.4 Situación

9.4.1 LAMT CV-300

Como se ha destacado en el apartado 9.3 *Datos generales* la LAMT CV-300 cruzaba todo el polígono, por lo que la distribución de los apoyos y, por consiguiente la de los vanos, se deberá modificar.

El estudio y cálculo de la LAMT CV-300 se realizará teniendo en cuenta que la conversión aéreo-subterránea tiene lugar dentro del perímetro del proyecto y no antes, por lo que cruza con un vano la carretera CV-300.

Para construir el nuevo apoyo de fin de línea será necesario cambiar el antiguo poste de madera, al que estaría unido, debido al incremento en el tense. Este nuevo apoyo, "Apoyo 1", forma un ángulo de 10° con respecto a al apoyo "Fin de línea" y de 0° con su anterior. Por consiguiente, será necesario el cálculo de dos vanos y dos apoyos, junto con sus cimentaciones.

9.4.2 LAMT-1

Como se ha destacado en el apartado 9.3 *Datos generales* la LAMT-1 cruzaba todo el polígono, por lo que la distribución de los apoyos y, por consiguiente la de los vanos, se deberá modificar.

El estudio y cálculo de la LAMT-1 se realizará teniendo en cuenta que la conversión aéreo-subterránea tiene lugar dentro del perímetro del proyecto y no antes, por lo que cruzará con un vano la carretera "*Camino del Barranquet*".

En esta línea sólo se realizará el cálculo y diseño del nuevo apoyo de fin de línea junto con su cimentación y vano que forma con el apoyo anterior.

La información proporcionada por la empresa distribuidora asegura que el apoyo aguas arriba es totalmente capaz de soportar las nuevas exigencias mecánicas, por lo que no se precisa su cálculo.

El nuevo apoyo de fin de línea formará un ángulo de 180° con el de aguas arriba.

9.4.3 LAMT-2

Como se ha destacado en el apartado 9.3 *Datos generales* la LAMT-2 cruzaba todo el polígono, por lo que la distribución de los apoyos y, por consiguiente la de los vanos, se deberá modificar. El objetivo para la LAMT-2 es su desvío, dado que por restricciones de la empresa distribuidora no es posible su uso.

Por consiguiente, se realizará una conversión aéreo-subterránea con tal de atravesar toda la zona contemplada, siendo esta la LAMT-2 objeto de estudio en el apartado 1 Líneas subterráneas de media tensión.

El estudio y cálculo de la LAMT-2 se ejecutará teniendo en cuenta que la conversión aéreo-subterránea tiene lugar fuera del perímetro del polígono, por lo que cruzará subterráneamente la carretera "*Camino del Barranquet*".

En esta línea sólo se realizará el cálculo y diseño del nuevo apoyo de fin de línea junto con su cimentación y vano que forma con el apoyo anterior. El conductor a instalar será de la misma sección que en toda la línea que precede a este nuevo apoyo, siendo este el **47-AL1/8-ST1A**.

La información proporcionada por la empresa distribuidora asegura que el apoyo aguas arriba es totalmente capaz de soportar las nuevas exigencias mecánicas, por lo que no se precisa su cálculo.

El nuevo apoyo de fin de línea formará un ángulo de 180° con el de aguas arriba.

9.5 Aspectos eléctricos

Este apartado se centra en todos los aspectos que, como conductor eléctrico, debe cumplir. Para la selección del conductor con las características necesarias para cubrir toda la demanda de potencia se seguirá el siguiente procedimiento.

9.5.1.1 Criterio de intensidad admisible

Teniendo en cuenta lo explicado en el apartado 1.1 “*Criterio de intensidad admisible*” del anexo de “*Cálculo de Líneas de Media Tensión*” se obtiene el valor de la intensidad correspondiente a la sección del conductor para conductores de aleación de aluminio desnudos y al aire. Se considerará, para el cálculo, que cada línea por sí sola deberá abastecer toda la potencia del polígono salvo en el caso de la LAMT-2, en el que se instalará el mismo conductor que lleva aguas arriba dado que sólo precisa ser desviada. Por consiguiente, el valor obtenido es el siguiente:

$$I_t = 137,37 \text{ (A)}$$

Tomando en consideración la *Tabla 2* del anexo de “*Cálculo de líneas de media tensión*” se obtiene el valor de la sección del conductor.

$$S = 35 \text{ mm}^2$$

No obstante, como no está estandarizada por la empresa distribuidora se escogerá la inmediatamente superior que sí lo esté.

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

9.5.1.2 Características eléctricas del conductor

Al no tratarse de una de las secciones estandarizadas por la empresa distribuidora, se escoge la siguiente:

$$S = 54,6 \text{ mm}^2$$

Esta sección corresponderá al conductor cuya designación es la siguiente:

47-AL1/8-ST1A

Las características del conductor seleccionado son las siguientes:

- R (en c.c. a 20°C) 0,6136 Ω /km
- Densidad de corriente 3,7 A/mm²
- Intensidad de corriente 202 A
- P (máxima a transportar) 6,29 MW

Como se puede observar la P máxima que puede transportar es mucho mayor que la demandada, por lo que el conductor cumple los requisitos eléctricos.

9.5.2 Aspectos mecánicos

El conductor estará sometido a diferentes cargas, tracciones y tensiones en diferentes ocasiones y condiciones, por lo que deberá ser capaz de soportar cada una de ellas sin romperse o presentar defectos que puedan desencadenar riesgos estructurales o para las personas.

Bajo ningún concepto la tracción máxima del conductor, habiéndose aplicado un coeficiente de seguridad de 3, deberá ser menor a la tracción máxima que deba soportar bajo condiciones extremas.

9.5.3 Conductor

Las características mecánicas del propio conductor que influenciarán sobre los diferentes casos particulares de cálculo expuestos en el anexo de “Cálculo de Líneas de Media tensión” para los apartados de “Cálculo mecánico del vano” son las siguientes:

- St 54,6 mm²
- Pp 189,1 kg/km
- orot 1.640 daN
- Tmax 546,67 daN
- Eyoung 7.900 daN/mm²
- α 19,1E-06 °C⁻¹
- Coef. seguridad 3

9.5.4 Vanos

9.5.4.1 LAMT CV-300

1. Vano 1 CV-300

El vano 1 tendrá una longitud de 55 m y estará comprendido entre el apoyo de madera existente “APM” y el nuevo apoyo de celosía de anclaje con ángulo “Apoyo 1”. Véase *Plano RMT-02* del apartado de Planos.

Siguiendo los cálculos realizados en anexo de “*Cálculo de Líneas de Media Tensión*” para el vano 1 de la LAMT CV-300, apartado “*Vano 1*” se detallan en la *Tabla 28* todas las tracciones, flechas, temperaturas y tipos de sobrecarga al que el conductor estará sometido.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura (°C)	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	542,75	0,42
EDS	Peso propio	15	329,23	0,21
CHS	Peso propio	-5	484,84	0,14
Flecha máxima	Viento	15	420,96	0,54
	Peso propio	50	131,58	0,53
Flecha mínima	Peso propio	-5	484,84	0,14

Tabla 28. Tracciones horizontales y flechas para cada hipótesis aplicada al vano 1 de la LAMT CV-300.

Del mismo modo, en la tabla siguiente se detalla la tracción que hay que dar al conductor el día de tendido para no sobrepasar en el mismo, en condiciones adversas (temperatura, viento, hielo) que se puedan presentar en cualquier momento, la carga de rotura dividida por 3. La tabla de tendido se calcula para las diferentes temperaturas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 °C) sin sobrecarga. Véase la *Tabla 29* a continuación.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	444,99	0,16
5	405,68	0,17
10	366,91	0,19
15	329,24	0,21
20	292,66	0,24
25	257,71	0,27
30	225,50	0,31

35	195,96	0,36
40	170,35	0,41

Tabla de tendido para el vano 1 de la LAMT CV-300. Tabla 29.

2. Vano 2 CV-300

El vano 2 tendrá una longitud de 84 m y estará comprendido entre el apoyo el nuevo apoyo de celosía de anclaje con ángulo “Apoyo 1” y el nuevo apoyo de fin de línea “Apoyo 2”. Véase *Plano RMT-02* del apartado de Planos.

Siguiendo los cálculos realizados en anexo de “Cálculo de Líneas de Media Tensión” para el vano 1 de la LAMT CV-300, apartado “Vano 2” se detallan en la *Tabla 30* todas las tracciones, flechas, temperaturas y tipos de sobrecarga al que el conductor estará sometido.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura °C	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	542,42	0,97
EDS	Peso propio	15	279,55	0,58
CHS	Peso propio	-5	414,41	0,39
Flecha máxima	Viento	15	448,26	1,17
	Peso propio	50	144,14	1,13
Flecha mínima	Peso propio	-5	414,41	0,39

Tabla 30. Tracciones horizontales y flechas para cada hipótesis aplicada al vano 2 de la LAMT CV-300.

Del mismo modo, en la tabla siguiente se detalla la tracción que hay que dar al conductor el día de tendido para no sobrepasar en el mismo, en condiciones adversas (temperatura, viento, hielo) que se puedan presentar en cualquier momento, la carga de rotura dividida por 3. La tabla de tendido se calcula para las diferentes temperaturas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 °C) sin sobrecarga. Véase la *Tabla 31* a continuación.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	377,83	0,43
5	343,43	0,48
10	310,13	0,53
15	279,55	0,58
20	251,16	0,65
25	226,59	0,72
30	204,20	0,80
35	185,64	0,88
40	169,26	0,97

Tabla 31. Tabla de tendido para el vano 2 de la LAMT CV-300.

9.5.4.2 LAMT-1

1. Vano 1 LAMT-1

El vano 1 tendrá una longitud de 55 m y estará comprendido entre el apoyo el apoyo existente y el nuevo apoyo de fin de línea “Apoyo 1”. Véase *Plano RMT-03* del apartado de Planos.

Siguiendo los cálculos realizados en anexo de “Cálculo de Líneas de Media Tensión” para el vano de la LAMT-1, apartado “Vano” se detallan en la *Tabla 32* todas las tracciones, flechas, temperaturas y tipos de sobrecarga al que el conductor estará sometido.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura(°C)	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	546,30	0,51
EDS	Peso propio	15	122,047	0,82
CHS	Peso propio	-5	202,002	0,50
Flecha máxima	Viento	15	334,05	0,83
	Peso propio	50	83,316	1,21
Flecha mínima	Peso propio	-5	202,002	0,50

Tabla 32. Tracciones horizontales y flechas para cada hipótesis aplicada al vano de la LAMT-1.

Del mismo modo, en la tabla siguiente se detalla la tracción que hay que dar al conductor el día de tendido para no sobrepasar en el mismo, en condiciones adversas (temperatura, viento, hielo) que se puedan presentar en cualquier momento, la carga de rotura dividida por 3. La tabla de tendido se calcula para las diferentes temperaturas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 °C) sin sobrecarga.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	168,20	0,60
5	147,77	0,68
10	132,83	0,76
15	121,83	0,83
20	113,18	0,89
25	106,11	0,95
30	99,82	1,01
35	95,11	1,06
40	90,39	1,11

Tabla 33. Tabla de tendido para el vano de la LAMT-1.

9.5.4.3 LAMT-2

2. Vano 1 LAMT-2

El vano 1 tendrá una longitud de 103 (m) y estará comprendido entre el apoyo el apoyo existente y el nuevo apoyo de fin de línea “Apoyo 1”. Véase *Plano RMT-04* del apartado de Planos.

Siguiendo los cálculos realizados en anexo de “*Cálculo de Líneas de Media Tensión*” para el vano de la LAMT-2, apartado “Vano” se detallan en la *Tabla 34* todas las tracciones, flechas, temperaturas y tipos de sobrecarga al que el conductor estará sometido.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura (°C)	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	545,37	1,78
EDS	Peso propio	15	163,49	2,16
CHS	Peso propio	-5	198,86	1,77
Flecha máxima	Viento	15	448,41	2,16
	Peso propio	50	130,48	2,70
Flecha mínima	Peso propio	-5	198,86	1,77

Tabla 34. Tracciones horizontales y flechas para cada hipótesis aplicada al vano de la LAMT-2.

Del mismo modo, en la tabla siguiente se detalla la tracción que hay que dar al conductor el día de tendido para no sobrepasar en el mismo, en condiciones adversas (temperatura, viento, hielo) que se puedan presentar en cualquier momento, la carga de rotura dividida por 3. La tabla de tendido se calcula para las diferentes temperaturas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 °C) sin sobrecarga.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	187,85	1,88
5	178,42	1,98
10	170,56	2,07
15	163,49	2,16
20	157,20	2,24
25	109,25	3,23
30	146,20	2,41
35	141,48	2,49
40	137,55	2,56

Tabla 35. Tabla de tendido para el vano de la LAMT-2.

9.5.5 Niveles de aislamiento y formación de cadenas

Los niveles de aislamiento y formación de cadenas serán los correspondientes a aquellos que garanticen los niveles de aislamiento mínimo y esfuerzos mecánicos a los que estarán sometidos.

El nivel de aislamiento eléctrico se fundamenta en garantizar los niveles mínimos correspondientes a la tensión más elevada de la línea, 24 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores del presente proyecto.

Dentro de lo establecido por la normativa de la empresa distribuidora en el punto 7 “nivel de aislamiento y formación de cadenas” del “Proyecto tipo línea aérea de media tensión, simple circuito con conductor de aleación de aluminio” 117-AI3 (D 110) de la MT 2.21.40.

En base a lo especificado en ese punto se categoría el nivel de contaminación en un Nivel II. Nivel de contaminación medio al tratarse los siguientes puntos:

- Zonas con industrias que no produzcan humos especialmente contaminantes y/o con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa cercanas al mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa (al menos distantes bastantes kilómetros). (Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones del viento).

Para estos aisladores seleccionados la compañía distribuidora asegura cumplir los niveles de aislamiento exigidos en el la tabla 12 de la ITC-LAT 07, de 50 kV y 125 kV, correspondientes a la tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial y tensión soportada a impulsos tipo rayo, respectivamente.

Los valores de las líneas de fuga están indicados para aisladores de vidrio en el documento del proyecto tipo. Así pues, por tratarse de aisladores compuestos, para determinar el número de aisladores en función del nivel de contaminación, se ha aplicado lo indicado en las Normas UNE 21909, UNE-EN 62217 y en la *Norma NI 48.08.01*.

Para nivel de polución medio, caso de este proyecto, se utiliza el aislador tipo U 70 YB 20, cuyas características se adjuntan a continuación.

Aislador tipo U 70 YB 20.

- | | |
|--|----------------|
| • Material: | Compuesto |
| • Carga de rotura: | 7.000 daN |
| • Línea de fuga: | 480 mm |
| • Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto: | 70 kV eficaces |
| • Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta/choque: | 165 kV |

De la Tabla 1a del apartado 3 del documento NI 48.08.01 se establece la Tabla 36 con todas las características físicas del aislador seleccionado, para una unidad disco solamente.

Designación	Nivel polución	Nivel de tensión (kV)	Línea de fuga mínima [mm]	Dimensiones		Masa [daN]
				Longitud total (L) [mm]	Longitud aislante (La) min [mm]	
U70YB 20	Medio	20	480	380	230	1,76

Tabla 36. Características físicas del aislador seleccionado.

Siguiendo el procedimiento de cálculo detallado en el apartado “Nivel de aislamiento y formación de cadenas” se obtiene una cadena de aisladores formada por dos discos aislante de material composite y designación U70YB20.

Siendo que todos los apoyos son de amarre deberán tener grapas de sujeción para la unión del conductor con el apoyo. Estas deberán tener una resistencia a tracción superior a la máxima que se pueda dar en los conductores.

MATERIALES
Denominación
Aislador compuesto U70 YB 20
Alojamiento de rótula R16/17P
Grapa de amarre GA-1
L=525 mm

Tabla 37. Designación de la cadena de asilamiento, discos composite y grapa de amarre escogidos.

En la imagen siguiente se detalla la grapa de amarre seleccionada para todos los apoyos.

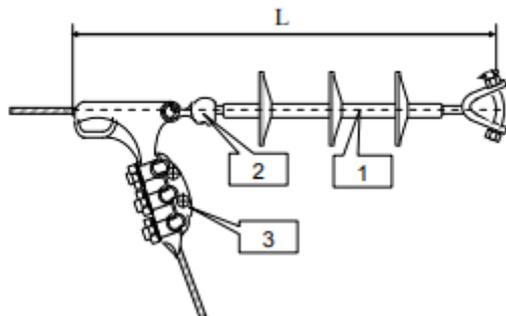


Imagen 6. Grapa de amarre seleccionada para todos los apoyos. (fuente NI 48.08.01).

Las características físicas y mecánicas para el modelo escogido de grapa de amarre se encuentran en la Tabla 38. Véase Tabla 38.

REF	Gama conduc.	A	B	C	D	øE	Estribros			Peso [daN]	Carga máxima rotura [daN]
		[mm]					N	øF	Nm		
GA-1/16	6-10	108	117	18	19	M16	2	M10	30	0,42	3.500

Tabla 38. Características geométricas de la grapa de amarre escogida.

En ningún caso se supera la carga máxima por tracción para las grapas, queda demostrado en los apartados de vano para cada línea, explicados anteriormente.

9.5.6 Distancias de seguridad

Todas las LAMT presentan casos especiales por cruzamientos con carreteras y se verifica junto con el resto de distancias de seguridad y, con los cálculos realizados en el apartado “Distancia de seguridad” del anexo de “Cálculo de Líneas de Media Tensión”, las crucetas seleccionadas, las tablas de resultados obtenidas para cada vano y las alturas de los apoyos de este documento, que en todos los casos se cumplen con las distancias de seguridad mínimas exigidas por el RLAT.

9.5.7 Crucetas

Para los apoyos de fin de línea con derivación subterránea se utilizarán crucetas rectas del tipo RC-3T con cadena de amarre, según establece Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. que, para todos los apoyos de fin de línea con derivación subterránea se utilicen crucetas rectas simples tipo RC, en la *imagen 13 del anexo D del MT2.21.60*. Sus características son las de la *Tabla 39*.

Designación	Carga de trabajo más sobrecarga, en daN			Coef.seguridad	Carga de ensayo daN			Tiempo de ensayo, en segundos
	V	L	T		V	L	T	
RC 3-T	800	2.000	2.000	1,5	1.200	3.000	3.000	60

Tabla 40. Propiedades mecánicas de la cruceta RC 3-T para fin de línea.

Si se hubiese escogido otro tipo de cruceta recta simple, como es la RC 1-S, para los apoyos de fin de línea, la cruceta no soportaría los esfuerzos y rompería.

Las características de la cruceta y todos los elementos que la forman se detallan en la siguiente tabla. Véase *Tabla 41*.

Elemento	Modelo	Peso unitario [daN]	Separación entre fases contiguas o al eje del apoyo "a" [m]
Cruceta recta	RC3-20-T	90	2
Grapa amarre/herajes	GA-1/16	0,42	
Cadena aisladores	U70 YB 20	3,6	

Tabla 41. Modelos y pesos de los elementos que formarán la cruceta.

Las propiedades mecánicas ante esfuerzos de la cruceta han sido obtenidas del catálogo de la empresa "Jovir". Véase el anexo de "Catálogos".

Para el apoyo de anclaje con ángulo se utilizará una cruceta recta simple con cadenas de amarre para apoyo de celosía. Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. normaliza los distintos tipos de crucetas rectas para apoyos de celosía con cadenas de amarre, estas se encuentran en apartado 9.2.2 "Apoyos con cadenas de amarre" del "Proyecto tipo línea aérea de media tensión, simple circuito con conductor de aleación de aluminio" 117-AI3 (D 110) de la MT 2.21.40. Sus características son las de la *Tabla 42*.

Designación	Carga de trabajo más sobrecarga, en daN			Coef.seguridad	Carga de ensayo daN			Tiempo de ensayo, en segundos
	V	L	T		V	L	T	
RC2-12,5S	650	1.500	1.500	1,5	97 5	2.2 50	2.2 50	60

Tabla 42. Propiedades mecánicas de la cruceta RC2-12,5S.

Así pues, las características de la cruceta y todos los elementos que la constituirán se detallan en la siguiente tabla. Véase *Tabla 43*.

Elemento	Modelo	Peso unitario [daN]	Separación entre fases contiguas o al eje del apoyo "a" [m]
Cruceta recta	RC2-12,5S	90	1,25
Grapa amarres/herrajes	GA-1/16	0,42	
Cadena aisladores	U70 YB 20	3,6	

Tabla 43. Modelos y pesos de los elementos que formarán la cruceta.

Para todos los casos se ha comprobado que la cruceta sea capaz de soportar todos los esfuerzos a los que estará sometido el apoyo, de este modo la cruceta no romperá.

9.5.8 Apoyos

Los apoyos seleccionados serán, para todos los casos, tanto fin de línea como intermedio, de celosía con 12 m de altitud, **C-2000-12**.

El apoyo de celosía C-2000 cumple perfectamente con la condición de que todos los esfuerzos que sea capaz de soportar sean mayores a los requeridos. Para el caso de este proyecto, en ningún apoyo se van a requerir esfuerzos verticales, longitudinales ni momentos de pares de fuerzas superiores a los admitidos por este apoyo.

Siendo que los máximos esfuerzos para cada apoyo son los recogidos en la siguiente tabla, todos son superiores al C-1000, por lo que esta opción se descartó. Así pues, el C-3000 sí que resultaría viable pero se estaría sobredimensionando el apoyo.

COMPARATIVA ESFUERZOS APOYOS				
	T o L (daN)	V (daN)	V+5*T_± (daN)	Mt (daN*m)
C1000	1.000	600	5.600	1.050
C2000	2.000	600	10.600	2.100
C3000	3.000	800	15.800	2.100
Apoyo 1 LAMT CV-300	1.245,68	191,13	6.419,53	/
Apoyo 2 LAMT CV-300	1.733,1	144,6	8.810,1	678,03
Apoyo 1 LAMT-1	1.685,68	118,54	8.546,94	1.092,6
Apoyo 1 LAMT-2	1.723,71	131,87	8.750,42	1.090,74

Tabla 44. Comparación de los esfuerzos que soportarán los apoyos con los máximos que pueden soportar los diferentes apoyos de celosía.

9.5.9 Aparamenta de los apoyos

La paramenta de cada uno de los apoyos de fin de línea constará con los siguientes elementos:

- Juego de tres seccionadores unipolares
- Juego de pararrayos autoválvulas
- Juego de terminales para paso a subterránea
- Chapa antiescalo
- 3 juegos de herrajes para amarre
- 3 cadenas de asilamiento

La paramenta del apoyo de anclaje con ángulo línea constará con los siguientes elementos:

- 6 juegos de herrajes para amarre
- 6 cadenas de asilamiento

9.5.10 Cimentación

Debido a las condiciones del propio terreno no será posible utilizar la cimentación tipo que la empresa distribuidora establece para los apoyos C2000-12. Por motivo de ello, se utilizará la cimentación con las siguientes características para todos los apoyos, cumpliendo con todas las condiciones establecidas en el apartado de "Cimentación" del anexo de "Cálculo de Líneas de Media Tensión".

CIMENTACIÓN				
a (m)	h (m)	Vol. Excv (m ³)	Vol. Horm (m ³)	Solera S±0,1
1,44	2,13	4,42	4,83	0,27

Tabla 45. Características de la cimentación escogida.

9.5.11 Tomas de tierra

Las tomas de tierra de los apoyos se realizarán conectando el mismo apoyo a una pica de cobre de 1,5 m clavada en el suelo, el cable que los une será de sección mínima a 100 mm² y de aleación de aluminio-acero para evitar los robos. Las características del electrodo quedan reflejadas en la *Tabla 46*.

Material	Acero cobrizado
Longitud [m]	1,5
Diámetro [mm]	14
Profundidad [m]	0,5

Tabla 46. Dimensiones de la pica de puesta a tierra para los apoyos.

Para la configuración escogida, la resistencia del valor de la puesta a tierra, siguiendo todo el procedimiento de cálculo del apartado “*Toma de tierra en los apoyos*” del anexo de “*Cálculo de Líneas de Media Tensión*” tendrá el siguiente valor.

$$R(\text{PaT}) = 36,24 \Omega$$

10 Líneas subterráneas de media tensión

10.1 Objetivos y alcance

En este apartado, referente al anexo de cálculo de redes de “*Líneas de Media Tensión*”, se estudia técnicamente cómo va a realizarse todo el suministro subterráneo en media tensión en el polígono industrial.

Tendrá por alcance desde el punto de entronque donde se realiza la conversión aéreo-subterránea en los apoyos de fin de línea hasta el centro de transformación en el que realiza una entrada y salida. Así pues, también se centrará en todo el diseño de la red subterránea en MT que discurre por el polígono y que conforma una configuración de anillo, uniendo entre sí todos los CTs.

10.2 Normas y referencias aplicables

En la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta todas las especificaciones relativas a Instalaciones Subterráneas de AT contenida en los Reglamentos siguientes:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias, aprobadas por Real Decreto 223/2008 y publicado en el B.O.E. del 19/03/2009
- Real decreto 8664 de Mayo del 2008, Corrección de erratas del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones Revisión: L.C.O.E. Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia. Diciembre 2018. 4 / 59 MT 2.31.01 (18-11) técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real decreto 12385 de julio del 2008, Corrección de errores del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC RAT 01 a 23 aprobadas por Real decreto 337/2014 y publicado en el B.O.E. 9-06-14, así como sus adicciones y actualizaciones sucesivas.
- Modificaciones de las Instrucciones Técnicas Complementarias publicadas por Orden Ministerial en el BOE nº 72 de 24 de marzo de 2000 y la corrección de erratas publicadas en el BOE nº 250 del 18 de octubre de 2000

- Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

10.3 Situación de las líneas subterráneas de media tensión

10.3.1 LSMT CV-300

La instalación de la línea eléctrica subterránea LSMT CV-300 tiene como origen el punto de entronque con el “*Apoyo fin de línea*” de la LAMT CV-300, donde realiza la conversión aéreo-subterránea y, entronca con el CT1 atravesando toda la “*zona verde 1*” junto con la calle nº5. Véase el *Plano RMT-02* del apartado de Planos de este documento.

Esta, constará de tres conductores de aluminio con sección de 240 mm² de conductor unipolar, recubierto con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierto de poliolefina (HEPRZ1). La elección se basa en las recomendaciones dadas por la empresa distribuidora y que, presenta las siguientes características fundamentales para salvaguardar la instalación, estudiadas y valoradas por el mismo realizador del proyecto:

- No propagador de la llama, por lo que en caso de quema del aislamiento la llama no recorrería todo el conductor hasta su detención por los operarios. Así pues, los riesgos de fuego y pérdida del conductor se reducen notoriamente. Al ser libre de halógenos, las emisiones de gases tóxicos y halógenos es muy reducida, por el contrario que cuando se utilizan otros aislamientos como es el policloruro de vinilo (PVC).
- Posee una gran resistencia a la humedad, por lo que para las zonas de tránsito como las zonas verdes será más apto que otros.
- Su temperatura de trabajo es elevada, pudiendo llegar a ser de 105 °C para condiciones de trabajo nominal.
- Posee mejores cualidades para trazados con múltiples cambios de dirección, como es el caso de discurrir por todas las calles, efectuando giros.

La LSMT CV-300 alimentará a todas las cargas del CT1 y CT3.

10.3.2 LSMT-1

La instalación de la línea eléctrica subterránea LSMT-1 tiene como origen el punto de entronque con el “*Apoyo fin de línea*” de la LAMT-1, donde realiza la conversión aéreo-subterránea y, entronca con el CT3 cruzando la calle “*Camino del Barranquet*”. Véase el *Plano RMT-03* del apartado de Planos de este documento. De este centro de transformación, sin efectuar ningún consumo en él, sale hacia el CT4.

El conductor seleccionado junto con su asilamiento es el mismo que para la LSMT CV-300.

La LSMT-1 alimentará a todas las cargas del CT4 y CT2.

10.3.3 LSMT-2

La LSMT-2 se trata de una línea de media tensión que, por restricciones de la empresa distribuidora no es posible explotar a día de hoy. Así pues, como cruzaba de forma aérea todo el polígono fue necesario convertirla a subterránea para que siguiese su trazado.

La instalación de la línea eléctrica subterránea LSMT-2 tiene como origen el punto de entronque con el *“Apoyo fin de línea”* de la LAMT-2, donde realiza la conversión aéreo-subterránea y, cruza la calle *“Camino del Barranquet”* y todo el polígono industrial hasta la calle Salvador Giner. Aquí sigue todo su trazado de forma subterránea hasta el próximo apoyo de conversión a aérea, estando éste fuera de la competencia de este proyecto.

El conductor seleccionado junto con su asilamiento es el mismo que para la LSMT CV-300.

10.3.4 Red subterránea de media tensión

La red subterránea de media tensión surge como resultado de realizar la configuración de anillo entre todos los centros de transformación, como se ha explicado en el apartado *10.1 Objetivos y alcance*. Así pues, como la LSMT CV-300 alimenta los CTs 1 y 3, entroncando directamente con el CT1, existirá una línea subterránea de media tensión que irá desde este hasta el CT3.

Del mismo modo, todo y que la LSMT CV-300 no alimenta al CT2, el CT1 dispondrá de una línea subterránea de media tensión que lo conecta con el CT2. Por todo lo explicado, el CT1 consta de una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y dos celdas de entrada/salida.

Por lo explicado en el apartado *10.3.2 LSMT-1* la LSMT-1 entronca desde el apoyo de fin de línea con el CT3, aquí efectúa una entrada y salida del centro y se dirige, subterráneamente, hasta el CT4 donde abastece todo su demanda. Además, en este centro de transformación efectúa una entrada y salida para llevar una línea subterránea de media tensión hasta el CT2, también cubriendo toda su potencia.

Por consiguiente:

- CT2: Una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y dos celdas de entrada/salida.

- CT3: Una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y dos celdas de entrada/salida.
- CT4: Una celda de entrada, salida y protección para el propio CT1 y dos celdas de entrada/salida.

De este modo, al utilizar una configuración de anillo al conectar entre sí todos los CTs posibilita las siguientes ventajas:

- Posibilidad de alimentar a un CT desde cualquier otro.
- Permite abastecer todos los CTs en caso de realizar maniobras y operaciones en uno de ellos. En caso de ser una configuración en punta en la que un CT alimenta al siguiente y este al posterior...en caso de fallo de un CT intermedio o en cabecera el resto de CTs se quedarían sin suministro.
- En caso de fallo de una de las LAMT, y por consiguiente incapacidad para explotarla, se podrá alimentar todo el polígono con la restante.

10.4 Datos generales

Todo el entramado de redes subterráneas de media tensión transcurrirá por debajo de la calzada, de manera que sólo afecte a terrenos de dominio público y, se realizará todo con las mismas propiedades: sección, conductor, profundidad de instalación etc. Que se detallan en el apartado *10.5 Selección de los conductores*.

10.5 Selección de los conductores

Los conductores que se van a utilizar para toda la red de media tensión subterránea tienen las siguientes características:

Cable HEPRZ1

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| • Conductor | Aluminio |
| • Sección conductor | 240 mm ² |
| • Sección pantalla | 16 mm ² |
| • Tensión asignada | 12/20 kV |
| • Aislamiento | Etileno propileno (HEPR) |
| • Cubierta | Poliiolefina (Z1) |

La justificación del conductor y aislamiento escogido es la misma que la explicada para el apartado *7.6 Selección de los conductores*.

Por último, el conductor presenta una cubierta de poliolefina de alta resistencia que presenta las siguientes características:

- **No propagador de la llama:** S/Norma UNE-EN 60332-1 (IEC 60332-1)
- **Libre de halógenos. S/Norma:** UNE-EN 50267-1 (IEC 60754-1)

- **Baja emisión de humos opacos. S/Norma:** UNE-EN 50268 (IEC 61034)
- **Baja corrosividad de gases. S/Norma:** UNE-EN 50267-2-2 (IEC 60754-2)

Siendo un aspecto muy importante para la selección de la sección del conductor, se toma en consideración lo siguiente:

La sección del conductor seleccionado ha sido escogida teniendo en cuenta que existe la posibilidad de que el polígono sea alimentado sólo por una de las LAMT. Por ello, el conductor ha de ser capaz de poder transportar toda la potencia de CT en CT. El caso más desfavorable sería aquél en que todas las parcelas tuviesen la potencia en base a lo que estipula el REBT. Incluso así, el conductor seleccionado sería totalmente capaz de cubrir toda la potencia demandada.

Según el *punto 8.2 "Generalidades"* de la *MT 2.31.01* para las configuraciones de anillo, como es el caso de este proyecto, la sección mínima de cable será de 240 mm².

Para la selección del conductor se ha tenido en cuenta los siguientes criterios:

10.5.1 C.d.t Unitaria y porcentual

Se establece la caída de tensión unitaria como la c.d.t entre puntos de conexión, es decir, la resultante des del apoyo fin de línea de la LAMT CV-300 y LAMT-1 hasta el CT1 y CT3, así como para las conexiones entre los diferentes CTs.

El procedimiento de cálculo a seguir será el que se detalla en el apartado 1.4 Caída de tensión del anexo de "*Cálculo Líneas de Media Tensión*" tomando como valores los para la resistencia y reactancia de los conductores los que proporciona el propio fabricante para la sección de 240 mm² y aislamiento HEPR para canalización subterránea bajo tubo.

$$X(MT)_{sub} = 0,113 \text{ [m}\Omega\text{/m]}$$

$$R(MT)_{sub} = 0,169 \text{ [m}\Omega\text{/m]}$$

Para las líneas de MT como se despreciarán los resultados de C.d.t debido a las distancias tan cortas.

10.5.2 Intensidad máxima de servicio

Se establece el criterio de intensidad máxima de servicio como la aplicación de la *Ecuación 1* del apartado "*Criterio de intensidad admisible*" del anexo de cálculo de "*Líneas de Media Tensión*". Así pues, se deberá cumplir la *Condición 1* de este mismo apartado, aplicándose todos los factores de corrección correspondientes a:

temperatura del terreno distinta a 25 °C, resistividad térmica del terreno distinta a 1,5 K*m/W, agrupación de cables trifásicos y profundidad de soterramiento; explicados en los subapartados del mismo apartado del anexo de cálculo de “*Líneas de Media Tensión*” al que se ha hecho referencia.

Cuando no sea posible el uso de un solo circuito para alimentar a los consumos se hará varios hasta conseguirlo, para ello se utilizará el método explicado en el apartado 1.1.2 “*Líneas subterráneas*” del mismo anexo de cálculo. En ese caso, la sección de los conductores de todos los circuitos que conforman la línea tendrá la misma sección y características.

Se establecen las siguientes condiciones de instalación:

- La temperatura del terreno será de 25 °C, por lo que su F correspondiente es de valor igual a la unidad. Véase la *Imagen 1* del apartado “*Temperatura del terreno, distinta de 25 °C*” correspondiente al anexo de cálculo de “*Líneas de Media Tensión*”.
- La resistividad térmica del terreno se considera de valor igual a 1,10 dado que el suelo se considera de tipo “Seco” para una sección de conductor de 240 mm². Véase la *Imagen 2* del apartado “*Resistividad térmica del terreno, distinta a 1,5 K*m/W*” correspondiente al anexo de cálculo de “*Líneas de Media Tensión*”.
- El factor de corrección asociado a agrupaciones de cables unipolares está en función de los tubos que existen en una misma zanja y a la distancia que se encuentran entre sí. Para este proyecto, como máximo existirán dos tubos por zanja, por lo que se considera el coeficiente resultante de esta agrupación. El Fc correspondiente es de valor 0,8.
- La profundidad de soterramiento que se ha escogido es de 1 m de profundidad, cumpliendo de sobra con lo recomendado por la empresa distribuidora, mínimo 0,8 m de profundidad bajo calzada. El Fc correspondiente es de 1.

Teniendo en cuenta en la misma zanja se van a emplazar dos LSMT, como es el caso de la LSMT que va des del CT3 hasta el CT4 conjuntamente con la LSMT-2 y la LSMT que une el CT3 con el CT1 conjuntamente con la LSMT-2, se aplicará a todos los casos el mismo Fc.

$$\mathbf{F_c = 0,88}$$

10.6 Arquetas

Para la RSMT se utilizarán arquetas de paso y de derivación, siendo las primeras sólo para registro y posible derivación de futuros nuevos consumos. Las arquetas de derivación serán el punto de la red en el que el cliente, en caso de necesitar un CT de abonado, abastecerá su centro de transformación.

Las arquetas serán prefabricadas o de fábrica de ladrillo cerámico macizo (cítara) enfoscada interiormente, con tapas de fundición de 60 x 60 cm y con un lecho de arena absorbente en el fondo de ellas. A la entrada de las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua. A demás, todas estarán cimentadas sobre la calzada.

Todas las arquetas registrables deberán estar situadas a una distancia entre ellas menor a 100 m, según establecen las especificaciones del apartado 8.2 de la normativa *MT 2.31.01 "Proyecto Tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV"*. No obstante, con visitas a facilitar futuras nuevas derivaciones hacia CT de abonado a cliente las distancias son como máximo a 40 m.

10.7 Canalizaciones

En la etapa de proyecto se deberá consultar con las empresas de servicio público y con los posibles propietarios de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocida, antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

La canalización se realizará enterrada bajo tubo y, en la medida de lo posible, se evitarán cambios de dirección en ellos. En aquellos puntos de giro en los que se precise realizar un giro con el tubo se dispondrán arquetas de paso con tapa y registrables. En base al apartado 8.3 de la normativa *MT 2.31.01 "Proyecto Tipo de Línea Subterránea de AT hasta 30 kV"*.

Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

La disposición de los tubos será de dos para el mismo plano, la correspondiente para la zanja tipo de *"Canalización Entubada en Calzada con 2 tubos de 160Ø"* para *"Redes de 12/20 kV hasta 240 mm² inclusive, un circuito por tubo"*.

El esquema correspondiente a la zanja tipo de Iberdrola nombrada en el anterior párrafo es la que se muestra a continuación. Véase *Imagen 7*.

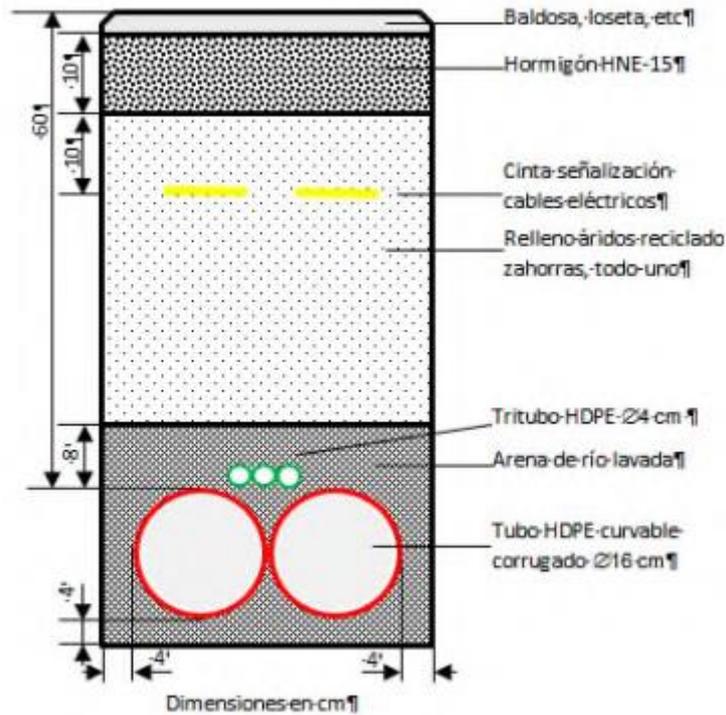


Imagen 7. Zanja para líneas subterráneas de media tensión entubadas. (fuente MT 2.31.01).

La zanja estará constituida por 2 tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena y debidamente enterrados en zanja. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

En lo referente a la zanja los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. A lo largo de toda la zanja y sobre los tubos protectores de los cables se colocarán varias cintas de señalización para advertir de la presencia de cables eléctricos y sus colores y características quedan recogidas en la NI 29.00.01.

En previsión de futuro, todas las canalizaciones estarán preparadas para el desarrollo de redes inteligentes.

En lo referente a los tubos protectores y que albergan las líneas de MT, sus características serán similares a las indicadas en la Norma, de referencia informativa, NI 52.95.03 para conducciones de redes de BT. Para este proyecto se van a utilizar tubos con diámetro igual a 160 mm en base a lo estipulado por la empresa distribuidora para secciones de conductores de 240 mm².

Los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 61386-24. Las características mínimas serán las indicadas a continuación. Deberán proporcionar las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: 250 N para tubos embebidos en hormigón; 450 N para tubos en suelo ligero; 750 N para tubos en suelo pesado.

- Resistencia al impacto: Grado Ligero para tubos embebidos en hormigón; Grado Normal para tubos en suelo ligero o suelo pesado.
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: Protegido contra objetos $D > 1$ mm.
- Resistencia a la penetración del agua: Protegido contra el agua en forma de lluvia.
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos: Protección interior y exterior media.

10.8 Longitud, sección, C.d.t y diámetro del tubo protector para cada línea subterránea

Teniendo en cuenta todos los puntos que engloban el apartado de “*Líneas Subterráneas de Media Tensión*”, descrito en este documento y, lo detallado a lo largo del anexo de cálculo “*Líneas de Media Tensión*” las especificaciones de los conductores y el tubo asociado a estos son las siguientes:

Nudo origen	Nudo destino	Longitud	C.d.t (%)	Sección (mm²)	∅ tubo (mm)
FLA CV-300	CT1	116	0,008	3x240	160
CT1	CT3	242	0,006	3x240	160
FLA-1	CT3	70	0,000015	3x240	160
CT3	CT4	331	0,018	3x240	160
CT4	CT2	534	0,07	3x240	160
CT2	CT1	207	/	3x240	160

Tabla 47. Longitud, sección, C.d.t y diámetro del tubo protector para todas las líneas de media tensión de consumo del polígono.

Siendo:

- **FLA:** Fin de línea.

10.9 Protecciones de los apoyos de conversión

Las protecciones que todos los apoyos de conversión llevarán instaladas serán las siguientes:

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	In (kA)	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)
LSMT CV-300	Apoyo fin línea	CT1	10	24	125	50
LSMT-1	Apoyo fin línea	CT3	10	24	125	50
LSMT-2	Apoyo fin línea	/	10	24	125	50

Tabla 48. Protecciones de los apoyos de conversión aéreo-subterráneas.

Siendo:

- **In(kA)**. Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.
- **Un(kV)**. Tensión más elevada de la red.
- **U1(kV)**. Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- **U2(kV)**. Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Para los pararrayos se escogerán según marca la normativa NI -75.30.02 de la empresa distribuidora.

Designación: POM-P 21/10

Código: 7530004

Teniendo en cuenta las características de la línea de MT y las recomendaciones de la empresa distribuidora, los fusibles a instalar en todos los apoyos de conversión serán de expulsión-seccionadores según marca la normativa NI -75.06.11 de la empresa distribuidora.

Designación: BP-CFEM 24

Código: 75 07 100

11 Bibliografía y referencias

11.1 Páginas web consultadas

- Altitud del municipio con respecto al mar: <https://www.ayuntamiento-espana.es/ayuntamiento-meliana.html>
- Superficie, demás parámetros específicos del polígono “La Closa” y ordenanzas municipales: <http://www.meliana.es/es/page/ordenanzas-municipales>
- Características del polígono: http://www.meliana.es/sites/default/files/files/PGEme18/A1/a_1_memoria_informativa.pdf
- Boletines Oficiales del Estado (BOEs).
- Reglamentación para baja tensión: <http://endrino.pntic.mec.es/jhem0027/reglamentos/rcesct/itc13.htm>
- Documentación litológica: <http://www.meliana.es/va/page/planols-eate>
- Información referente a todo el cálculo luminotécnico: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/>
-

11.2 Documentación técnica de documentos consultados

- Serie normativas Instrucciones de construcción del Ministerio de Fomento Dirección General de Carreteras “*Recomendaciones para la iluminación de carreteras y túneles*” 1999.
- Normativas de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. Normas NI.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión, edición 2020.
- Instrucciones técnicas complementarias para baja tensión, ITC-BT
- Reglamento de líneas eléctricas de alta tensión, edición 2014.
- Proyectos tipo de Iberdrola.

12 Resumen del presupuesto

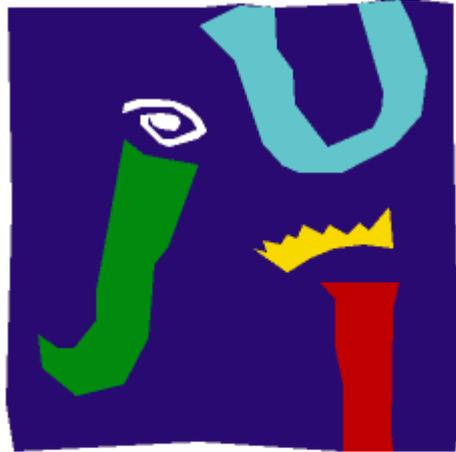
CAPÍTULOS		IMPORTE
1	LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN	86.627,46 €
2	REDES DE BAJA TENSIÓN	458.921,60 €
3	RED DE MEDIA TENSIÓN	116.278,48 €
4	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	204.205,16 €
5	ALUMBRADO VIALES	158.516,47 €
6	ALUMBRADO ZONAS VERDES	69.834,51 €
7	SEGURIDAD Y SALUD	1.708,26 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		1.096.091,94 €
13 % DE GASTOS GENERALES		142.491,95 €
6 % BENEFICIO INDUSTRIAL		65.765,52 €
SUMA		1.304.349,41 €
21 % IVA		273.931,38 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		1.578.262,79 €

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS SETENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAT
JAUME I**

**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL “LA CLOSA”,
MELIANA (VALENCIA)**

2-ANEXOS

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Ros Rausell, Ernesto

DIRECTOR

Beltrán San Segundo, Héctor

2. ÍNDICE ANEXOS

2.1 Anexo I. Cálculo luminotécnico

2.2 Anexo II. Resultados luminotécnicos DIALux.

2.3 Anexo III. Cálculo de la red de baja tensión

2.4 Anexo IV. Cálculo centros de transformación

2.5 Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión

2.6 Anexo VI. Catálogos.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

1	Objetivo y alcance	3
2	Alumbrado vial	3
2.1	Alumbrado calzada	3
2.1.1	Clasificación de la vía	3
2.1.2	Situación de proyecto	4
2.1.3	Clase de alumbrado y categoría	4
2.1.4	Deslumbramientos	6
2.1.5	Tabla resumen niveles de iluminación	6
2.1.6	Flujo hemisférico superior y luz molesta	6
2.1.7	Componentes de la instalación	7
2.1.8	Factor de utilización	9
2.1.9	Factor de mantenimiento	9
2.1.10	Tramos curvos	10
2.1.11	Tramos con cruzamientos	10
2.1.12	Eficiencia energética	10
2.2	Alumbrado aceras	11
2.2.1	Objetivo y alcance	11
2.2.2	Clasificación de la vía	11
2.2.3	Situación del proyecto	11
2.2.4	Clase de alumbrado y categoría	12
2.2.5	Deslumbramientos	13
2.2.6	Flujo hemisférico superior y luz molesta	13
2.2.7	Componentes de la instalación	13
2.2.8	Factor de utilización	14
2.2.9	Factor de mantenimiento	14
2.2.10	Eficiencia energética	14
2.3	Carriles de estacionamiento	14
2.3.1	Objetivo y alcance	14
2.3.2	Clasificación de la vía	14
2.3.3	Situación de proyecto	15
2.3.4	Clase de alumbrado y categoría	15
2.3.5	Deslumbramientos	16

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

2.3.6	Flujo hemisférico superior y luz molesta	16
2.3.7	Componentes de la instalación	17
2.3.8	Factor de utilización	17
2.3.9	Factor de mantenimiento	17
2.3.10	Eficiencia energética.....	17
2.4	Alumbrado adicional de pasos para peatones	18
2.4.1	Objetivo y alcance	18
2.4.2	Clasificación	18
2.4.3	Situación del proyecto	18
2.4.4	Clase de alumbrado y categoría	19
2.4.5	Niveles de iluminancia	19
2.4.6	Deslumbramientos.....	19
2.4.7	Flujo hemisférico superior y luz molesta	19
2.4.8	Componentes de la instalación	20
2.4.9	Factor de utilización.....	20
2.4.10	Factor de mantenimiento	20
2.4.11	Eficiencia energética.....	20
2.5	Glorietas	21
2.5.1	Clasificación de la vía	21
2.5.2	Situación de proyecto	21
2.5.3	Clase de alumbrado y categoría	21
2.5.4	Deslumbramientos.....	21
2.5.5	Flujo hemisférico superior y luz molesta	21
2.5.6	Componentes de la instalación	22
2.5.7	Factor de utilización.....	22
2.5.8	Factor de mantenimiento	22
2.5.9	Eficiencia energética.....	22
2.6	Selección luminaria y disposición puntos de luz	23
3	Alumbrado parques y jardines	25
3.1	Clasificación de la vía	25

1 Objetivo y alcance

El objetivo de este apartado del proyecto consiste en realizar todo el cálculo luminotécnico en base a las normas ITC-EA-01-07, así como la selección de la tecnología a implementar en todas las zonas del polígono industrial, siendo el vial y el de parques y jardines, con el objetivo de proporcionar los niveles luminotécnicos estipulados y, al mismo tiempo, una sensación agradable de visibilidad y confort con buen rendimiento energético.

2 Alumbrado vial

2.1 Alumbrado calzada

2.1.1 Clasificación de la vía

En base a la *Tabla 1* de la normativa *ITC-EA-02* se especifica que la clasificación de las zonas viales del polígono industrial “La Closa” son de categoría B, tal y como se muestra a continuación:

Clasificación	Tipo de vía	Velocidad tráfico rodado (km/h)
A	de alta velocidad	$v > 60$
B	de moderada velocidad	$30 < v < 60$
C	carriles bici	--
D	de baja velocidad	$5 < v < 30$
E	vías peatonales	$v < 5$

Tabla 1. Clasificación de las vías. (fuente ITC-EA-02)

En el proyecto del polígono industrial de “La Closa” sólo existe una única clasificación de vía y es el que se detalla en los siguientes puntos.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

2.1.2 Situación de proyecto

Según se indica en la Tabla 3 de la ITC-EA-02 se especifica que pertenece al grupo B1. Véase *Tabla 2*.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado
B1	<ul style="list-style-type: none">• Vías urbanas secundarias de conexión a urbanas de tráfico importante.• Vías distribuidoras locales y accesos a zonas residenciales y fincas. Intensidad de tráfico IMD < 7.000 IMD < 7.000	ME2 / ME3c ME4b / ME5 / ME6
B2	<ul style="list-style-type: none">• Carreteras locales en áreas rurales. Intensidad de tráfico y complejidad del trazado de la carretera. IMD < 7.000 IMD < 7.000	ME2 / ME3b ME4b / ME5

Tabla 2. Clases de alumbrado para vías tipo B. (fuente ITC-EA-02)

(*) Para todas las situaciones de proyecto B1 y B2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior

2.1.3 Clase de alumbrado y categoría

Determinada la intensidad de tráfico como $IMD < 7.000$ vehículos en un día en base a datos proporcionados por el ayuntamiento del municipio, las clases de alumbrado que proceden son las siguientes: ME4b, ME5 y ME6.

Al no tratarse de una zona en la que los días de lluvia son iguales o superiores a 120 en todo el año, se categoriza como zona vial seca. Por consiguiente, se determina en base a esta categoría la clase de alumbrado, especificada en la *Tabla 6* de la ITC-EA-02. Véase *Tabla 3*.

Se ha seleccionado la clase de alumbrado tipo ME4a.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

Clase de Alumbrado	Luminancia de la superficie de la calzada en condiciones secas			Deslumbramiento Perturbador	Iluminación de alrededores
	Luminancia (4) Media L_m (cd/m^2) ⁽¹⁾	Uniformidad Global U_o [mínima]	Uniformidad Longitudinal U_L [mínima]	Incremento Umbral TI (%) ⁽²⁾ [máximo]	Relación Entorno SR (3) [mínima]
ME1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME5	0,50	0,35	0,40	15	0,50
ME6	0,30	0,35	0,40	15	Sin requisitos

Tabla 3. Series ME de la clase de alumbrado para viales secos tipo A y B). (fuente ITC-EA-02)

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado, a excepción de (TI), que son valores máximos iniciales. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento () elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) Cuando se utilicen fuentes de luz de baja luminancia (lámparas fluorescentes y de vapor de sodio a baja presión), puede permitirse un aumento de 5% del incremento umbral (TI).

(3) La relación entorno SR debe aplicarse en aquellas vías de tráfico rodado donde no existan otras áreas contiguas a la calzada que tengan sus propios requisitos. La anchura de las bandas adyacentes para la relación entorno SR será igual como mínimo a la de un carril de tráfico, recomendándose a ser posible 5 m de anchura.

(4) Los valores de luminancia dados pueden convertirse en valores de iluminancia, multiplicando los primeros por el coeficiente R (según C.I.E.) del pavimento utilizado, tomando un valor de 15 cuando éste no se conozca.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

2.1.4 Deslumbramientos

Como resultado de lo especificado en el punto 8.1 de la normativa *ITC-EA-02*, en el primer párrafo, el deslumbramiento perturbador es el mismo que el mostrado en la *Tabla 6* de esta misma norma, referenciada la clase de alumbrado ME4b.

2.1.5 Tabla resumen niveles de iluminación

Calzada							
Tipo de vía	Situación proyecto	Categoría	Luminancia media Lm(cd/m ²)	Coeficientes de uniformidad		Deslumbramiento perturbador	Iluminación alrededores
				Globa I _{Uo}	Longitudinal UL		
B	B1	ME4a	≥0,75	≥0,4	≥0,60	≤15	≥0,50

Tabla 4. Resumen valores niveles de iluminación calzada.

2.1.6 Flujo hemisférico superior y luz molesta

Es el porcentaje (%) de luminancia que proyectan los alumbrados sobre el fondo natural del cielo nocturno de forma indeseada. Esto se produce por la difusión en los gases y otras partículas, en suspensión en la atmósfera de la luz que, bien directamente o tras reflejarse sobre algún material (pavimento, parámetros verticales de edificios), son emitidas hacia el cielo.

En base a lo que estipula la normativa *ITC-EA-03* en la *Tabla 1*, la clasificación de la zona es E2, junto con su límite de flujo hemisférico superior instalado, de **FHS_{inst} ≤ 5%**. Véase la *Tabla 5*.

CLASIFICACIÓN DE ZONAS	FLUJO HEMISFÉRICO SUPERIOR INSTALADO FHS _{INST}
E1	≤ 1%
E2	≤ 5%
E3	≤ 15%
E4	≤ 25%

Tabla 5. Valores límite del flujo hemisférico superior instalado. (fuente ITC-EA-03)

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

Con motivo de lo descrito en la *Tabla 3* de la norma *ITC-EA-03* se establecen los parámetros luminotécnicos para luz intrusa o molesta. Véase la *Tabla 6*.

Parámetros luminotécnicos	Valores máximos			
	Observatorios astronómicos y parques naturales E1	Zonas periurbanas y áreas rurales E2	Zonas urbanas residenciales E3	Centros urbanos y áreas comerciales E4
Iluminancia vertical (E_v)	2 lux	5 lux	10 lux	25 lux
Intensidad luminosa emitida por las luminarias (I)	2.500 cd	7.500 cd	10.000 cd	25.000 cd
Luminancia media de las fachadas (L_m)	5 cd/m ²	5 cd/m ²	10 cd/m ²	25 cd/m ²
Luminancia máxima de las fachadas (L_{max})	10 cd/m ²	10 cd/m ²	60 cd/m ²	150 cd/m ²
Luminancia máxima de señales y anuncios luminosos ($L_{máx}$)	50 cd/m ²	400 cd/m ²	800 cd/m ²	1.000 cd/m ²
Incremento de umbral de contraste (TI)	Clase de Alumbrado			
	Sin iluminación	ME 5	ME3 / ME4	ME1 / ME2
	TI = 15% para adaptación a L = 0,1 cd/m ²	TI = 15% para adaptación a L = 1 cd/m ²	TI = 15% para adaptación a L = 2 cd/m ²	TI = 15% para adaptación a L = 5 cd/m ²

Tabla 6. Limitaciones de luz molesta procedentes de alumbrado exterior. (fuente ITC-EA-03)

2.1.7 Componentes de la instalación

2.1.7.1 Lámpara

Según el punto 2 “Lámparas” de la normativa *ITC-EA-04*, establece que el rendimiento de la lámpara para este tipo de vías tiene que superar el los 65lm/W.

La tecnología escogida para la lámpara es LED en base a todas sus ventajas en cuanto a rendimiento energético y horas de trabajo.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

2.1.7.2 Luminaria

La eficiencia de la luminaria es el cociente entre el flujo luminoso que la luminaria entrega y el flujo que suministra la lámpara. Así pues, los parámetros a cumplir por las luminarias según norma ITC-EA-04, *Tabla 1* para alumbrado vial funcional es $\geq 65\%$. Véase *Tabla 7*.

PARÁMETROS	ALUMBRADO VIAL		RESTO ALUMBRADOS (1)	
	Funcional	Ambiental	Proyector es	Luminari as
Rendimiento	$\geq 65\%$	$\geq 55\%$	$\geq 55\%$	$\geq 60\%$
Factor de utilización	(2)	(2)	$\geq 0,25$	$\geq 0,30$

Tabla 7. Características de las luminarias y proyectores. (fuente ITC-EA-04)

- (1) A excepción de alumbrado festivo y navideño.
- (2) Alcanzarán los valores que permitan cumplir los requisitos mínimos de eficiencia energética establecidos en las tablas 1 y 2 de la ITC-EA-01.

En base a que se trata de tecnología LED, tal y como indica el apartado “Recomendaciones de utilización en de las luminarias para LED” de la ITC-EA-04, el rendimiento deberá ser superior a los 70 lm/W. La temperatura del color deberá estar comprendida entre 2700K y 5800K además de poseer un índice de reproducción cromática, IRC, como mínimo del 70 ($Ra > 70$).

2.1.7.3 Equipos auxiliares

En este caso, al ser tecnología LED no existe ningún tipo de equipo auxiliar de índole de cebadores, balastos etc. Todo lo referente a drivers, equipos de sobretensión y demás ya están implementados en la misma luminaria, el mismo fabricante lo especifica en la ficha técnica.

2.1.8 Factor de utilización

Es la relación entre el flujo procedente de la luminaria que incide en la superficie a iluminar (flujo útil Φ_u) y el flujo emitido por la lámpara instalada en la luminaria (Φ_e).

De este modo, evalúa las prestaciones intrínsecas de las luminarias y su aptitud para optimizarlas, teniendo en cuenta las características dimensionales de la superficie a iluminar (longitud y anchura) y de la instalación de alumbrado exterior (tipo de implantación, altura de las luminarias y separación entre puntos de luz). La definición consta en la GUÍA-EA-RD 1890/2008. Véase la siguiente ecuación.

$$fu = \frac{\Phi_u}{\Phi_e}$$

Ecuación 1. Determinación del factor de utilización.

Para la determinación de este parámetro se hará uso del programa de cálculo DIALux.

2.1.9 Factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento se determina con la ecuación que define la norma ITC-EA-06 en el Punto 2:

$$fm = FDFL * FSL * FDLU * FDSR$$

Siendo:

- **FDFL**= factor de depreciación del flujo luminoso de lámpara
- **FSL**= factor de supervivencia de la lámpara, este factor se supondrá valor 1 según LED REV-3-310715.
- **FDLU**= Factor de depreciación de la luminaria
- **FDSR**=Factor de depreciación del recinto, sólo considerado en túneles o pasos inferiores. Según LED REV-3-310715 para este caso el valor es 1.

2.1.10 Tramos curvos

No procede.

2.1.11 Tramos con cruzamientos

En el presente polígono industrial se encuentran dos clases de cruzamientos: cruce de cuatro calles y cruce en T.

Con objeto de mejorar la visibilidad se dispondrán los puntos de luz en el lado derecho de la calzada y después del cruce. En el caso T, se instalará una luminaria al final de la calle que termina.

2.1.12 Eficiencia energética

Según *ITC-EA-01 "punto 2.3"*, la eficiencia energética se cumplirá siempre y cuando se hayan cumplido todos los requisitos estipulados en las normativas *ITC-EA-02* hasta *ITC-EA-06*. Dichos requisitos han sido empleados para todo el cálculo de apartado 2.1 *Alumbrado calzada*.

2.2 Alumbrado aceras

2.2.1 Objetivo y alcance

La finalidad de este estudio es cumplir con lo estipulado en la *normativa ITC-EA-02* y, garantizar una buena visibilidad a lo largo de todas las aceras en la vía.

2.2.2 Clasificación de la vía

Teniendo en cuenta lo detallado en la *Tabla 11* del apartado 2.1.1 *Clasificación de la vía* y que, referencia la normativa ITC-EA-02, se identifica el vial como clase E, vías peatonales.

2.2.3 Situación del proyecto

Según *ITC-EA-02*, en la *Tabla 5* del apartado 2 “*Alumbrado Vial*”, se especifica que la situación del proyecto para este tipo de vía es E1. Véase la *Tabla 8*.

Tabla 5 – Clases de alumbrado para vías tipo E		
Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado(*)
E1	<ul style="list-style-type: none">• Espacios peatonales de conexión, calles peatonales, y aceras a lo largo de la calzada.• Paradas de autobús con zonas de espera• Áreas comerciales peatonales. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4
E2	<ul style="list-style-type: none">• Zonas comerciales con acceso restringido y uso prioritario de peatones. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 / S1 S2 / S3 / S4

Tabla 8. Clases de alumbrado para vías tipo E. (fuente ITC-EA-02)

(*) Para todas las situaciones de alumbrado E1 y E2, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

2.2.4 Clase de alumbrado y categoría

Tratándose de un polígono industrial el flujo de peatones no es muy elevado, así pues la clasificación del alumbrado se centra en los siguientes puntos: S2, S3 y S4.

De nuevo, para asegurar la mejor visibilidad, se tiene en cuenta el peor de los casos, es decir, el caso más restrictivo. Por ello, se ha escogido el alumbrado tipo S2. Véase la Tabla 9.

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal en el área de la calzada	
	Iluminancia Media Em (lux)(1)	Iluminancia mínima Emin (lux)(1)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1

Tabla 9. Iluminancia horizontal en función de la clase de alumbrado. (fuente ITC-EA-02)

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento () elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

No obstante, para toda la iluminación de alumbrado de viales de aceras, se ha seguido la siguiente tabla obtenida de la normativa CIE-115. Véase Tabla 10 a continuación.

Descripción de la vía (peatones y ciclistas)	CLASE	Media	Mínima
Vías de prestigio	P1	20	7,5
Vías de gran utilización nocturna	P2	10	3
Vías de uso nocturno moderado	P3	7,5	1,5
Utilización nocturna menor, relacionado con propiedades adyacentes	P4	5	1
Utilización nocturna menor, relacionada con propiedades adyacentes. Importante para preservar las características del entorno.	P5	3	0,6
Utilización nocturna muy reducida, relacionado con propiedades adyacentes	P6	1,5	0,2
Vías donde sólo se requiere la guía visual proporcionada por la luz directa de las luminarias	P7	na	na

Tabla 10. Clasificación de vías peatonales y ciclistas. (fuente CIE-115)

2.2.5 Deslumbramientos

Según el punto 10 de la normativa *ITC-EA-02*, por tener un nivel de iluminación similar, se considera equivalente la clase de alumbrado S2 a los valores de deslumbramiento de la clase ME4b, véase *Tabla 11*.

Se ha decantado por esta clase debido a que es la misma clasificación que posee el apartado de alumbrado para calzada.

Clases de alumbrado de similar nivel de iluminación						
	ME 1 MEW 1	ME 2 MEW 2	ME 3 MEW 3	ME 4 MEW 4	ME 5 MEW 5	ME 6
CEO	CE 1	CE 2	CE 3	CE 4	CE 5	
			S 1	S 2	S 3	S 4

Tabla 11. Clases de alumbrado de similar nivel de iluminación. (fuente ITC-EA-02)

2.2.6 Flujo hemisférico superior y luz molesta

Al tratarse de un complemento del alumbrado destinado a automóviles, siendo estos colindantes, la categorización de este punto es la misma que en el alumbrado para la calzada, punto 2.2.6 Flujo hemisférico superior y luz molesta 1.7.

2.2.7 Componentes de la instalación

2.2.7.1 Lámpara

Las características que se exigen para la lámpara son las mismas que para el alumbrado vial para calzada, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.1 *Lámpara*.

2.2.7.2 Luminaria

Las características que se exigen para la luminaria son las mismas que para un uso vial, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.2 *Luminaria*. Del mismo modo, la luminaria seleccionada es la misma en base a que el fabricante garantiza en

la ficha técnica que es apta para pasos de peatones gracias a su adaptabilidad fotométrica.

2.2.7.3 Equipos auxiliares

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.7.3 *Equipos auxiliares*.

2.2.8 Factor de utilización

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.8 *Factor de utilización*.

2.2.9 Factor de mantenimiento

Se justifica de igual modo que el punto 2.1.9 *Factor de mantenimiento*.

2.2.10 Eficiencia energética

Según *ITC-EA-01* "punto 2.3", la eficiencia energética se cumplirá siempre y cuando se hayan cumplido todos los requisitos estipulados en las *normativas ITC-EA-02* hasta *ITC-EA-06*. Dichos requisitos han sido empleados para todo el cálculo de apartado 2.2 *Alumbrado aceras*.

2.3 Carriles de estacionamiento

2.3.1 Objetivo y alcance

El objetivo de esta parte del alumbrado es garantizar que se cumplen los niveles luminotécnicos exigidos para los carriles de estacionamiento.

2.3.2 Clasificación de la vía

Según *ITC-EA-02* se considera de alumbrado específico.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

2.3.3 Situación de proyecto

La situación de proyecto a la que pertenece este vial especial es D1-D2, según lo especificado en el apartado 3.9. Por consiguiente, se toma en consideración la tabla 4 del punto 3.9 de la normativa ITC-EA-02. Véase *Tabla 12*.

Situaciones de proyecto	Tipos de vías	Clase de Alumbrado(*)
C1	<ul style="list-style-type: none">• Carriles bici independientes a lo largo de la calzada, entre ciudades en área abierta y de unión en zonas urbanas Flujo de tráfico de ciclistas Alto Normal	S1 / S2 S3 / S4
D1 - D2	<ul style="list-style-type: none">• Áreas de aparcamiento en autopistas y autovías.• Aparcamientos en general.• Estaciones de autobuses. Flujo de tráfico de peatones Alto Normal	CE1A / CE2 CE3 / CE4
D3 - D4	<ul style="list-style-type: none">• Calles residenciales suburbanas con aceras para peatones a lo largo de la calzada• Zonas de velocidad muy limitada Flujo de tráfico de peatones y ciclistas Alto Normal	CE2 / S1 / S2 S3 / S4

Tabla 12. Clases de alumbrado para vías tipos C y D. (fuente ITC-EA-02).

(*) Para todas las situaciones de alumbrado C1-D1-D2-D3 y D4, cuando las zonas próximas sean claras (fondos claros), todas las vías de tráfico verán incrementadas sus exigencias a las de la clase de alumbrado inmediata superior.

2.3.4 Clase de alumbrado y categoría

Siendo un flujo de peatones normal, la clase de alumbrado y categoría puede ser tanto CE3 como CE4. Al ser la CE3 la más restrictiva será la escogida. Véase la *Tabla 13*.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

Clase de Alumbrado (1)	Iluminancia horizontal	
	Iluminancia Media <i>Em (lux)</i> [mínima mantenida ⁽¹⁾]	Uniformidad Media <i>Um</i> [mínima]
CE0	50	0,40
CE1	30	0,40
CE1A	25	0,40
CE2	20	0,40
CE3	15	0,40
CE4	10	0,40
CE5	7,5	0,40

Tabla 13. Series CE de clase de alumbrado para viales tipos D y E. (fuente ITC-EA-02.)

(1) Los niveles de la tabla son valores mínimos en servicio con mantenimiento de la instalación de alumbrado. A fin de mantener dichos niveles de servicio, debe considerarse un factor de mantenimiento () elevado que dependerá de la lámpara adoptada, del tipo de luminaria, grado de contaminación del aire y modalidad de mantenimiento preventivo.

(2) También se aplican es espacios utilizados por peatones y ciclistas.

2.3.5 Deslumbramientos

Según el “Punto 10” de la normativa ITC-EA-02, por tener un nivel de iluminación similar, se considera que para la clase de alumbrado CE3 se tomen los valores de deslumbramiento de la clase ME3 o MEW3, véase la *Tabla 3*. Se ha decantado por el ME3a por ser el caso más desfavorable.

2.3.6 Flujo hemisférico superior y luz molesta

La determinación de este parámetro y su valor es el mismo que en el apartado 2.1.6 *Flujo hemisférico superior y luz molesta* debido a que se encuentra comprendido dentro de la misma área, es un componente del estudio de alumbrado de la calzada.

2.3.7 Componentes de la instalación

2.3.7.1 Lámpara

Las características que se exigen para la lámpara son las mismas que para el alumbrado vial de la calzada, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.1 *Lámpara*.

2.3.7.2 Luminaria

Las características que se exigen para la luminaria son las mismas que para la calzada, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.2 *Luminaria*. Así pues, a luminaria escogida es la misma que en el apartado 2.1.7.2 *Luminaria* en base a que el fabricante garantiza en la ficha técnica que es apta para carriles de estacionamiento gracias a su adaptabilidad fotométrica.

2.3.7.3 Equipos auxiliares

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.7.3 *Equipos auxiliares*.

2.3.8 Factor de utilización

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.8 *Factor de utilización*.

2.3.9 Factor de mantenimiento

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.9 *Factor de mantenimiento*.

2.3.10 Eficiencia energética

Según se especifica en el punto 2.3 de la normativa *ITC-EA-01* la eficiencia energética se cumplirá siempre y cuando se hayan cumplido todos los requisitos estipulados en las normativas *ITC-EA-02* hasta *ITC-EA-06*. Dichos requisitos han sido empleados para todo el cálculo del apartado 2.3 *Carriles de estacionamiento*.

2.4 Alumbrado adicional de pasos para peatones

2.4.1 Objetivo y alcance

El objetivo de este subapartado del alumbrado vial es proporcionar unos buenos valores luminotécnicos en los pasos de peatones que favorezcan la segura circulación de los viandantes, en especial en zonas donde no existe regulación de tráfico mediante semáforos, como es el caso del proyecto. Así pues, se deberá ajustar a las especificaciones detalladas en la normativa *ITC-EA-02*.

2.4.2 Clasificación

Según la norma *ITC-EA-02* se categorizan los pasos de peatones como zona especial de iluminación, por lo que se tendrá en cuenta para la elaboración de este proyecto.

2.4.3 Situación del proyecto

En base al punto 3.3 de la normativa *ITC-EA-02* la situación del proyecto es G2/G3. Sus parámetros correspondientes se encuentran en la *Tabla 14*.

Clase de Intensidad	Intensidad Máxima (cd/klm) (1)			Otros requisitos
	$70^\circ \leq \varphi < 80^\circ$	$80^\circ \leq \varphi < 90^\circ$	$\varphi \geq 90^\circ$	
G1	-	200	50	Ninguno
G2	-	150	30	Ninguno
G3	-	100	20	Ninguno
G4	500	100	10	Intensidades por encima de 95° deben ser cero
G5	350	100	10	
G6	350	100	0	Ninguno

Tabla 14. Situación de proyecto para clases de intensidad G. (fuente *ITC-EA-02*)

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

Todas las intensidades son proporcionales al flujo de la lámpara para 1.000 lm.

NOTA: Las clases de intensidad G1, G2 y G3 corresponden a distribuciones fotométricas “semi cut-off” y “cut-off”, de uso tradicional. Las clases de intensidad G4, G5 y G6 se asignan a luminarias con distribución “cut-off” total, como las luminarias de cierre de vidrio plano en la posición horizontal.

2.4.4 Clase de alumbrado y categoría

Al tratarse de una zona que se encuentra en área industrial, la categoría de alumbrado es CE1 en base a lo especificado en el punto 3.3 de la norma *ITC-EA-02*.

Por consiguiente, los valores de iluminancia media y uniformidad media para la categoría CE1 son 30 y 0,40 respectivamente, véase la *Tabla 13*.

2.4.5 Niveles de iluminancia

Según el punto 3.3 de la norma *ITC-EA-02* se especifica que el mínimo para los niveles de iluminación en el plano vertical de 40 lux.

Mínimo Iluminación plano vertical = 40lux

2.4.6 Deslumbramientos

Según el *Punto 3.3* de la norma *ITC-EA-02* se especifican los siguientes niveles:

- **Dirección circulación vehículo:** G2
- **Dirección circulación peatón:** G3

2.4.7 Flujo hemisférico superior y luz molesta

La determinación de este parámetro y su valor es el mismo que para el apartado 2.1.6 *Flujo hemisférico superior y luz molesta* debido a que se encuentra

comprendido dentro de la misma área, es un componente del estudio de alumbrado de la calzada.

2.4.8 Componentes de la instalación

2.4.8.1 Lámpara

Las características que se exigen para la lámpara son las mismas que para alumbrado vial de la calzada, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.1 *Lámpara*.

2.4.8.2 Luminaria

Las características que se exigen para la luminaria son las mismas que para alumbrado vial de la calzada, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.2 *Luminaria*. La luminaria escogida es la misma que para el apartado de alumbrado para calzada en base a que el fabricante garantiza en la ficha técnica que es apta para pasos de peatones gracias a su adaptabilidad fotométrica.

2.4.8.3 Equipos auxiliares

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.7.3 *Equipos auxiliares*.

2.4.9 Factor de utilización

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.8 *Factor de utilización*.

2.4.10 Factor de mantenimiento

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.9 *Factor de mantenimiento*.

2.4.11 Eficiencia energética

Según el apartado 2.3 de la normativa *ITC-EA-01*, la eficiencia energética se cumplirá siempre y cuando se hayan cumplido todos los requisitos estipulados en las normativas *ITC-EA-02* hasta *ITC-EA-06*. Dichos requisitos han sido empleados para todo el cálculo de apartado 2.4 *Alumbrado adicional de pasos para peatones*.

2.5 Glorietas

2.5.1 Clasificación de la vía

Según *ITC-EA-02* se considera de alumbrado específico.

2.5.2 Situación de proyecto

No procede.

2.5.3 Clase de alumbrado y categoría

Al tratarse de glorietas los niveles de iluminación serán un 50% mayor que los niveles luminotécnicos de los accesos o entradas, según *ITC-EA-02*.

Se establecen los siguientes valores luminotécnicos recogidos en la *Tabla 15*.

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

Tabla 15. Niveles luminotécnicos para las glorietas.

2.5.4 Deslumbramientos

Véase *Tabla 14*.

2.5.5 Flujo hemisférico superior y luz molesta

La determinación de este parámetro y su valor es el mismo que en el apartado *2.1.6 Flujo hemisférico superior y luz molesta* de este mismo anexo debido a que se encuentra comprendido dentro de la misma área, es un componente del estudio de alumbrado de automóviles.

2.5.6 Componentes de la instalación

2.5.6.1 Lámpara

Las características que se exigen para la lámpara son las mismas que para alumbrado vial de la calzada, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.1 *Lámpara*.

2.5.6.2 Luminaria

Las características que se exigen para la luminaria son las mismas que para alumbrado vial de la calzada, por lo que se aplica lo explicado en el apartado 2.1.7.2 *Luminaria*. La luminaria escogida es la misma que para el apartado de alumbrado para calzada en base a que el fabricante garantiza en la ficha técnica que es apta para pasos de peatones gracias a su adaptabilidad fotométrica.

2.5.6.3 Equipos auxiliares

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.7.3 *Equipos auxiliares*.

2.5.7 Factor de utilización

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.8 *Factor de utilización*.

2.5.8 Factor de mantenimiento

Se justifica de igual modo que el apartado 2.1.9 *Factor de mantenimiento*.

2.5.9 Eficiencia energética

Según el apartado 2.3 de la normativa ITC-EA-01, la eficiencia energética se cumplirá siempre y cuando se hayan cumplido todos los requisitos estipulados en las normativas ITC-EA-02 hasta ITC-EA-06. Dichos requisitos han sido empleados para todo el cálculo de apartado 2.5 *Glorietas*.

2.6 Selección luminaria y disposición puntos de luz

Para todo el alumbrado de calles se escogerá el modelo Axia 2.2 de la marca Schreder, con un flujo luminoso de la luminaria de 15.298 lm con un consumo de potencia de 109 W.

Teniendo en cuenta el flujo luminoso de la luminaria, la *Imagen 1* y, el estudio realizado con el programa de cálculo luminotécnico DIALux, se instalarán 2 tipos diferentes de alturas, siendo 8 m y 10 m para los viales.

Flujo de la lámpara (lm)	Altura (m)
$3000 \leq \Phi_l < 10000$	$6 \leq H < 8$
$10000 \leq \Phi_l < 20000$	$8 \leq H < 10$
$20000 \leq \Phi_l < 40000$	$10 \leq H < 12$
≥ 40000	≥ 12

Imagen 1. Altura de la luminaria en función del flujo luminoso. (fuente Universidad Politécnica de Catalunya).

Con una altura de 10 m y 8 m para los viales junto con la anchura de cada vial, se establecer las distintas disposiciones de las luminarias para cada vial, véase *Imagen 2*.

	Relación entre la anchura de la vía y la altura de montaje
Unilateral	$A/H < 1$
Tresbolillo	$1 \leq A/H \leq 1.5$
Pareada	$A/H > 1.5$
Suspendida	Calles muy estrechas

Imagen 2. Relación anchura vía y altura montaje para determinación disposición puntos de luz. (fuente Universidad Politécnica de Catalunya)

En el presente proyecto se identificarán 4 tipos diferentes calles y, se clasificarán en función de su ancho y sentido de circulación. Véase *Tabla 16* a continuación.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

Tipo	A (m)	Sentido circulación	Carriles	Categoría
1	20	Doble	2	Vial 20m doble dirección
2	20	Único	1	Vial 20m una dirección
3	15	Doble	2	Vial 15m doble dirección
4	15	Único	1	Vial 15m una dirección

Tabla 16. Tipos de calles y su clasificación.

Las características de cada vial se encuentran detalladas en el apartado de Planos correspondiente a alumbrado, RA-10.

En la siguiente tabla, *Tabla 17*, se detalla a la disposición de los puntos de luz para calle.

Tipo	A (m)	Sentido	H (m)	A/H	Disposición
1	20	Doble	10	2	Pareada
2	20	Único	8	2,5	Pareada
3	15	Doble	10	1,5	Tresbolillo
4	15	Único	10	1,5	Tresbolillo

Tabla 17. Tipos de calles y disposición.

Siendo:

- **A=** Ancho de cada calle, en m.
- **H=** Altura a la que se instala la luminaria, en m.

En el apartado de “Resultados DIALux para los viales” se especificará la distancia entre puntos de luz, altura, ángulo con respecto al suelo y demás aspectos resultantes del cálculo luminotécnico.

En la utilización del DIALux primero se implementará todos los datos que se recogen a lo largo de todo este anexo de cálculo en base a las normas *ITC-EA-01* hasta *ITC-EA-07* y se simularán, mediante el editor de esquemas de vías públicas, las distancias, alturas...que deben tener las luminarias para cumplir con las clasificaciones especificadas.

Posteriormente, se implementarán en una escena exterior todas las luminarias en función de lo obtenido en la simulación y, por último, se compararán los datos luminotécnicos con los proporcionados por el asistente de vías públicas para viales tipo.

3 Alumbrado parques y jardines

3.1 Clasificación de la vía

Según *ITC-EA-02* se considera de alumbrado específico y, según el apartado 5.7.3 “*Alumbrado de Parques y Jardines*” de la “*Guía Técnica de Eficiencia Energética en Iluminación para Alumbrado Público*” del IDEA, los criterios y niveles de iluminación del alumbrado serán los mismos que para las zonas peatonales, no obstante para este caso se ha escogido una opción más restrictiva debido a que la zona de estudio es una zona verde con parque, por lo que estará mucho más concurrido que las aceras del polígono.

Teniendo esto en cuenta y, que en invierno se trataría de zona nocturna a las 18:00h y seguiría existiendo gran cantidad de personas, se establece como “Vía de uso nocturno moderado” según el tipo de vía que establece la normativa CIE-115. Véase la *Tabla 18*.

Descripción de la vía (peatones y ciclistas)	CLASE	Media	Mínima
Vías de prestigio	P1	20	7,5
Vías de gran utilización nocturna	P2	10	3
Vías de uso nocturno moderado	P3	7,5	1,5
Utilización nocturna menor, relacionado con propiedades adyacentes	P4	5	1
Utilización nocturna menor, relacionada con propiedades adyacentes. Importante para preservar las características del entorno.	P5	3	0,6
Utilización nocturna muy reducida, relacionado con propiedades adyacentes	P6	1,5	0,2
Vías donde sólo se requiere la guía visual proporcionada por la luz directa de las luminarias	P7	na	na

Tabla 18. Niveles luminotécnicos en función de la clasificación de la vía. (fuente CIE-115).

Para todo el alumbrado de las zonas verdes se escogerá el modelo Calla LED de la marca Schreder, con un flujo luminoso de la luminaria de 6.866 lm y una potencia de 46 W.

Teniendo en cuenta el flujo luminoso de la luminaria seleccionada y la *Imagen 1*, la altura de será de 4 m teniendo en cuenta también las recomendaciones del fabricante.

Anexo I. Cálculo luminotécnico.

Con el objetivo de cumplir con la normativa para niveles mínimos de iluminación y reducir la cantidad de puntos de luz para abaratar costes, se instalarán al tresbolillo a lo largo de todas las zonas verdes. Véase *Plano RA-01*.

Así pues, en el apartado de “*Resultados DIALux para zonas verdes*” se especificará la distancia entre puntos de luz, altura y demás aspectos resultantes del cálculo luminotécnico.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Anexo II. Resultados luminotécnicos DIALux.

Alumbrado Público Calles

Fecha: 13.07.2020
Proyecto elaborado por: Ernesto Ros Rausell

Índice

Alumbrado Público Calles

Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	7
SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882	
Hoja de datos de luminarias	8
Diagrama conico	9
Hoja de datos CDL	10
Hoja de datos Deslumbramiento	11
Vial 20m Doble Dirección (Calle 2)	
Datos de planificación	12
Luminarias (ubicación)	13
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	14
Rendering (procesado) en 3D	15
Rendering (procesado) de colores falsos	16
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Vial 20m Doble Dirección (Calle 2)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	17
Superficie de cálculo Vial 20m Doble Dirección (Calle 2)	
Isolíneas (E, perpendicular)	18
Gráfico de valores (E, perpendicular)	19
Vial 20m Una Dirección (Calle 4)	
Datos de planificación	20
Luminarias (ubicación)	21
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	22
Rendering (procesado) en 3D	23
Rendering (procesado) de colores falsos	24
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Vial 20m Una Dirección (Calle 4)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	25
Superficie de cálculo Vial 20m Una Dirección (Calle 4)	
Isolíneas (E, perpendicular)	26
Gráfico de valores (E, perpendicular)	27
Vial 15m Doble Dirección (Calle 3)	
Datos de planificación	28
Luminarias (ubicación)	29
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	30
Rendering (procesado) en 3D	31
Rendering (procesado) de colores falsos	32
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Calle 3)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	33
Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle 3)	
Isolíneas (E, perpendicular)	34
Gráfico de valores (E, perpendicular)	35
Vial 15m Una Dirección (Calle 5)	
Datos de planificación	36
Luminarias (ubicación)	37
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	38
Rendering (procesado) en 3D	39

Índice

Rendering (procesado) de colores falsos	40
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Vial 15m Una Dirección (Calle 5)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	41
Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle 5)	
Isolíneas (E, perpendicular)	42
Gráfico de valores (E, perpendicular)	43
Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio)	
Datos de planificación	44
Luminarias (ubicación)	45
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	46
Rendering (procesado) en 3D	47
Rendering (procesado) de colores falsos	48
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	49
Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio)	
Isolíneas (E, perpendicular)	50
Gráfico de valores (E, perpendicular)	51
Vial 15m Una Dirección (Calle1)	
Datos de planificación	52
Luminarias (ubicación)	53
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	54
Rendering (procesado) en 3D	55
Rendering (procesado) de colores falsos	56
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Vial 15m Una Dirección (Calle1)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	57
Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle1)	
Isolíneas (E, perpendicular)	58
Gráfico de valores (E, perpendicular)	59
Vial 15m Doble Dirección (Calle1)	
Datos de planificación	60
Luminarias (ubicación)	61
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	62
Rendering (procesado) en 3D	63
Rendering (procesado) de colores falsos	64
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Calle1)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	65
Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle1)	
Isolíneas (E, perpendicular)	66
Gráfico de valores (E, perpendicular)	67
Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet)	
Datos de planificación	68
Luminarias (ubicación)	69
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	70
Rendering (procesado) en 3D	71
Rendering (procesado) de colores falsos	72
Superficies exteriores	

Índice

Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet)	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	73
Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet)	
Isolíneas (E, perpendicular)	74
Gráfico de valores (E, perpendicular)	75
Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2)	
Datos de planificación	76
Resultados luminotécnicos	77
Rendering (procesado) en 3D	79
Rendering (procesado) de colores falsos	80
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Sumario de los resultados	81
Isolíneas (E)	82
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	83
Observador 2	
Isolíneas (L)	84
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	85
Recuadro de evaluación Camino peatonal 2	
Isolíneas (E)	86
Vial 20m Una Dirección (Calle 4)	
Datos de planificación	87
Resultados luminotécnicos	88
Rendering (procesado) en 3D	90
Rendering (procesado) de colores falsos	91
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	92
Recuadro de evaluación Camino peatonal 2	
Isolíneas (E)	93
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	94
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	95
Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3)	
Datos de planificación	96
Resultados luminotécnicos	97
Rendering (procesado) en 3D	99
Rendering (procesado) de colores falsos	100
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	101
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	102
Observador 2	
Isolíneas (L)	103
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	104

Índice

Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5)	
Datos de planificación	105
Resultados luminotécnicos	106
Rendering (procesado) en 3D	108
Rendering (procesado) de colores falsos	109
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	110
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	111
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	112
Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio)	
Datos de planificación	113
Resultados luminotécnicos	114
Rendering (procesado) en 3D	116
Rendering (procesado) de colores falsos	117
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	118
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	119
Observador 2	
Isolíneas (L)	120
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	121
Vial 15m Una Dirección (Calle 1)	
Datos de planificación	122
Resultados luminotécnicos	123
Rendering (procesado) en 3D	125
Rendering (procesado) de colores falsos	126
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	127
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	128
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	129
Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1)	
Datos de planificación	130
Resultados luminotécnicos	131
Rendering (procesado) en 3D	133
Rendering (procesado) de colores falsos	134
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	135
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	136
Observador 2	
Isolíneas (L)	137



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Índice

Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	138
Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet)	
Datos de planificación	139
Resultados luminotécnicos	140
Rendering (procesado) en 3D	142
Rendering (procesado) de colores falsos	143
Recuadros de evaluación	
Recuadro de evaluación Camino peatonal 1	
Isolíneas (E)	144
Recuadro de evaluación Calzada 1	
Isolíneas (E)	145
Observador	
Observador 1	
Isolíneas (L)	146



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

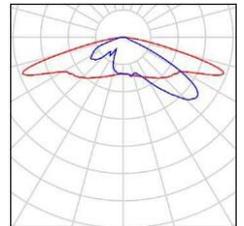
Teléfono

Fax

e-Mail

Alumbrado Público Calles / Lista de luminarias

220 Pieza SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA
NW 740 109W // 384882
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 15785 lm
Potencia de las luminarias: 109.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 25 61 94 100 91
Lámpara: 1 x 48 LEDs 730mA NW 740 (Factor
de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

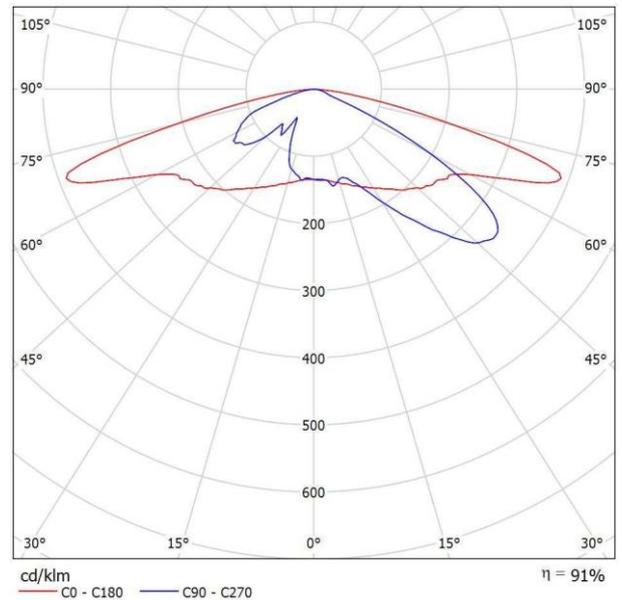
Fax

e-Mail

SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 / Hoja de datos de luminarias



Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 25 61 94 100 91

CONCEPT

Luminaire specifically designed for LEDs

Recommended installation height: between 5-8m for AXIA 2.1 and 6-10m for AXIA 2.2

For optimal heat dissipation, the driver and LED engine are in separate compartments and juxtaposed in a horizontal section

HOUSING & FINISH

- Housing in high-pressure, die-cast aluminium, polyester powdercoated, with a flat area for a photoelectric cell.
- Housing is surrounded by lateral cooling fins for optimal heat extraction.
- Colour: RAL grey 7040 or black RAL 9005.

INSTALLATION

- Incorporated universal fixation with adjustable inclination in 2.5° steps
- Fixation with tiltable clamp and 2 Allen grub screws M8x45 in stainless steel
- Post-top 48-60mm and 76mm spigot at 5° inclination, allows tilt on a vertical pole from 0 to +10° by 2.5° steps
- Lateral mounting on 32 (with sleeve), 42, 48 or 60mm spigot at 0°, allows tilt on horizontal spigot from +5° to -10° by 2.5° steps
- Cover opens via 2 stainless screws positioned on the lower side of the housing to prevent dirt and corrosion build up

OPTICAL UNIT

- Flatbed PCB with polycarbonate lens overlay principle offering various photometric distributions from narrow, medium to wide road; the IP 66 level allows long lasting performance
- CRI > 70
- ULOR: 0%
- Lifetime residual flux @ Tq=25°C @ 100.000 hrs: 90%

ELECTRICAL

- Class I or Class II (size 2 only)
- Input voltage: 230V ± 10% - 50-60Hz
- Power factor > 85% at full load
- 10kV, 10kA surge protection

STANDARDS & CERTIFICATIONS

- CE
- ENEC
- LM79-80
- ROHS
- All measurements in ISO17025 accredited laboratory

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

OPTIONS

- Other RAL or AKZO colours
- Outlet remote management
- Custom dimming profile; Constant Light Output (CLO); Dali; 0-10V
- Photocell
- Presence detection
- External light control louvres
- Supplied pre-cabled for easy installation

DIALux 4.13 by DIAL GmbH



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 / Diagrama conico

Luminaria: SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Lámparas: 1 x 48 LEDs 730mA NW 740

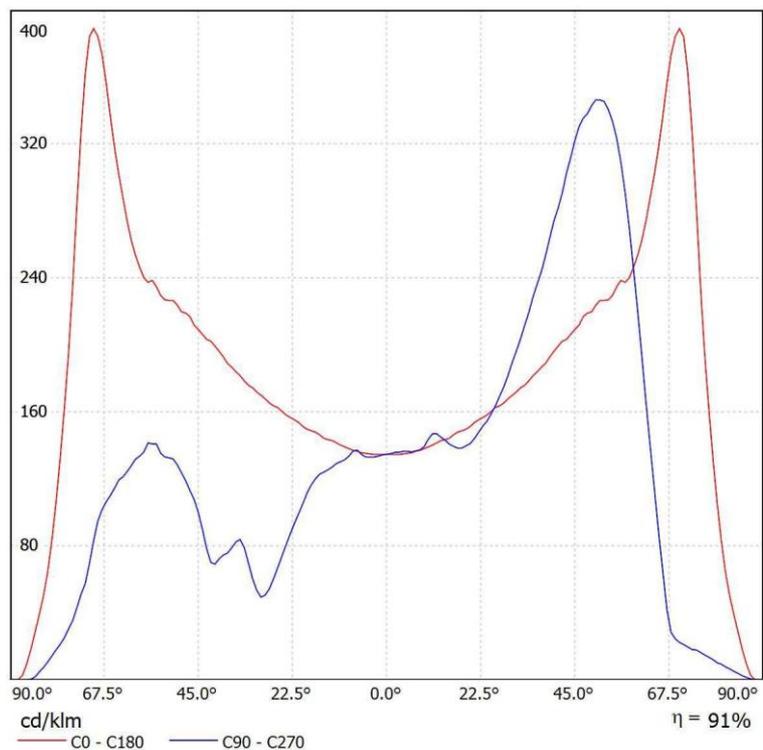
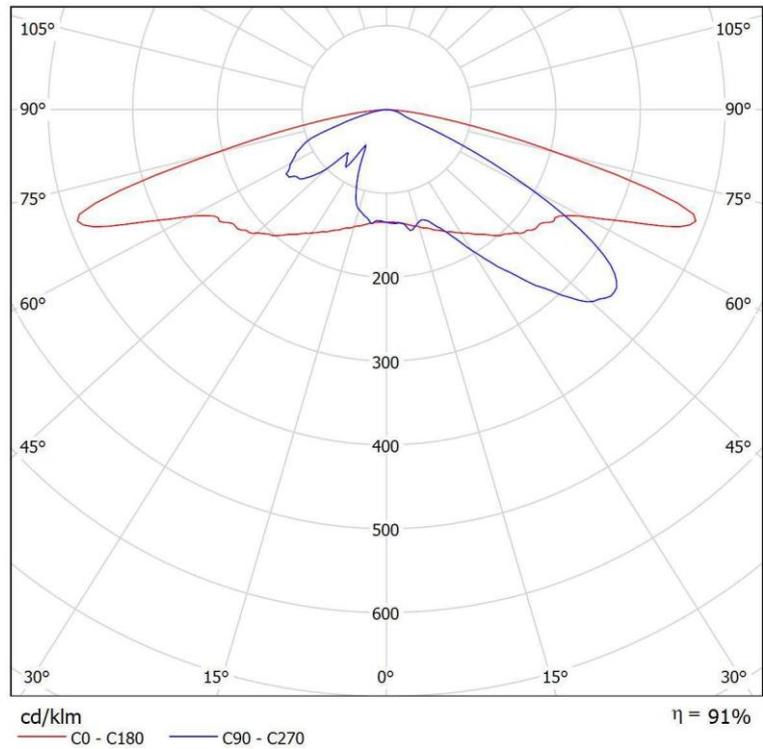


Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 / Hoja de datos CDL

Luminaria: SCHREDER AXIA 2.2 /
 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740
 109W // 384882

Lámparas: 1 x 48 LEDs 730mA NW
 740





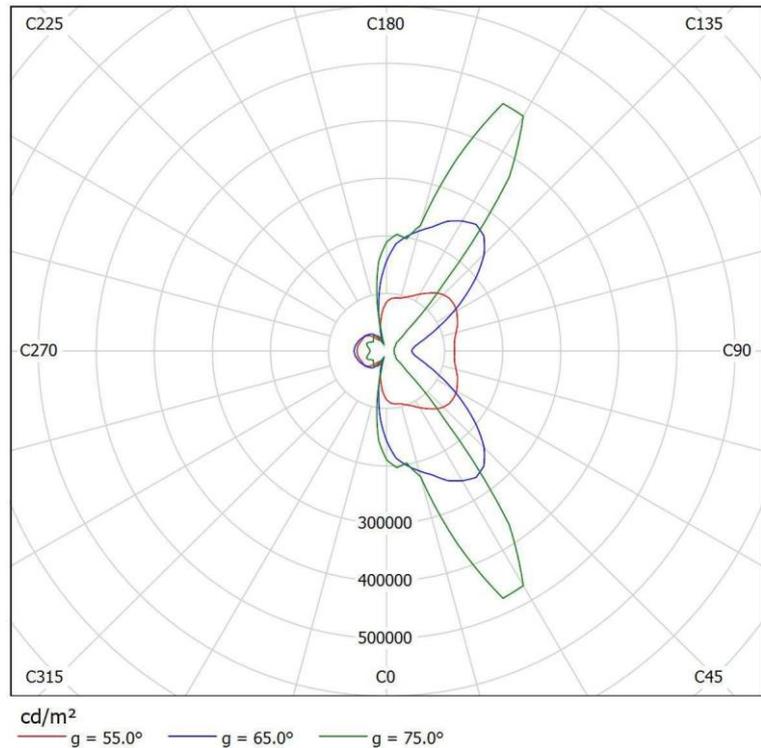
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 / Hoja de datos Deslumbramiento

Luminaria: SCHREDER AXIA 2.2 /
 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740
 109W // 384882

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque
 carece de atributos de simetría.

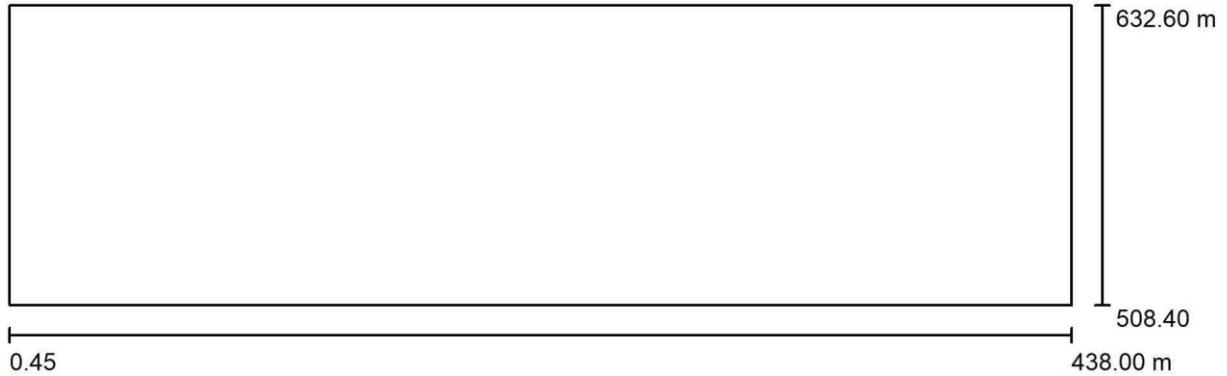
Lámparas: 1 x 48 LEDs 730mA NW
 740





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:3129

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	26	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			372005	410410	2834.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 3129

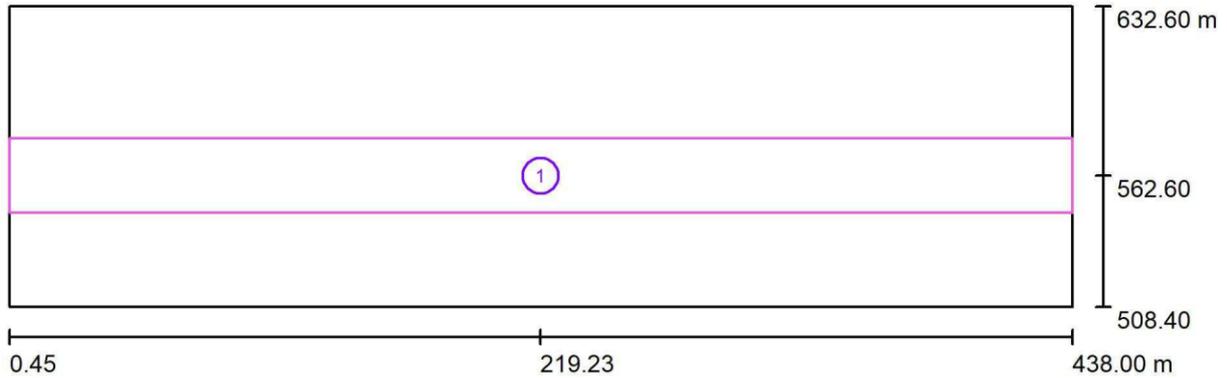
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	26	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 3129

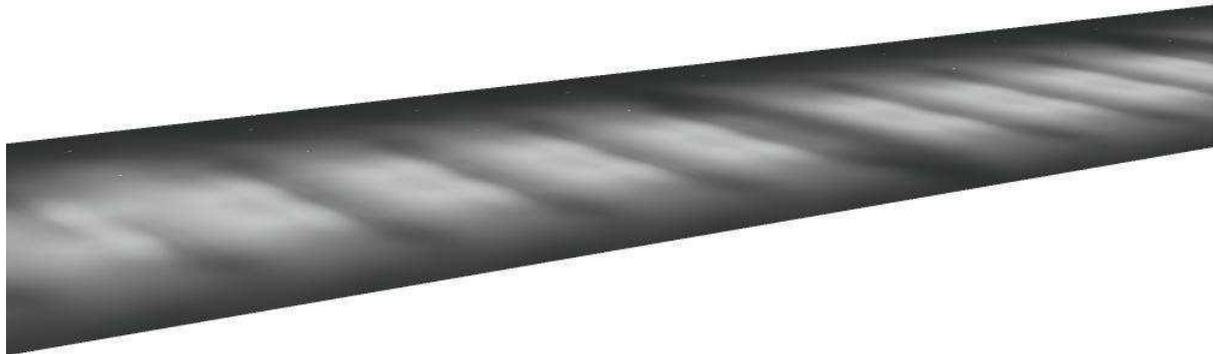
Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 20m Doble Dirección (Calle 2)	perpendicular	128 x 64	14	0.65	26	0.047	0.025



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

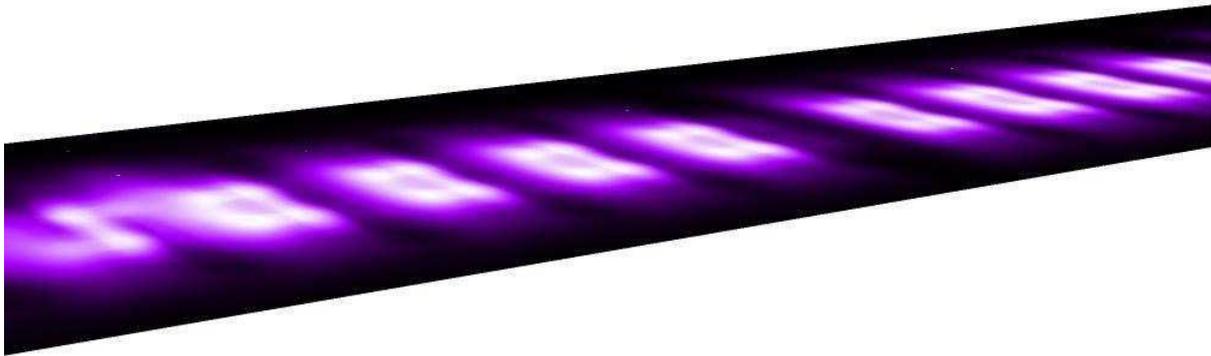
Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Rendering (procesado) de colores falsos

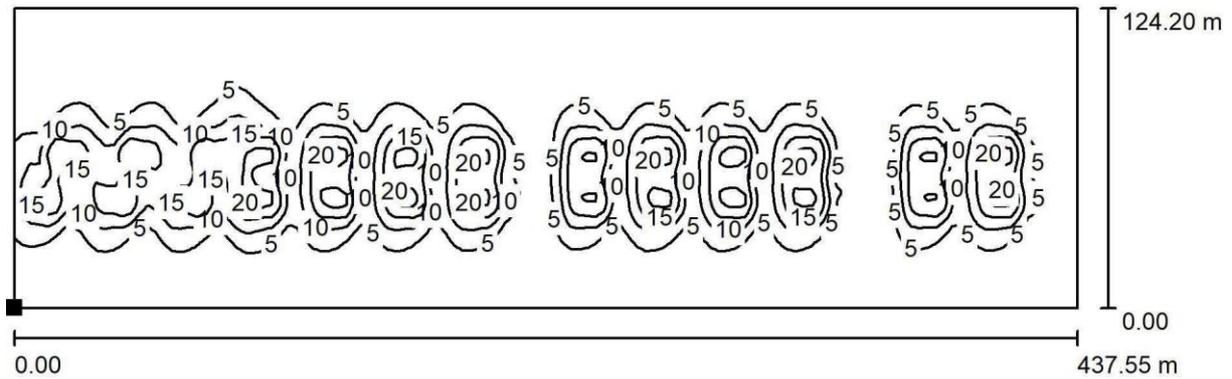


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Elemento del suelo Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 3129

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (0.455 m, 508.400 m, 0.000 m)



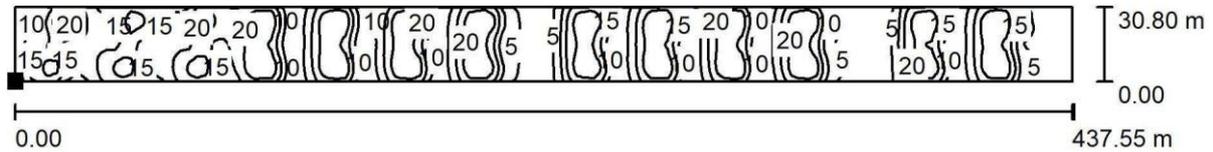
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
5.44	0.01	22	0.003	0.001



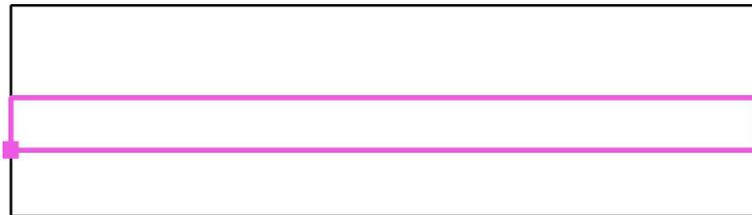
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Superficie de cálculo Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Isólinas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (0.455 m, 547.200 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 3129



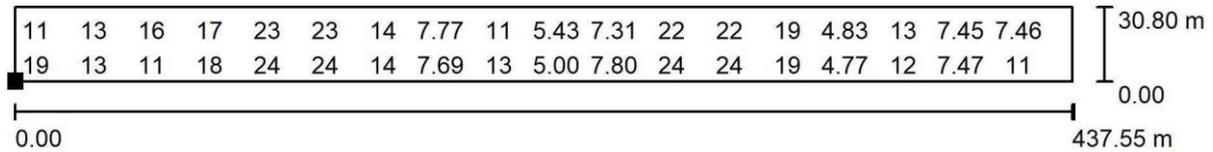
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
14	0.65	26	0.047	0.025



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

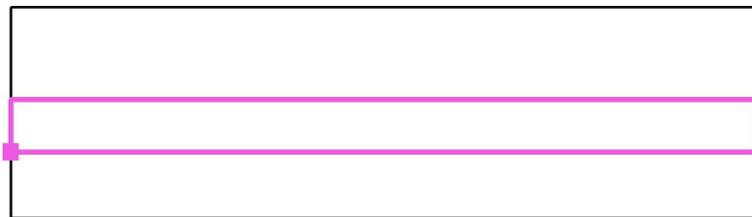
Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Superficie de cálculo Vial 20m Doble Dirección (Calle 2) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 3129

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (0.455 m, 547.200 m, 0.850 m)



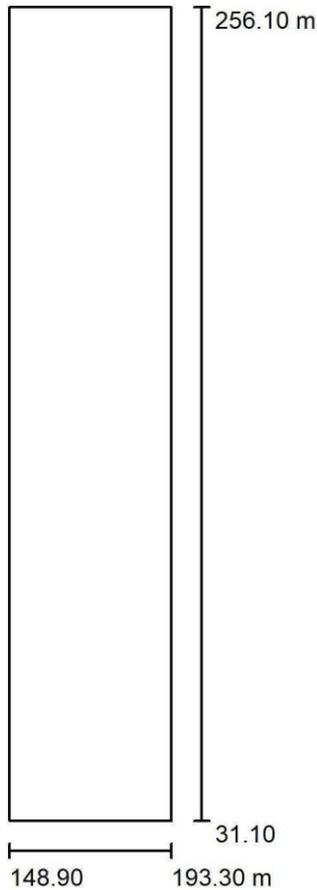
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
14	0.65	26	0.047	0.025



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:2086

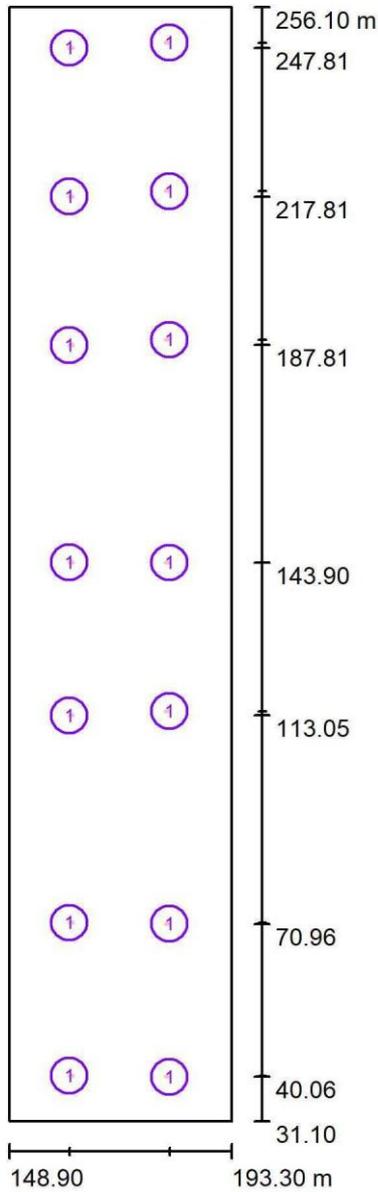
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			200310	220990	1526.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1522

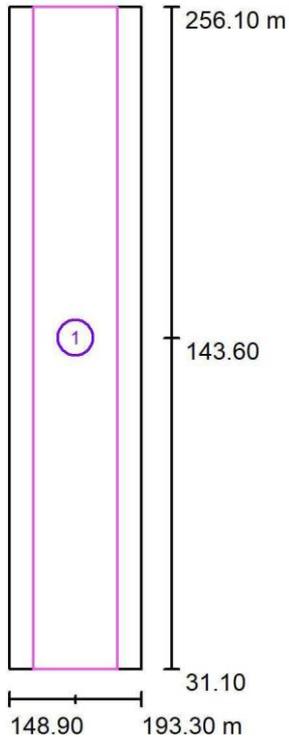
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	14	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 2561

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 20m Una Dirección (Calle 4)	perpendicular	128 x 128	20	2.21	40	0.111	0.056



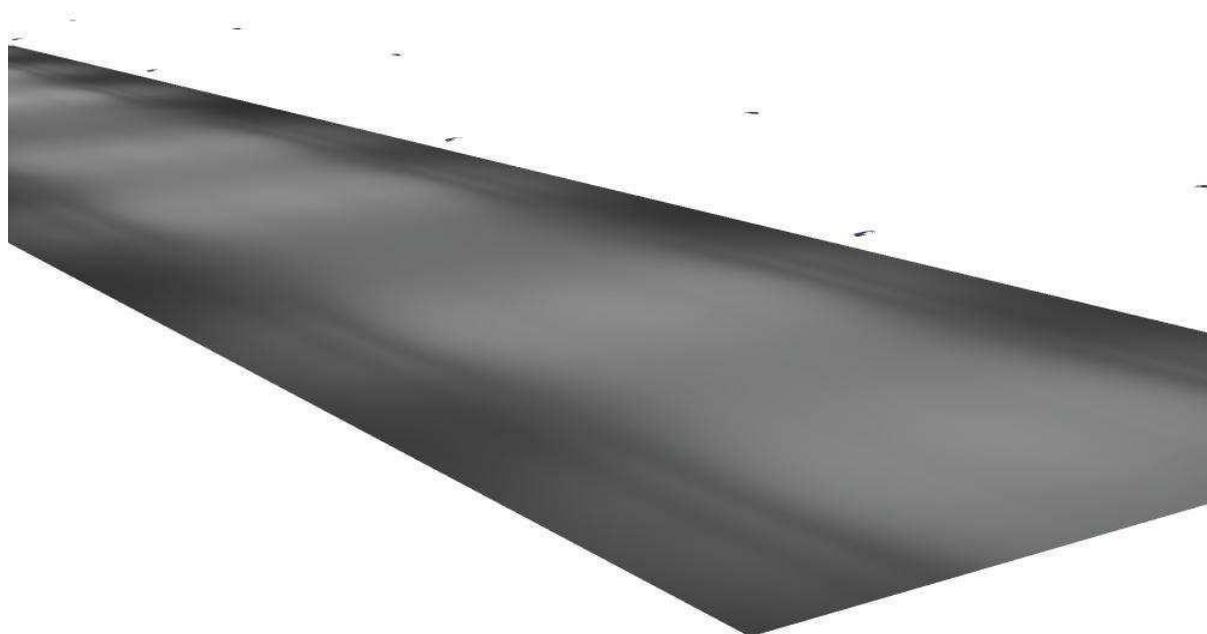
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

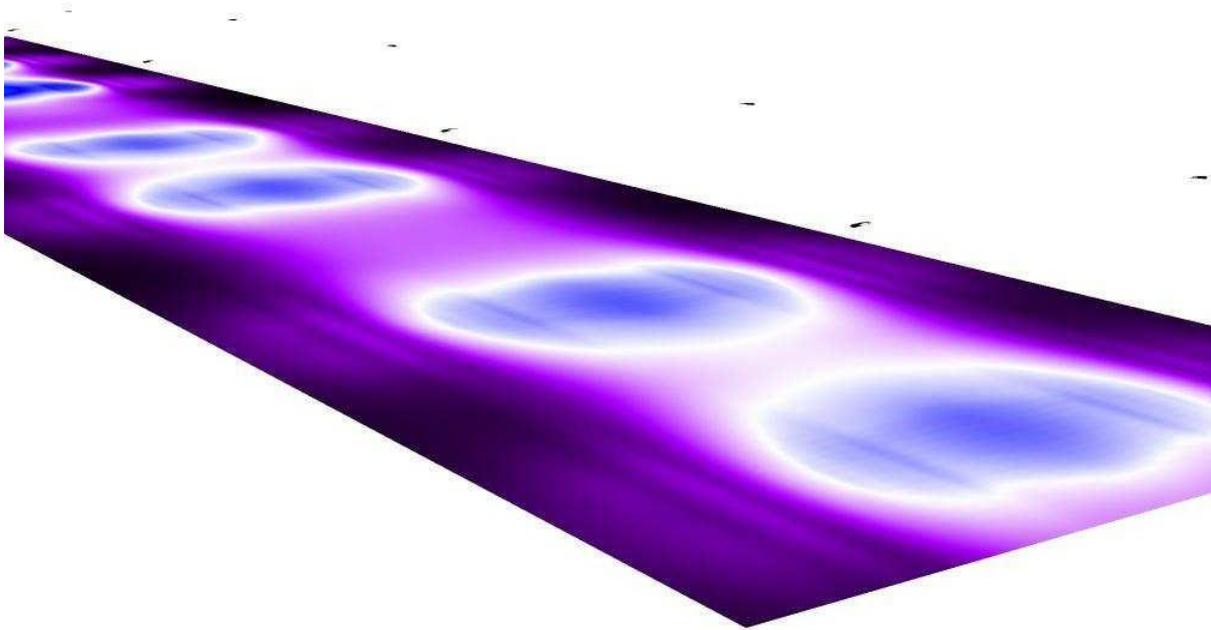
Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Rendering (procesado) de colores falsos

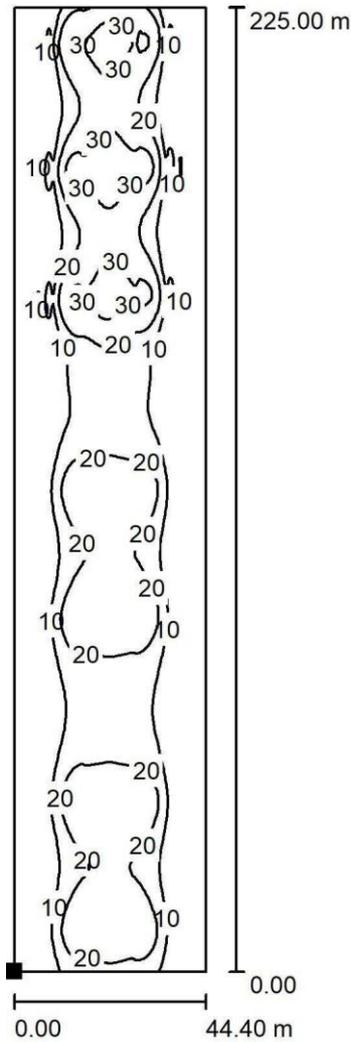


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Elemento del suelo Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1761

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (148.900 m, 31.100 m, 0.000 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
14

E_{min} [lx]
0.81

E_{max} [lx]
38

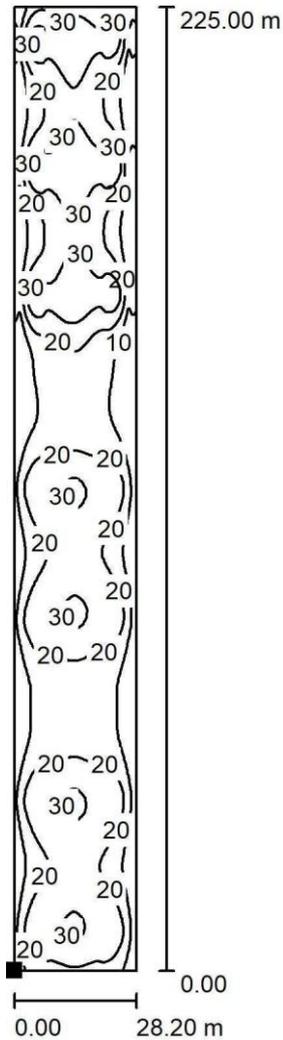
E_{min} / E_m
0.058

E_{min} / E_{max}
0.021



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Superficie de cálculo Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1761

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (157.100 m, 31.100 m, 0.850 m)



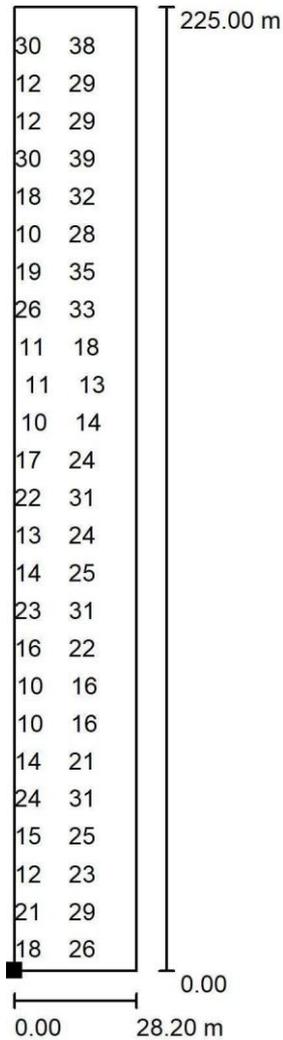
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	2.21	40	0.111	0.056



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Superficie de cálculo Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1761

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (157.100 m, 31.100 m, 0.850 m)



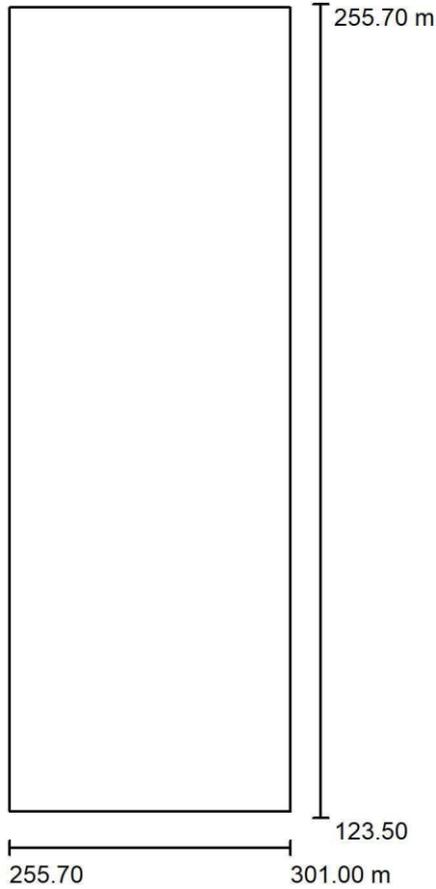
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	2.21	40	0.111	0.056



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:1226

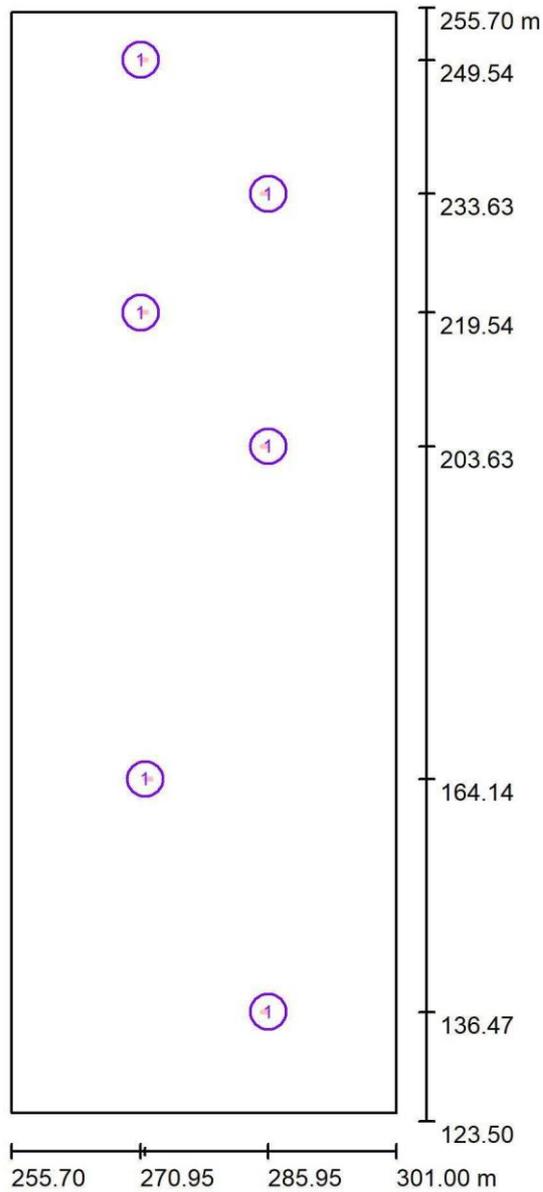
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			85847	94710	654.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 895

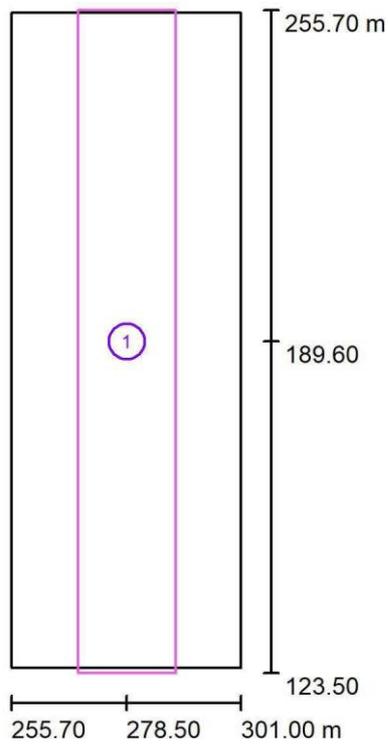
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	6	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 1505

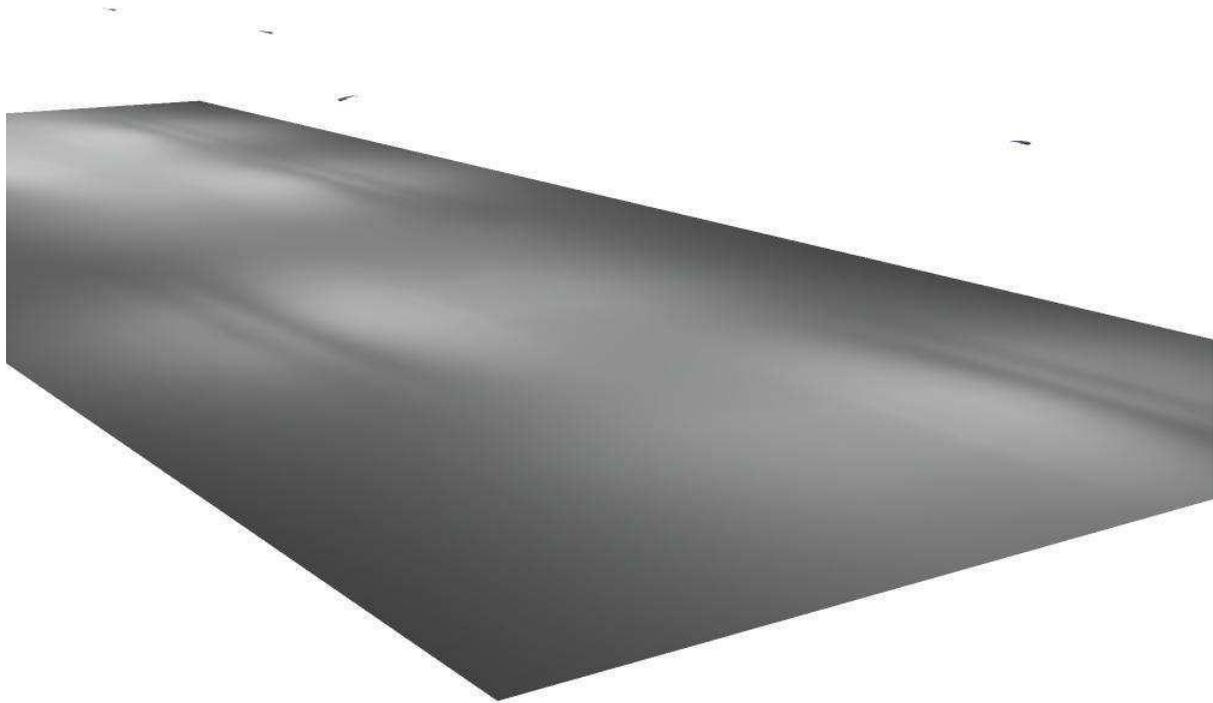
Lista de superficies de cálculo

N°	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle 3)	perpendicular	64 x 128	16	3.10	31	0.198	0.101



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

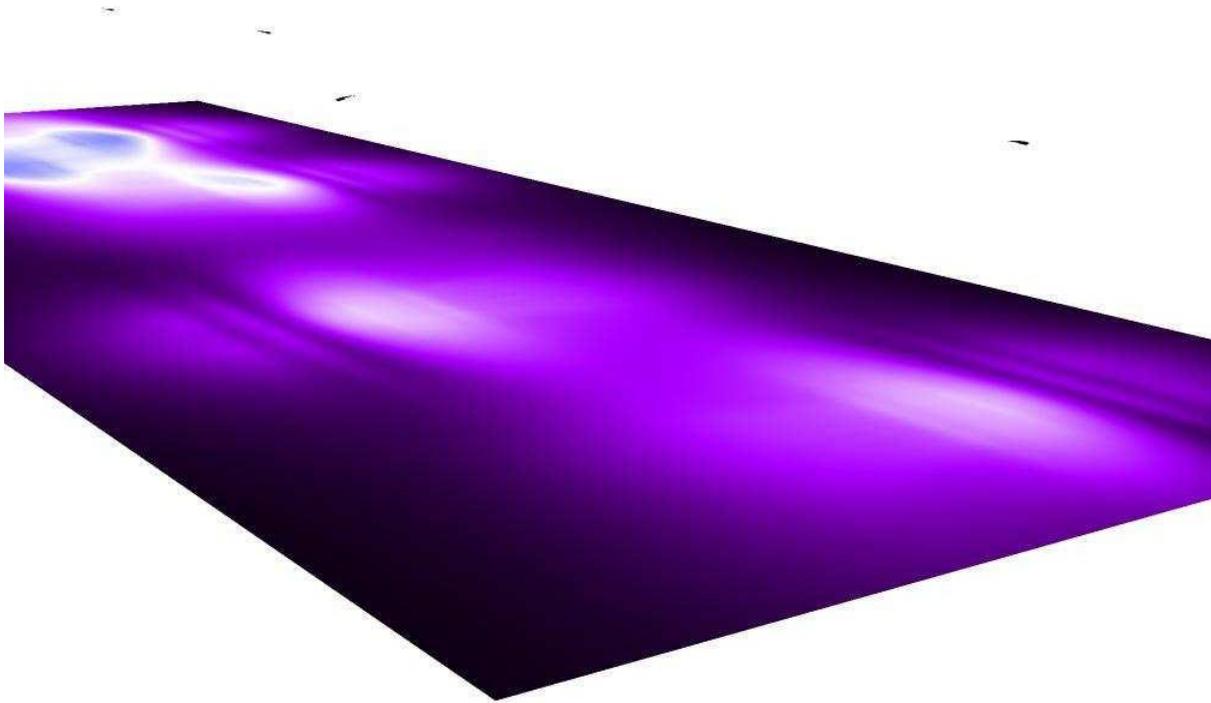
Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Rendering (procesado) de colores falsos

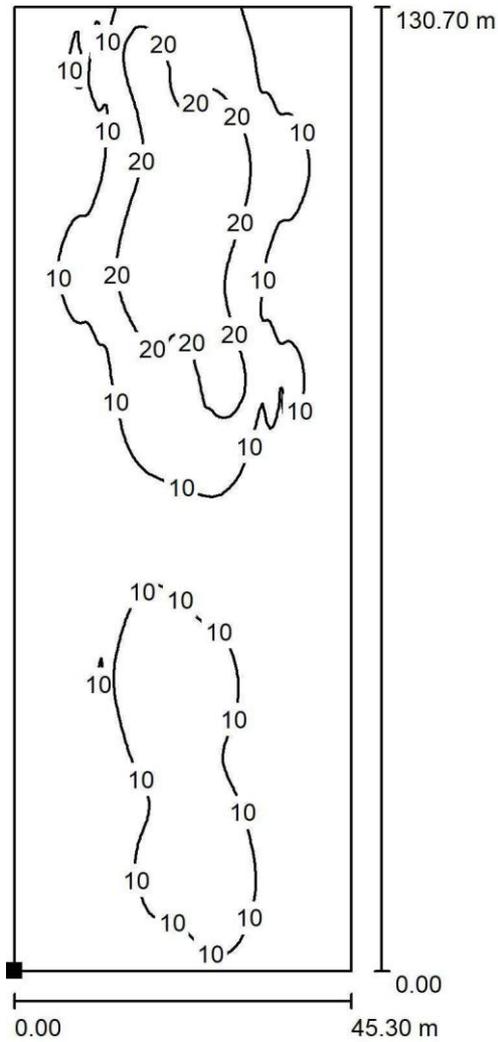


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1022

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (255.700 m, 124.500 m, 0.000 m)



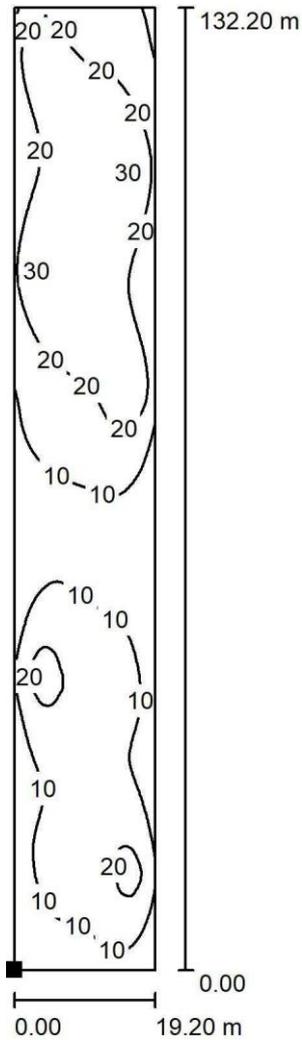
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.42	0.87	27	0.093	0.032



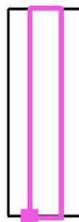
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Isóneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1034

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (268.900 m, 123.500 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]
16

E_{min} [lx]
3.10

E_{max} [lx]
31

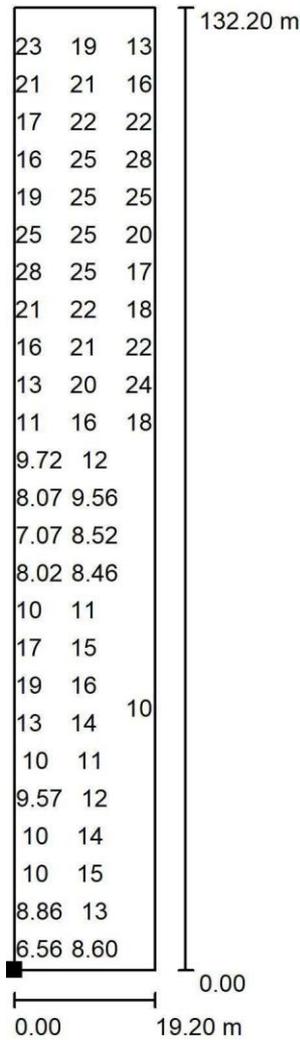
E_{min} / E_m
0.198

E_{min} / E_{max}
0.101



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle 3) / Gráfico de valores (E, perpendicular)

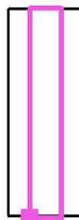


Valores en Lux, Escala 1 : 1034

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado:
 (268.900 m, 123.500 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]
16

E_{min} [lx]
3.10

E_{max} [lx]
31

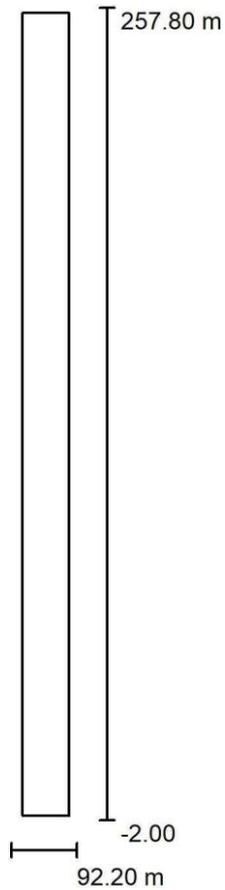
E_{min} / E_m
0.198

E_{min} / E_{max}
0.101



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:2410

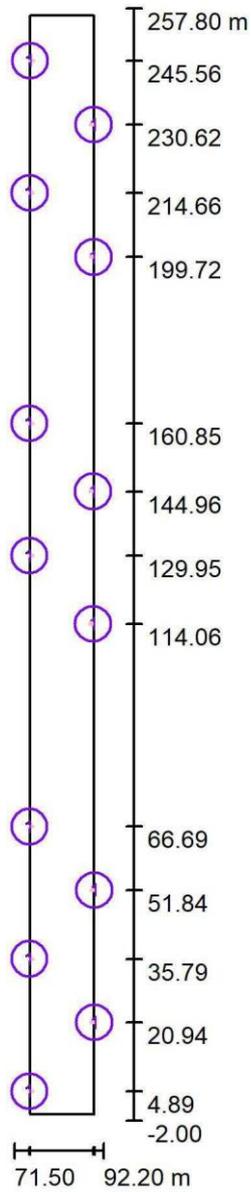
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			186002	205205	1417.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1757

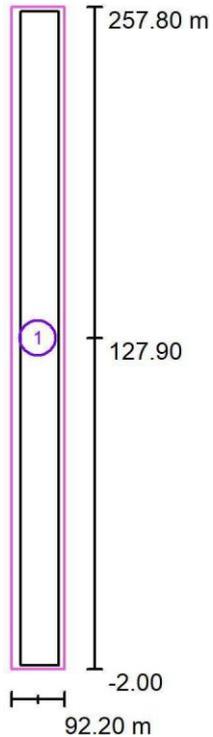
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	13	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 2957

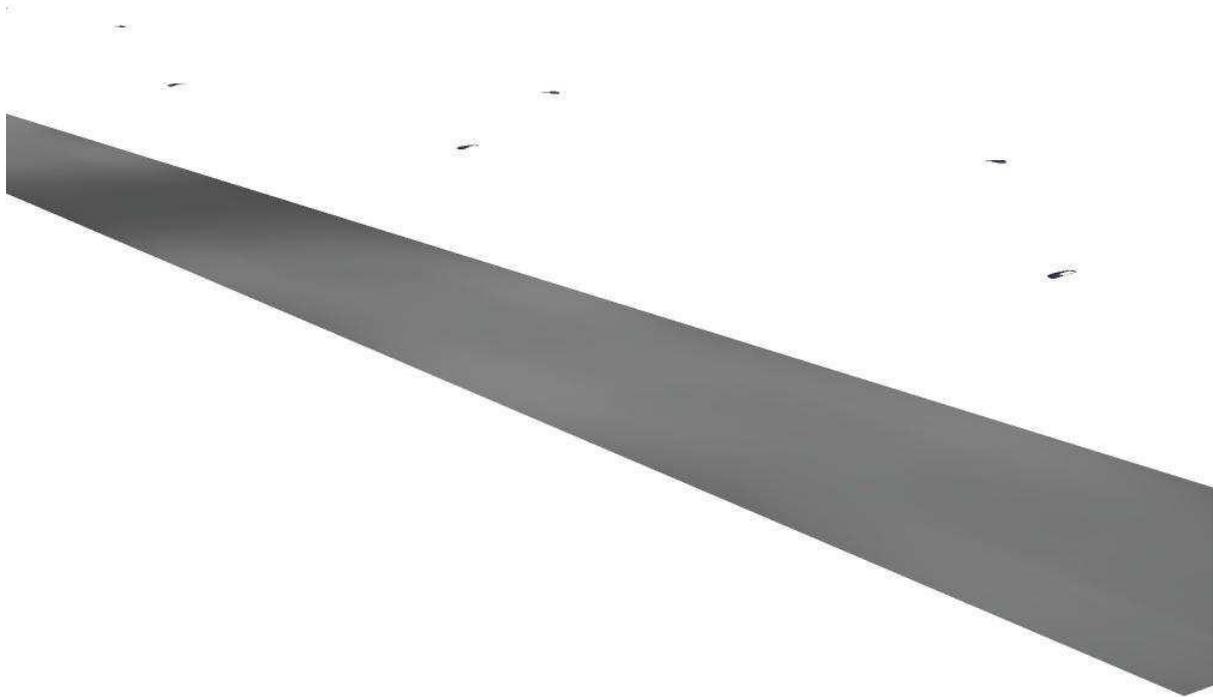
Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle 5)	perpendicular	64 x 128	19	4.67	33	0.242	0.141



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

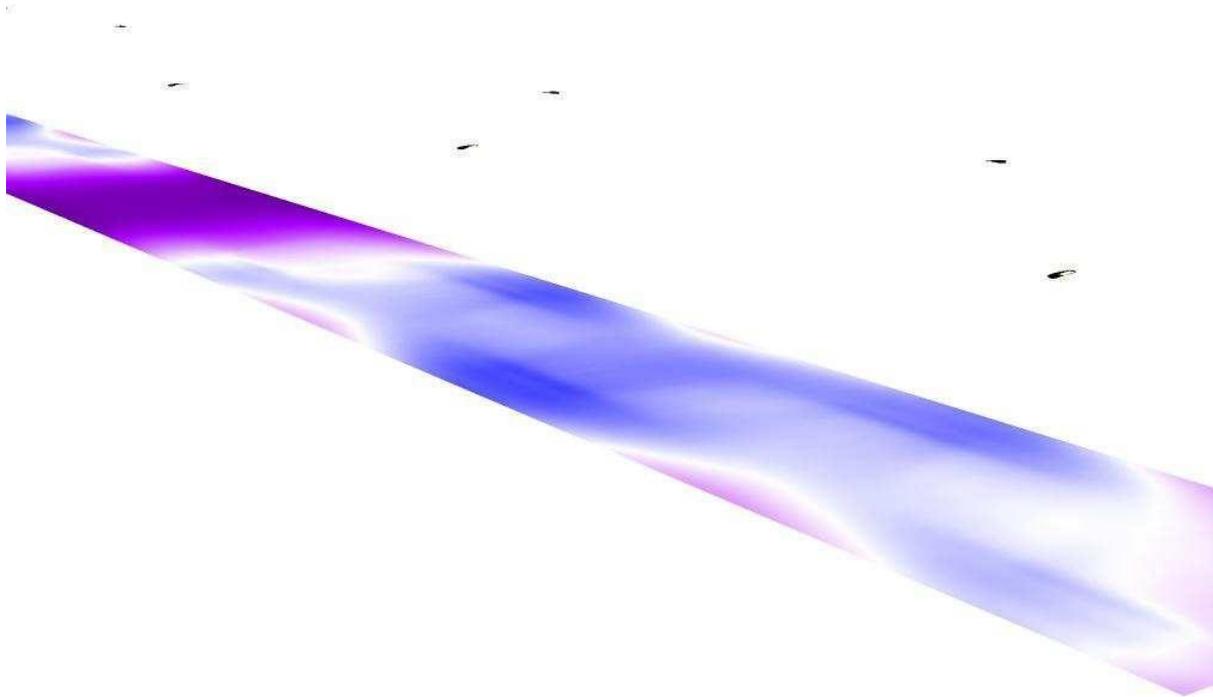
Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Rendering (procesado) de colores falsos

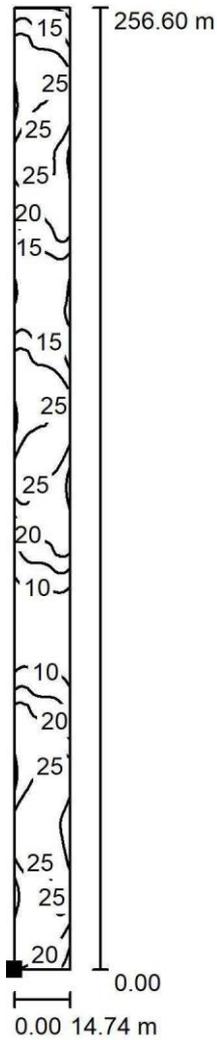


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Elemento del suelo Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 2010

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (75.139 m, -0.500 m, 0.000 m)



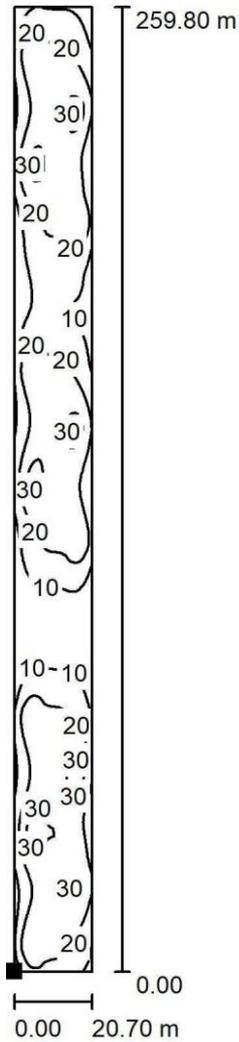
Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	6.93	30	0.349	0.231



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 2034

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (71.500 m, -2.000 m, 0.850 m)



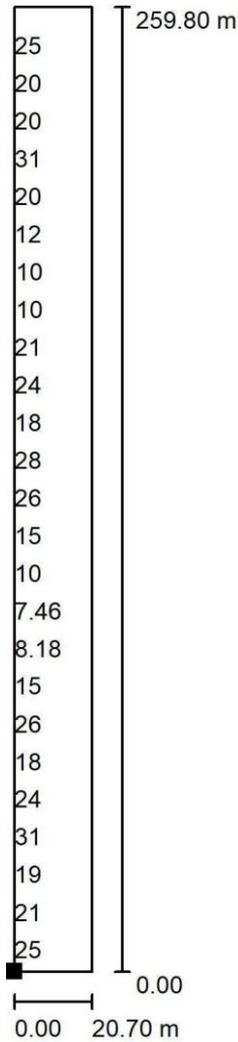
Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
19	4.67	33	0.242	0.141



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle 5) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 2034

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (71.500 m, -2.000 m, 0.850 m)



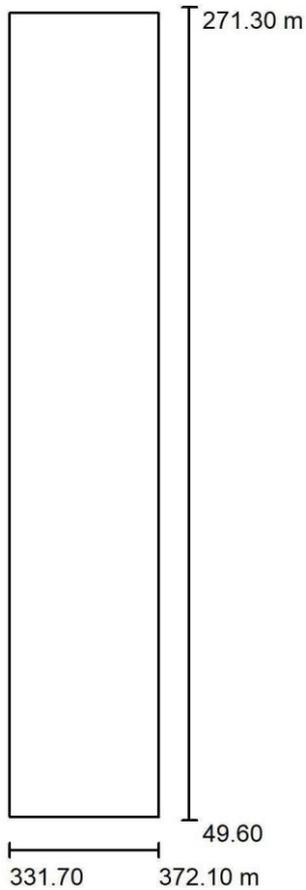
Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
19	4.67	33	0.242	0.141



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:2057

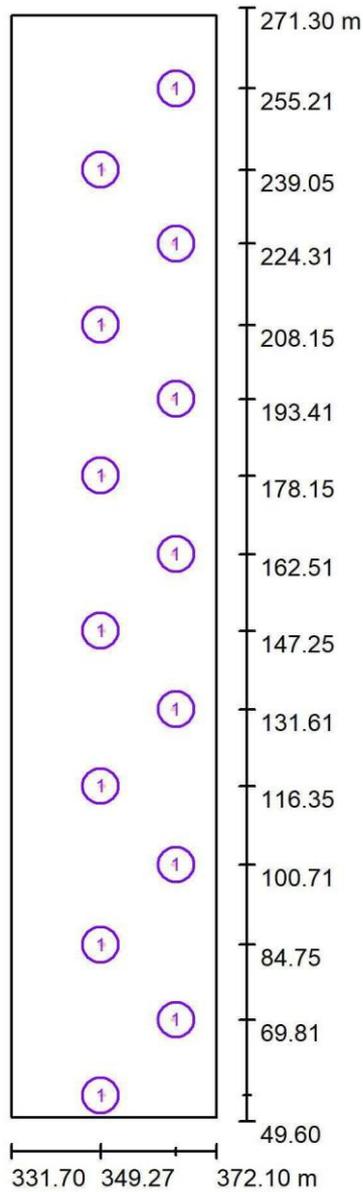
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	14	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			200310	220990	1526.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1500

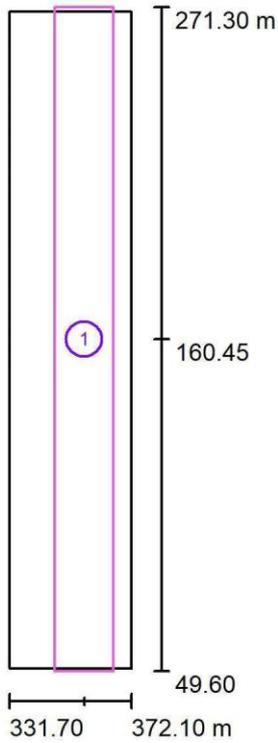
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	14	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 2523

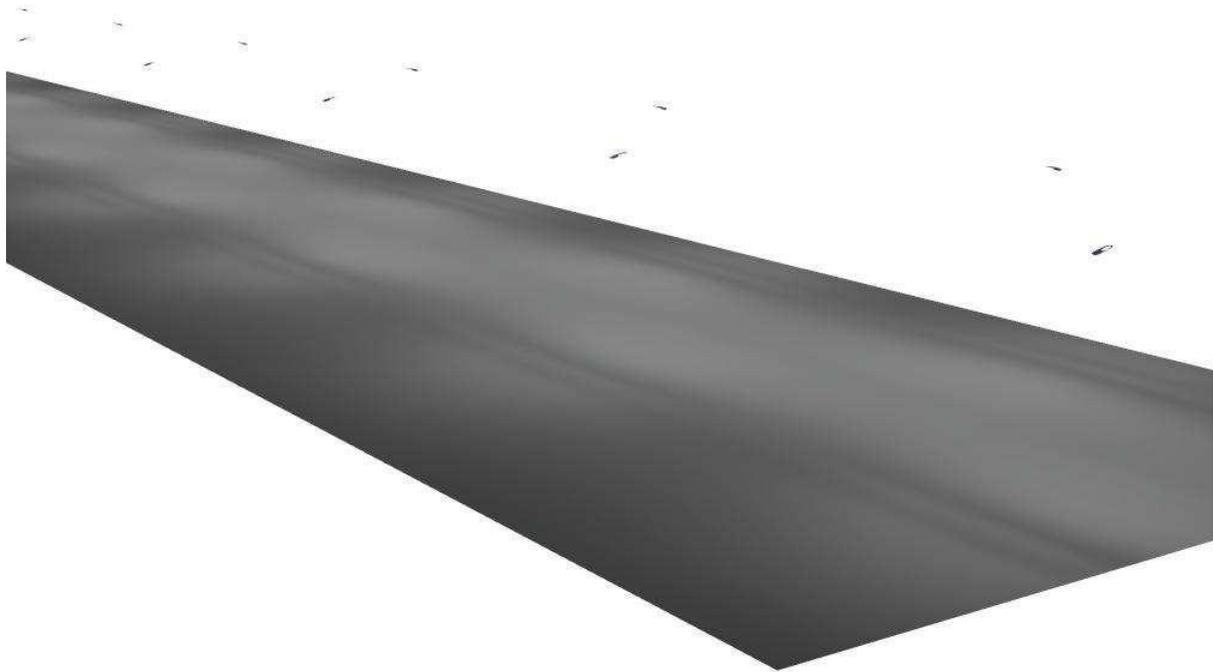
Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio)	perpendicular	64 x 128	21	3.34	30	0.163	0.112



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

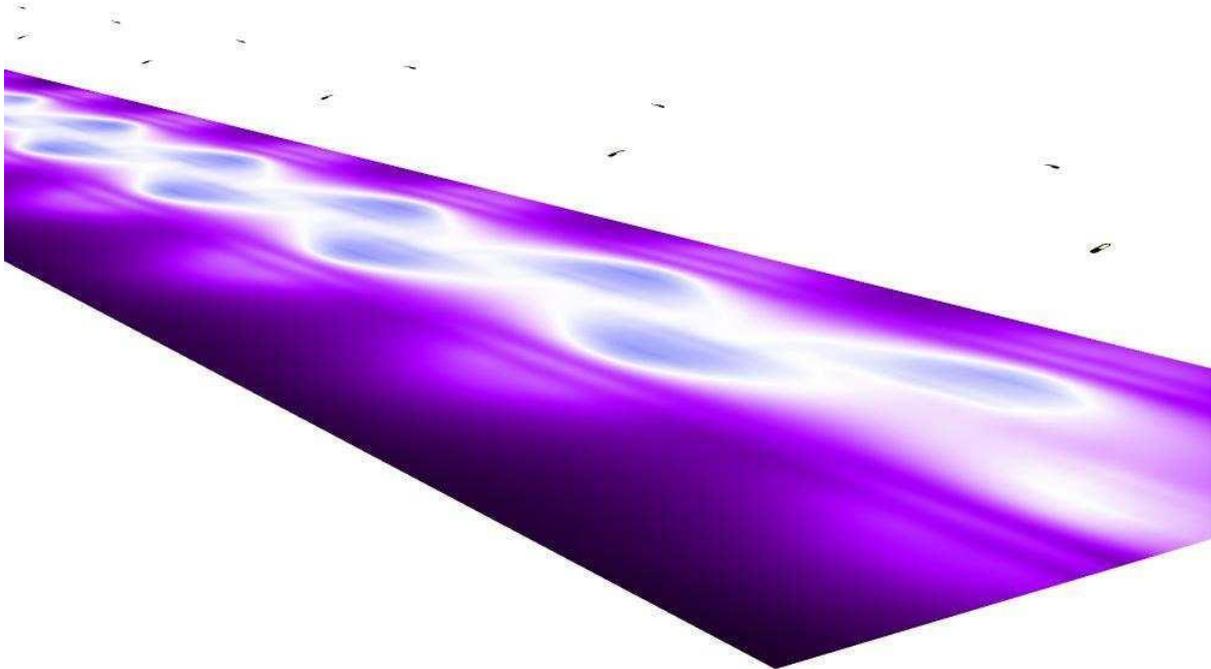
Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Rendering (procesado) de colores falsos

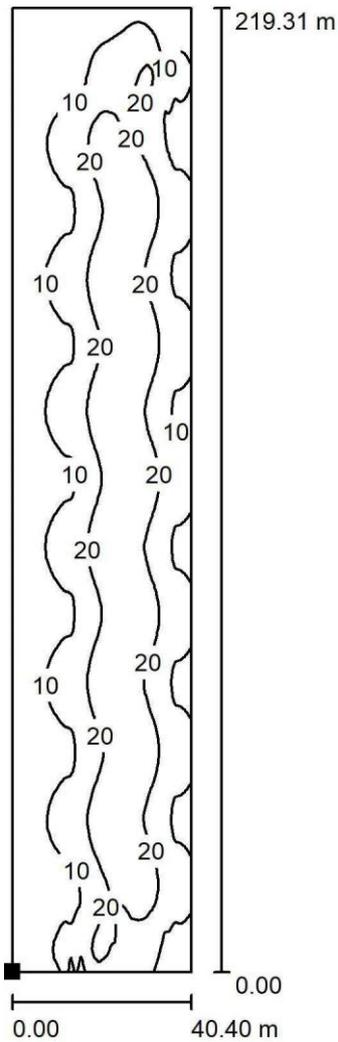


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1716

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (331.700 m, 50.400 m, 0.000 m)



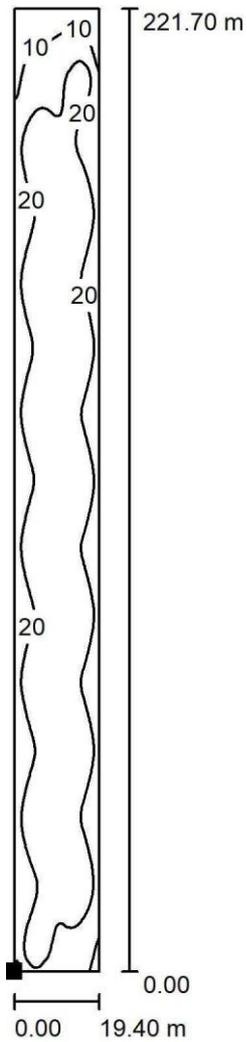
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
14	1.58	27	0.115	0.059



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1735

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (346.800 m, 49.600 m, 0.850 m)



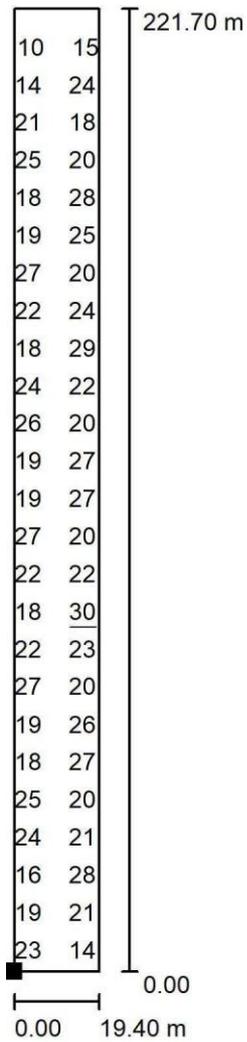
Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
21	3.34	30	0.163	0.112



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Superficie de cálculo Vial15m Doble Dirección (Camino del Cementerio) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1735

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (346.800 m, 49.600 m, 0.850 m)



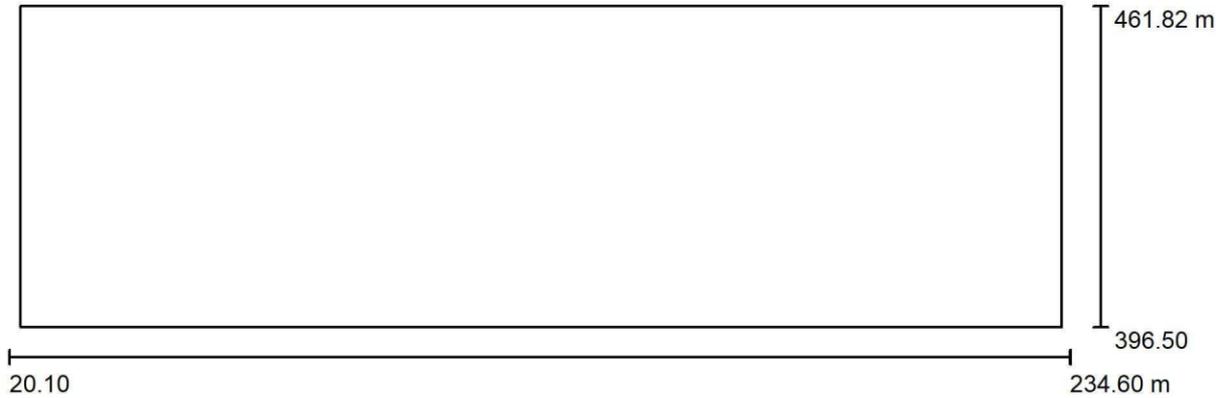
Trama: 64 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
21	3.34	30	0.163	0.112



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Escala 1:1534

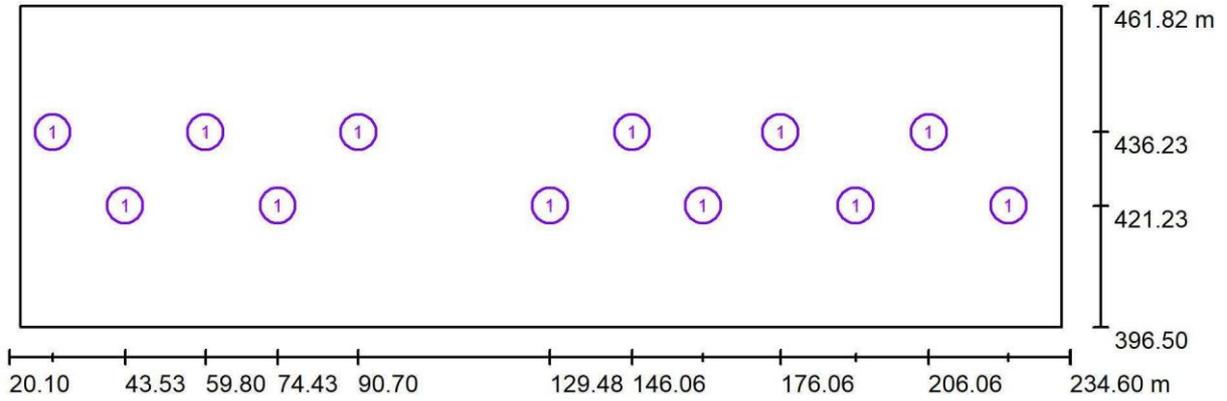
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			171694	189420	1308.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1534

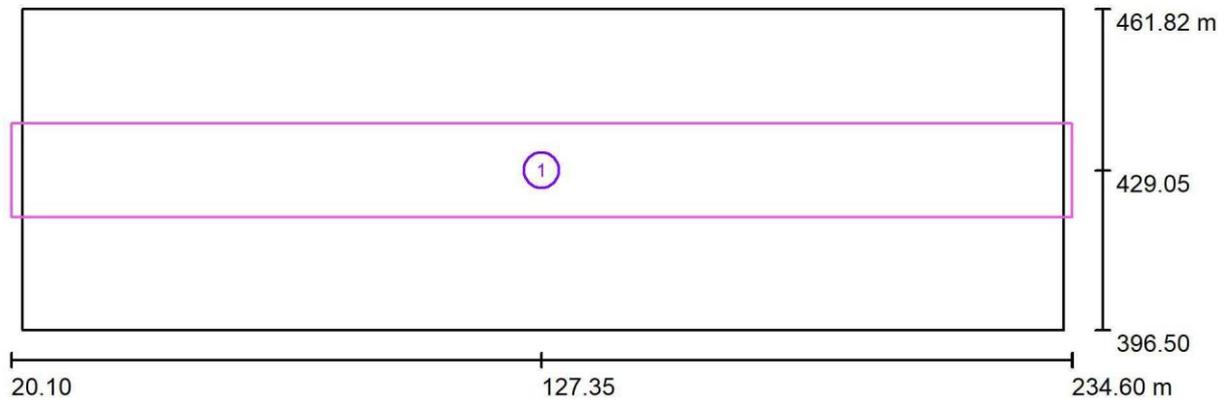
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	12	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 1534

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle1)	perpendicular	128 x 128	22	6.02	34	0.268	0.178



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

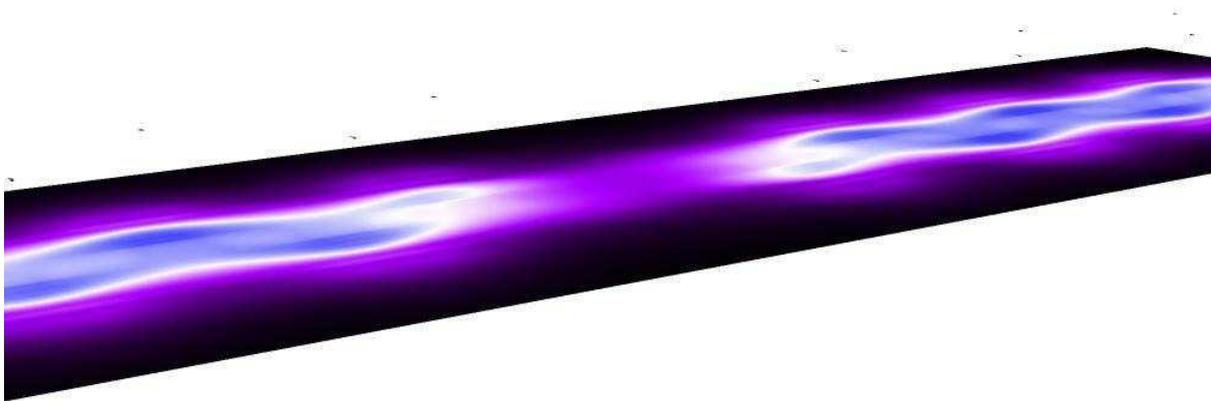
Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Rendering (procesado) de colores falsos

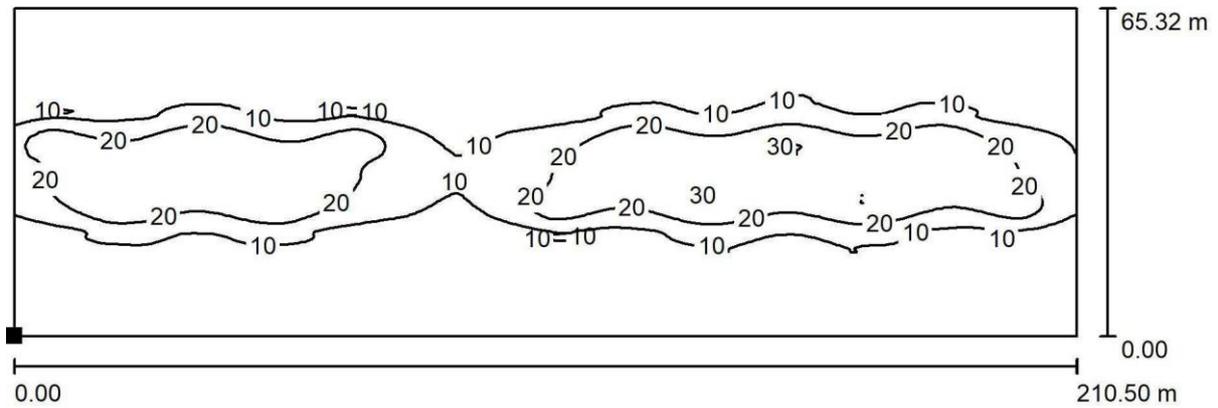


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Elemento del suelo Vial 15m Una Dirección (Calle1)/ Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1505

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (22.400 m, 396.500 m, 0.000 m)



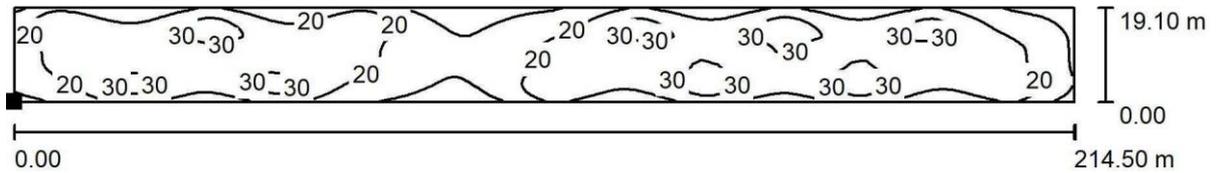
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.26	0.18	30	0.019	0.006



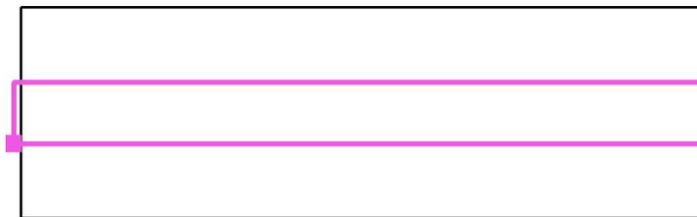
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Isolíneas (E, perpendicular)



Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (20.100 m, 419.500 m, 0.850 m)

Valores en Lux, Escala 1 : 1534



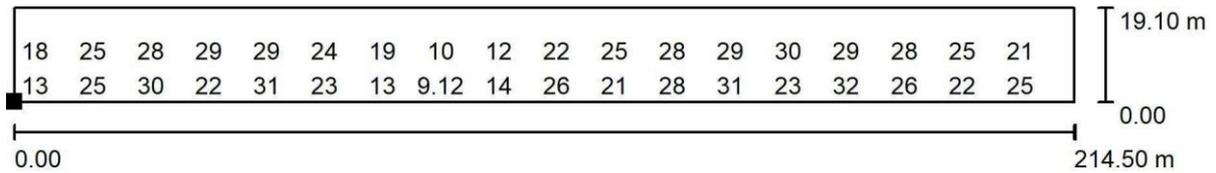
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
22	6.02	34	0.268	0.178



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

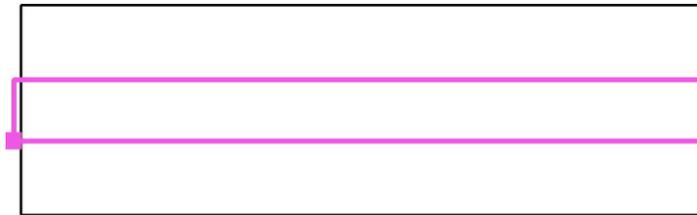
Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Superficie de cálculo Vial 15m Una Dirección (Calle1) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1534

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (20.100 m, 419.500 m, 0.850 m)



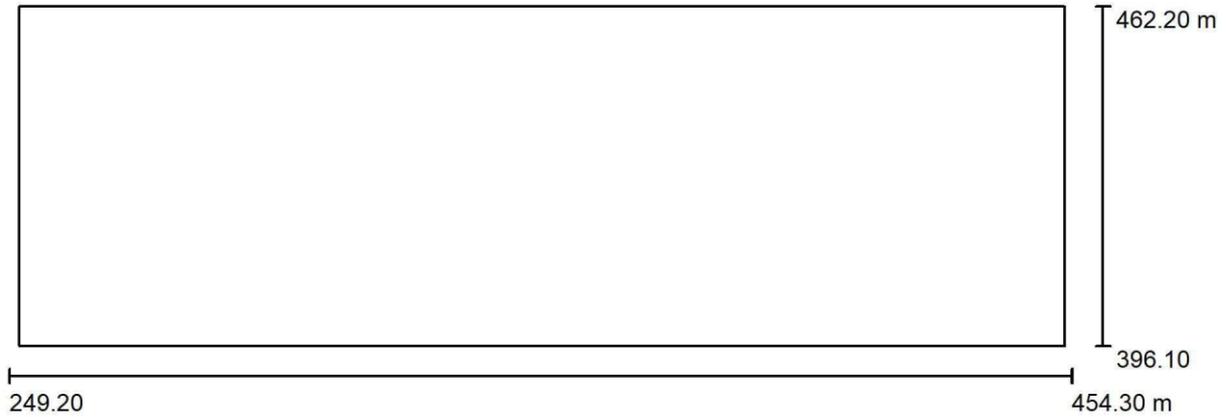
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
22	6.02	34	0.268	0.178



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:1467

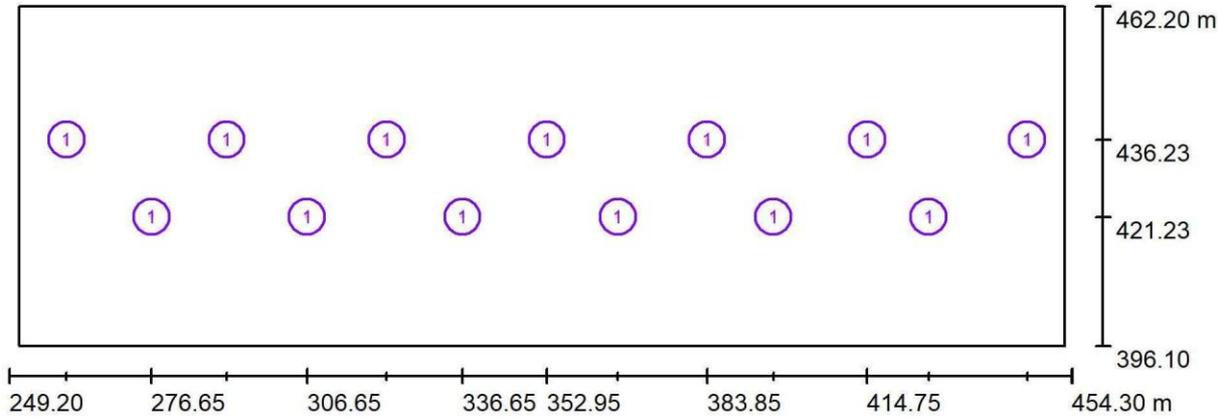
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	13	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			186002	Total: 205205	1417.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1467

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	13	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 1467

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle1)	perpendicular	128 x 128	20	4.92	30	0.250	0.163



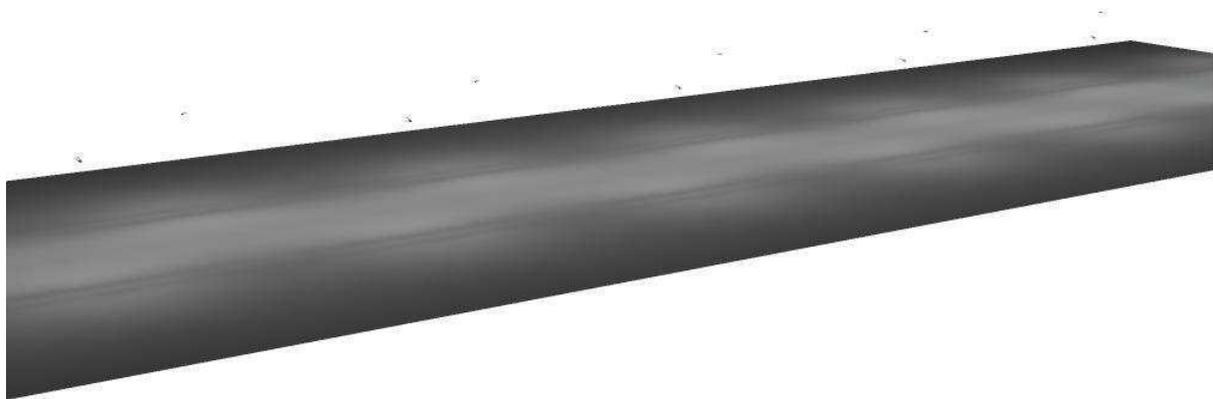
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

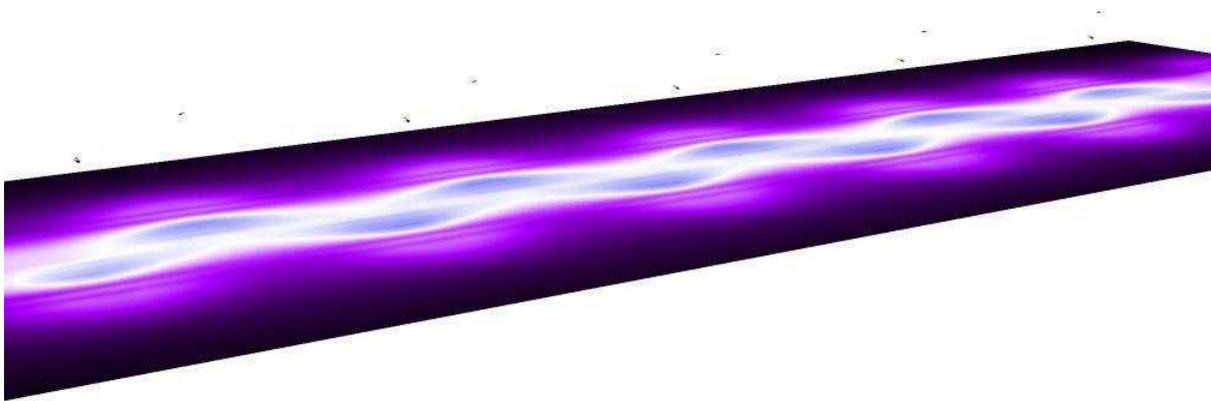
Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Rendering (procesado) de colores falsos

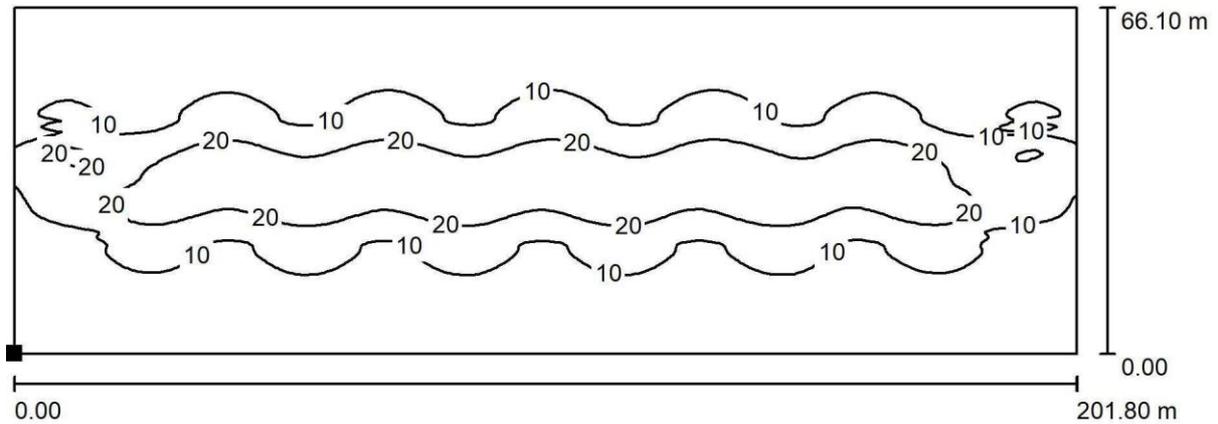


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1443

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (251.100 m, 396.100 m, 0.000 m)



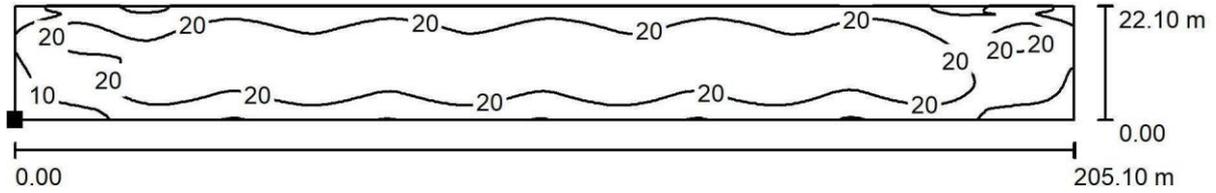
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.77	0.69	27	0.070	0.025



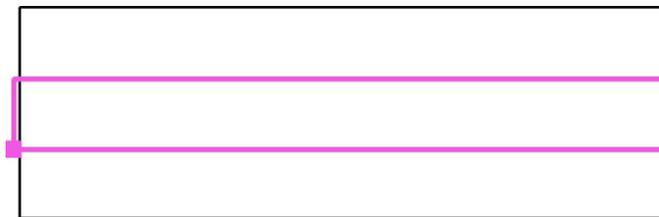
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1467

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (249.200 m, 417.500 m, 0.850 m)



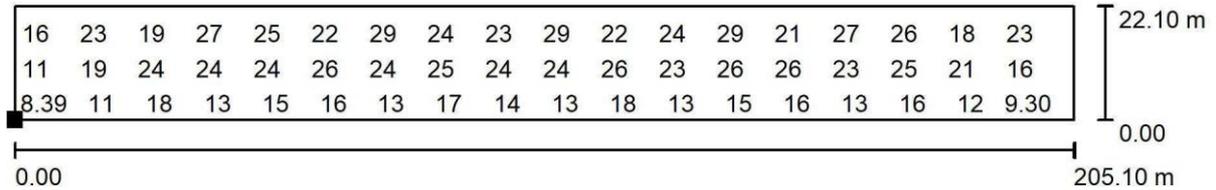
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	4.92	30	0.250	0.163



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

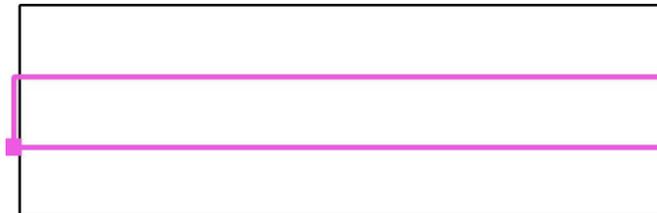
Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Calle1) / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1467

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (249.200 m, 417.500 m, 0.850 m)



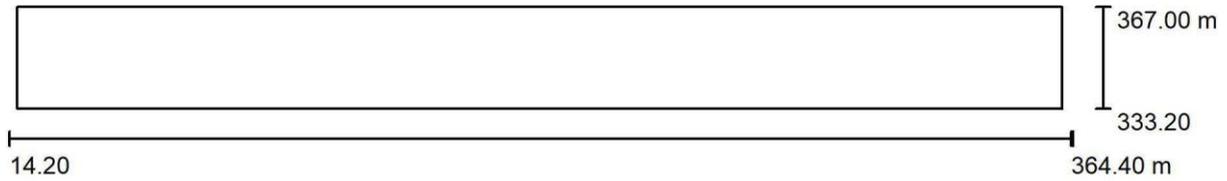
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	4.92	30	0.250	0.163



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 0.5%

Escala 1:2504

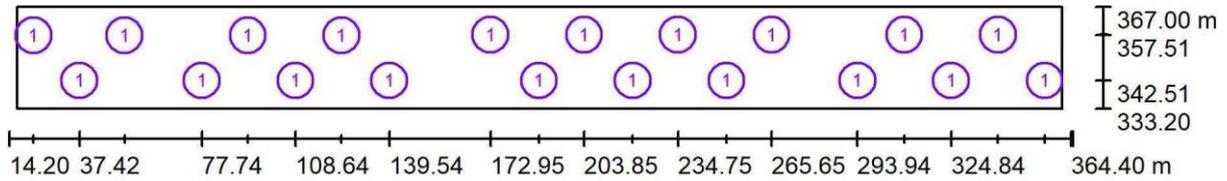
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	20	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882 (1.000)	14308	15785	109.0
Total:			286157	315700	2180.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 2504

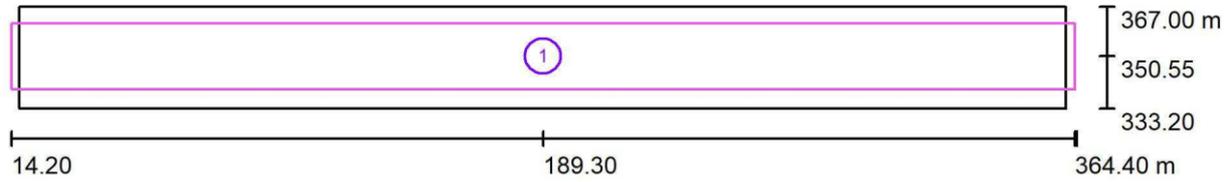
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	20	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 2504

Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet)	perpendicular	128 x 64	18	5.44	29	0.303	0.186



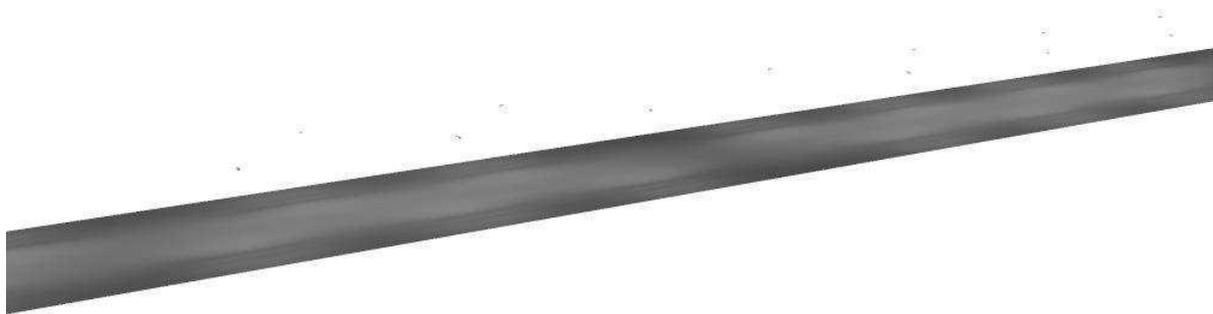
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

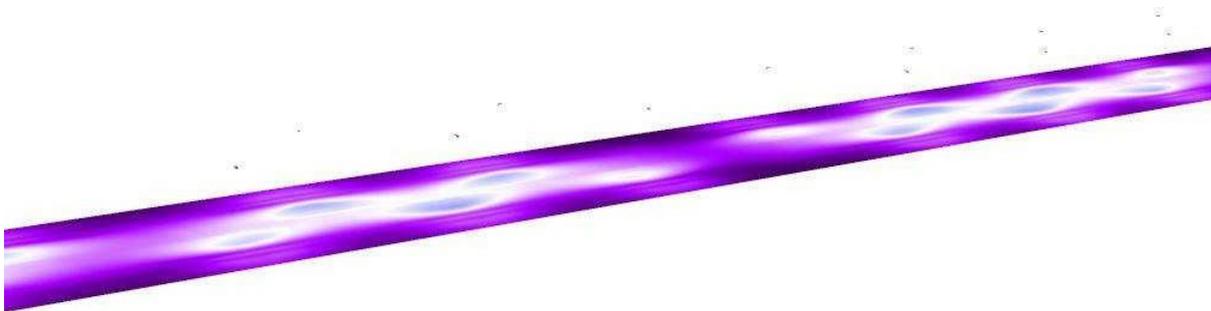
Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Rendering (procesado) de colores falsos

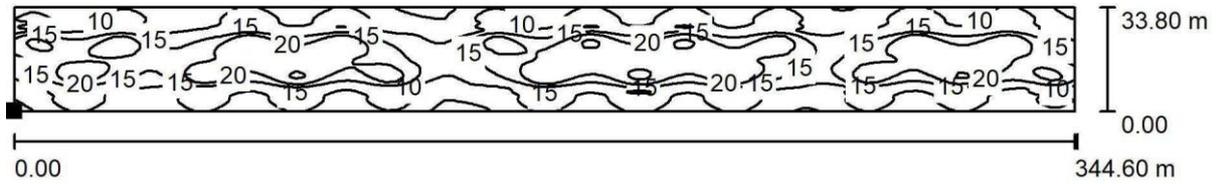


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Elemento del suelo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 2464

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (16.800 m, 333.200 m, 0.000 m)



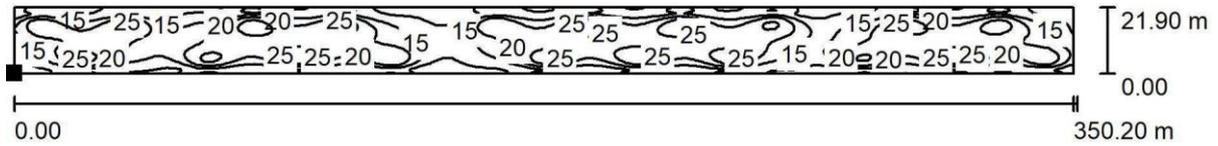
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
14	4.00	27	0.280	0.150



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 2504

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (14.200 m, 339.600 m, 0.850 m)



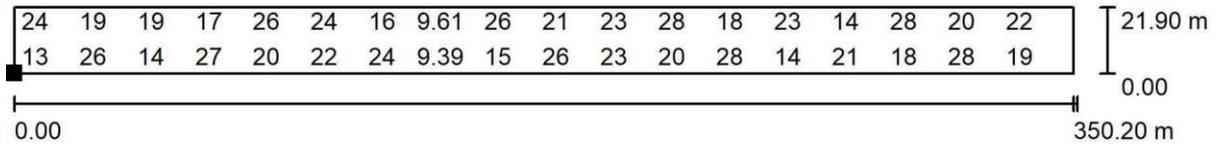
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
18	5.44	29	0.303	0.186



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Superficie de cálculo Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Gráfico de valores (E, perpendicular)

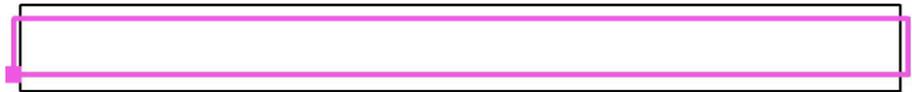


Valores en Lux, Escala 1 : 2504

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado:
 (14.200 m, 339.600 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
18	5.44	29	0.303	0.186



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

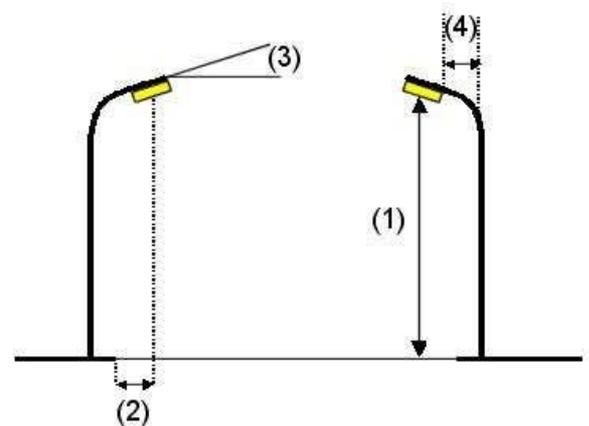
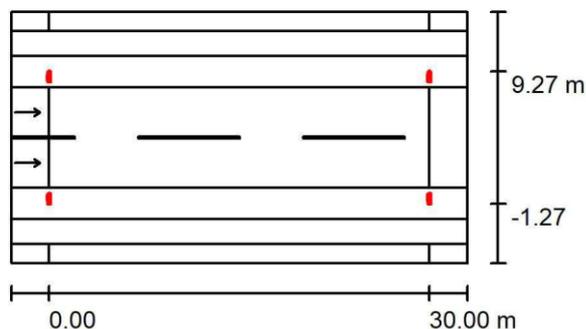
Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)
Línea verde 2	(Anchura: 2.000 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 8.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Línea verde 1	(Anchura: 2.000 m)
Camino peatonal 2	(Anchura: 1.500 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm
Potencia de las luminarias:	109.0 W
Organización:	bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	10.000 m
Altura del punto de luz:	9.990 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	0.0 °
Longitud del brazo (4):	1.310 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 685 cd/klm
con 80°: 114 cd/klm
con 90°: 0.05 cd/klm

Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

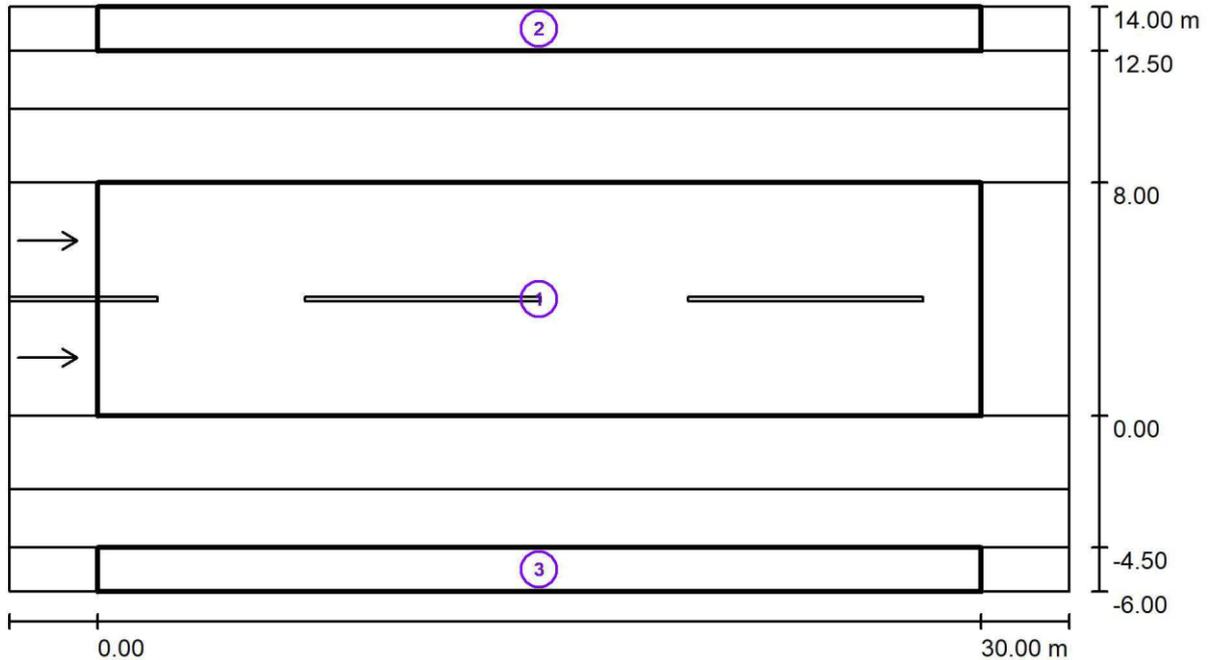
Ninguna intensidad lumínica por encima de 95°. La disposición cumple con la clase de intensidad lumínica G2.

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.3.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 8.000 m
 Trama: 10 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.72	0.81	0.81	12	0.91
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Resultados luminotécnicos

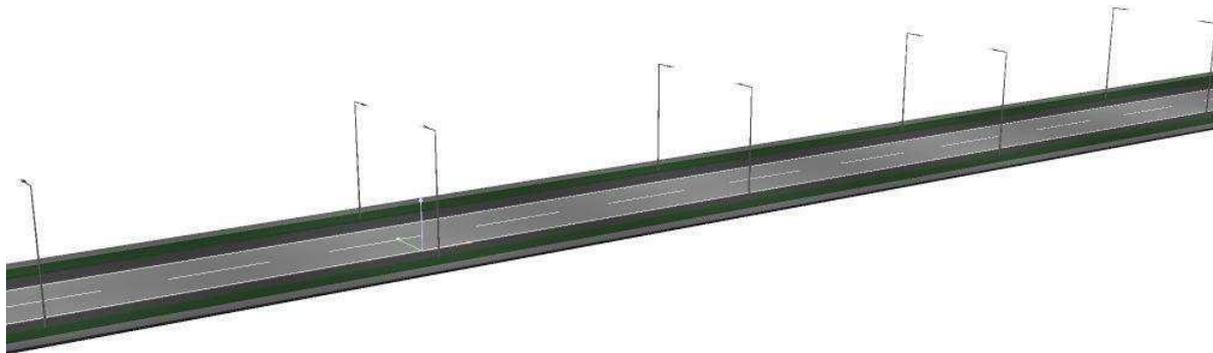
Lista del recuadro de evaluación

2	Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1. Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)		
		E_m [lx]	U0
	Valores reales según cálculo:	12.35	0.78
	Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
	Cumplido/No cumplido:		
3	Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2. Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)		
		E_m [lx]	U0
	Valores reales según cálculo:	12.35	0.78
	Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
	Cumplido/No cumplido:		



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

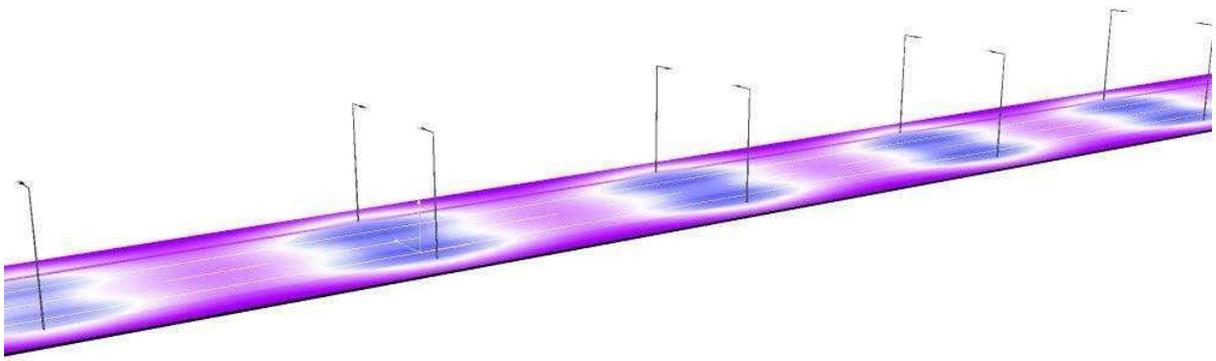
Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Rendering (procesado) de colores falsos

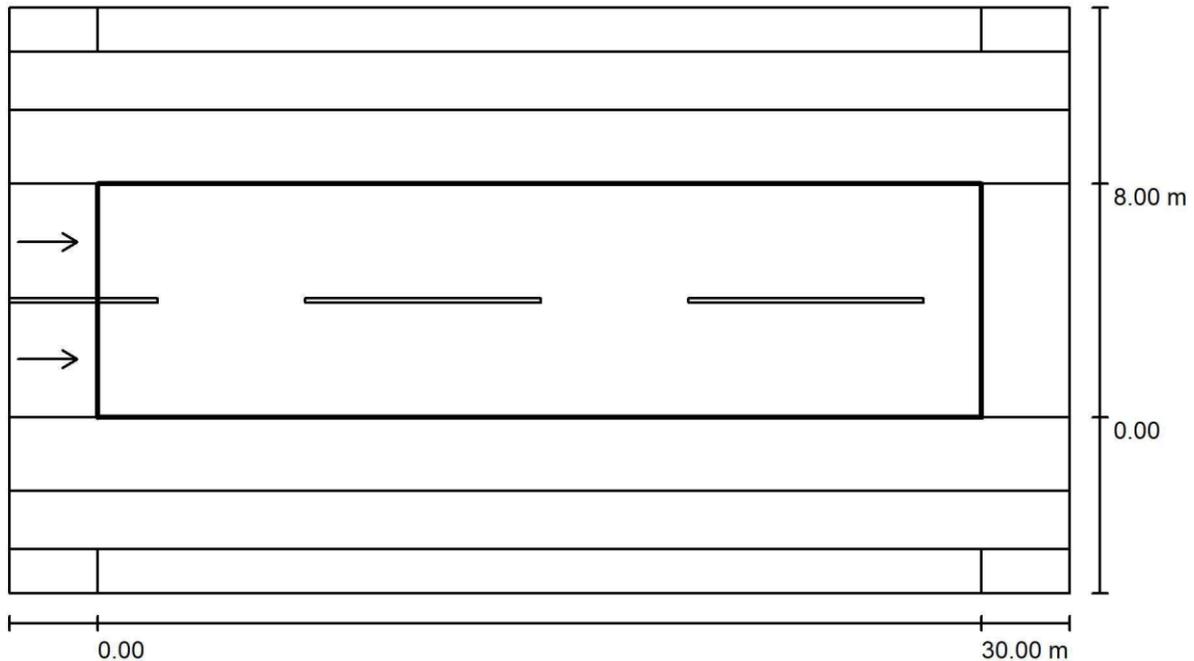


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Trama: 10 x 6 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
1.72	0.81	0.81	12	0.91
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

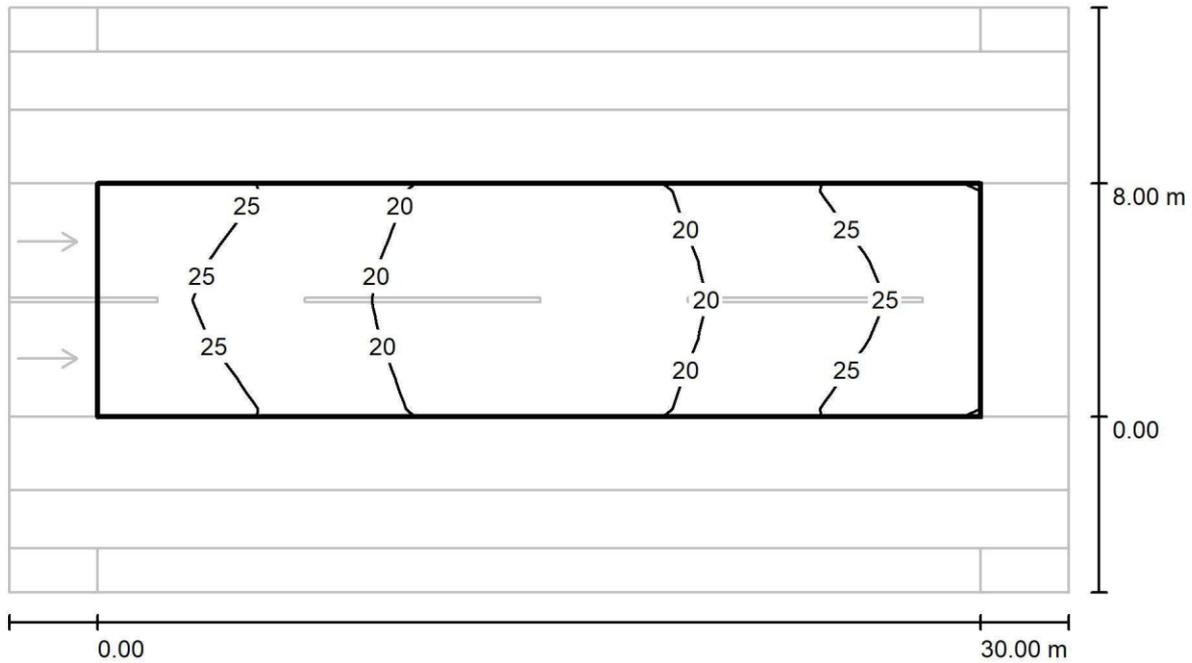
Observador respectivo (2 Pieza):

Nº	Observador	Posición [m]	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
1	Observador 1	(-60.000, 2.000, 1.500)	1.72	0.81	0.81	12
2	Observador 2	(-60.000, 6.000, 1.500)	1.72	0.81	0.81	12



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Recuadro de evaluación Calzada 1 /
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

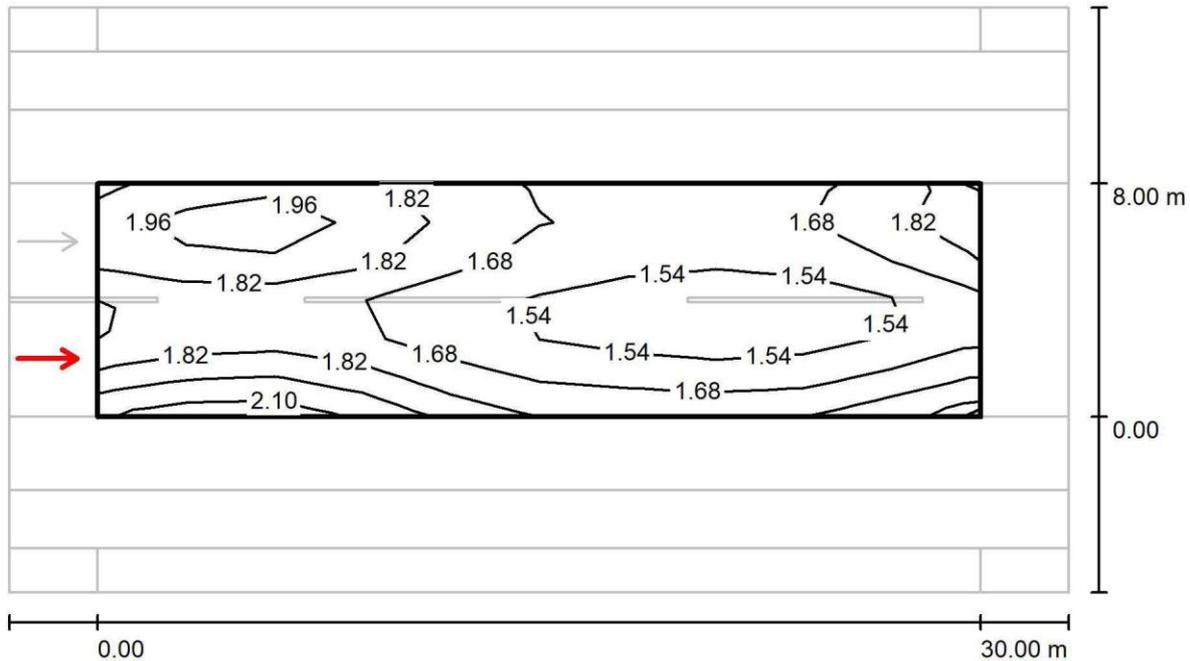
Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
22	17	28	0.774	0.615



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

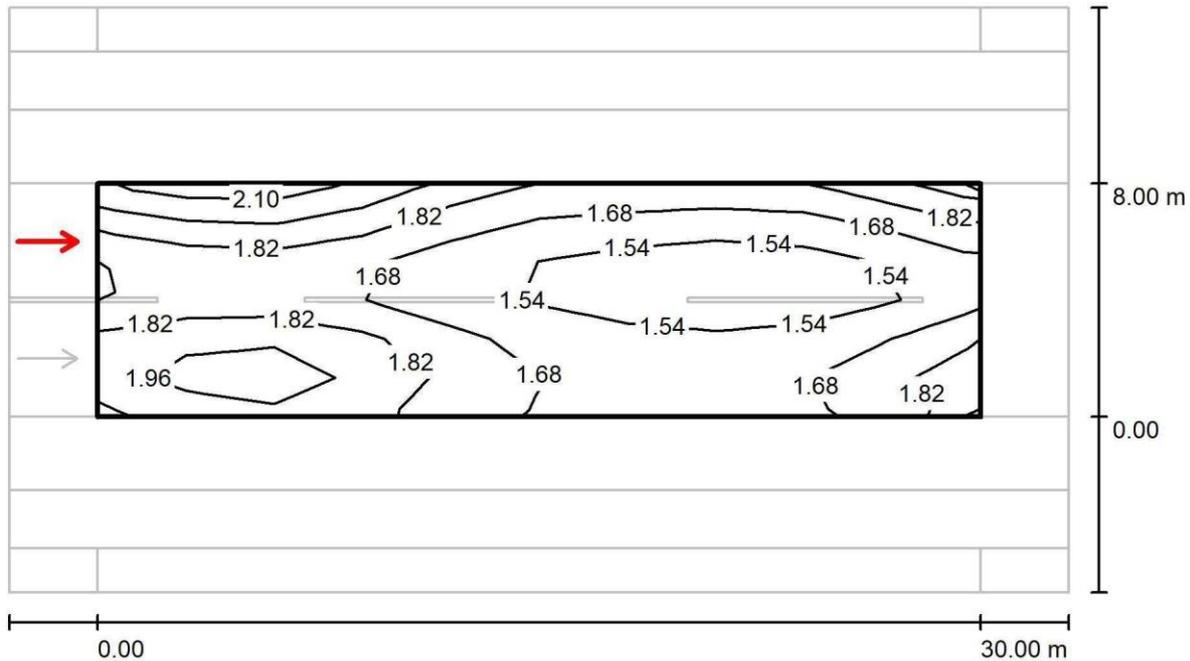
Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 2.000 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.72	0.81	0.81	12
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

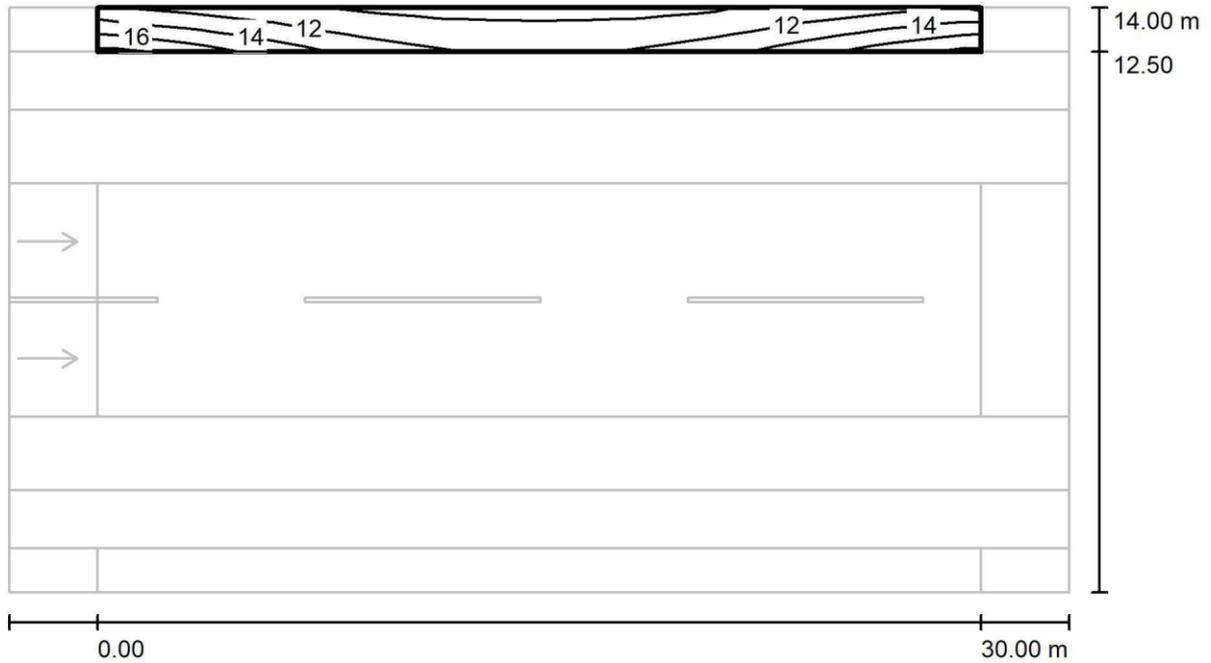
Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 6.000 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.72	0.81	0.81	12
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1/
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

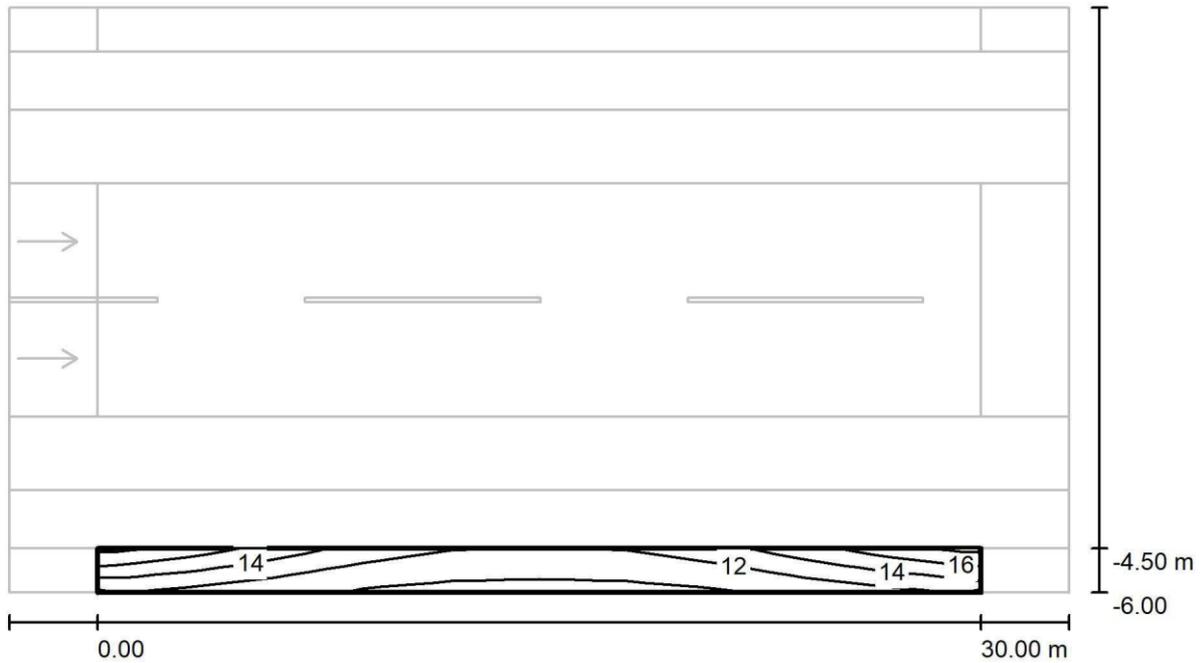
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	9.69	17	0.785	0.569



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 20m Doble Dirección (Calle 2) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2/
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	9.69	17	0.785	0.569



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

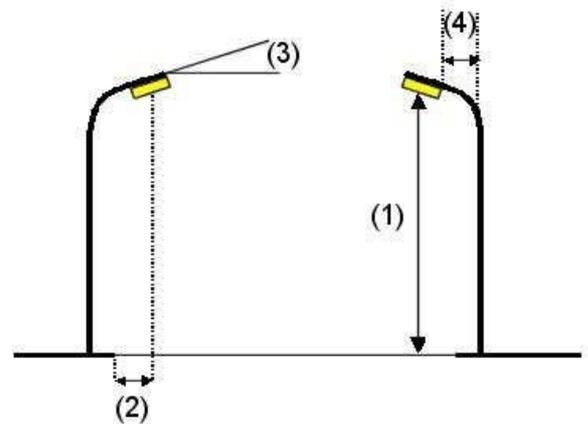
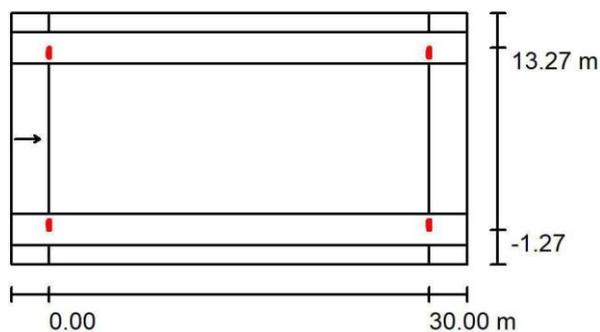
Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 12.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm
Potencia de las luminarias:	109.0 W
Organización:	bilateral frente a frente
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	8.000 m
Altura del punto de luz:	8.044 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	1.310 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 611 cd/klm
con 80°: 335 cd/klm
con 90°: 3.21 cd/klm

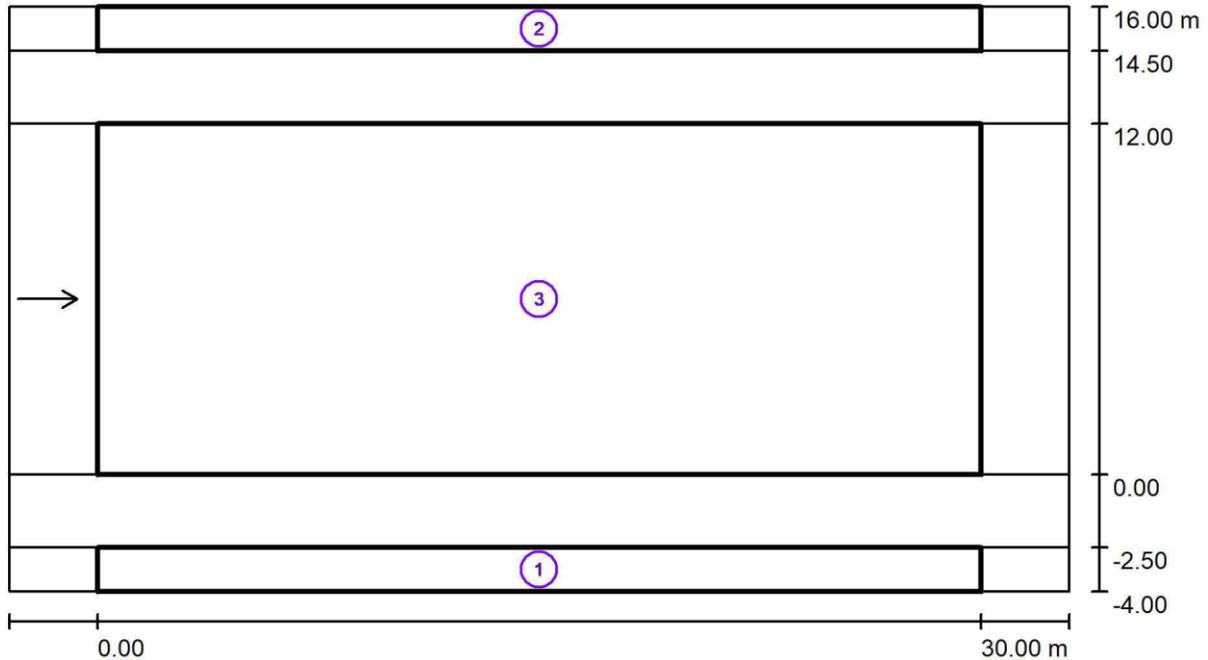
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Resultados Luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	12.07	0.66
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	U0
11.76	0.66
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 12.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

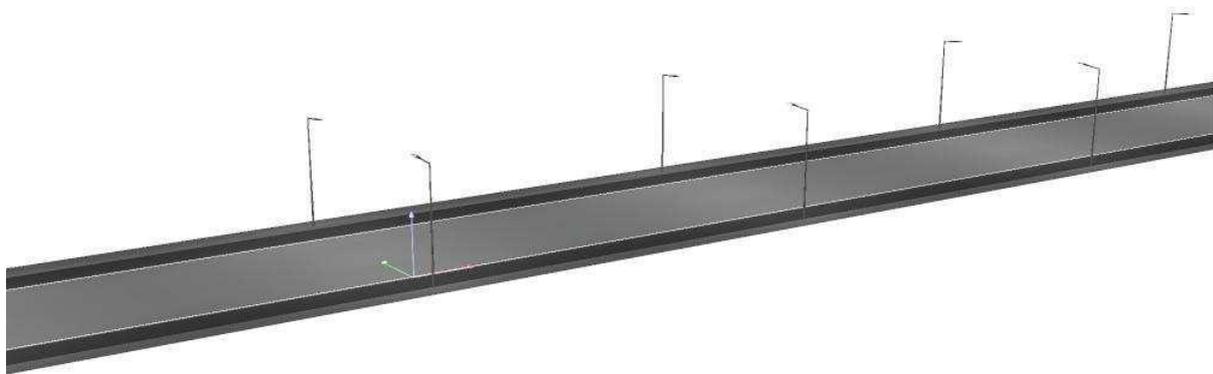
Cumplido/No cumplido:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
1.75	0.66	0.79	15	0.63
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

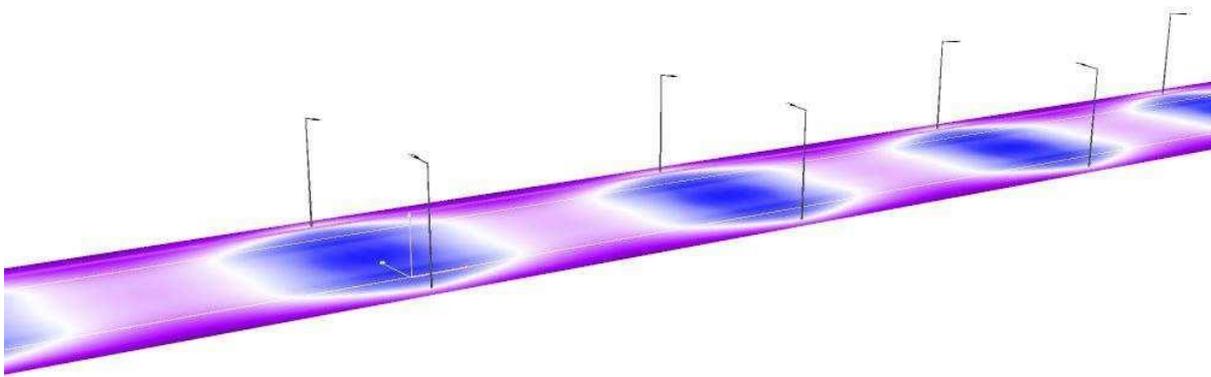
Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Rendering (procesado) de colores falsos

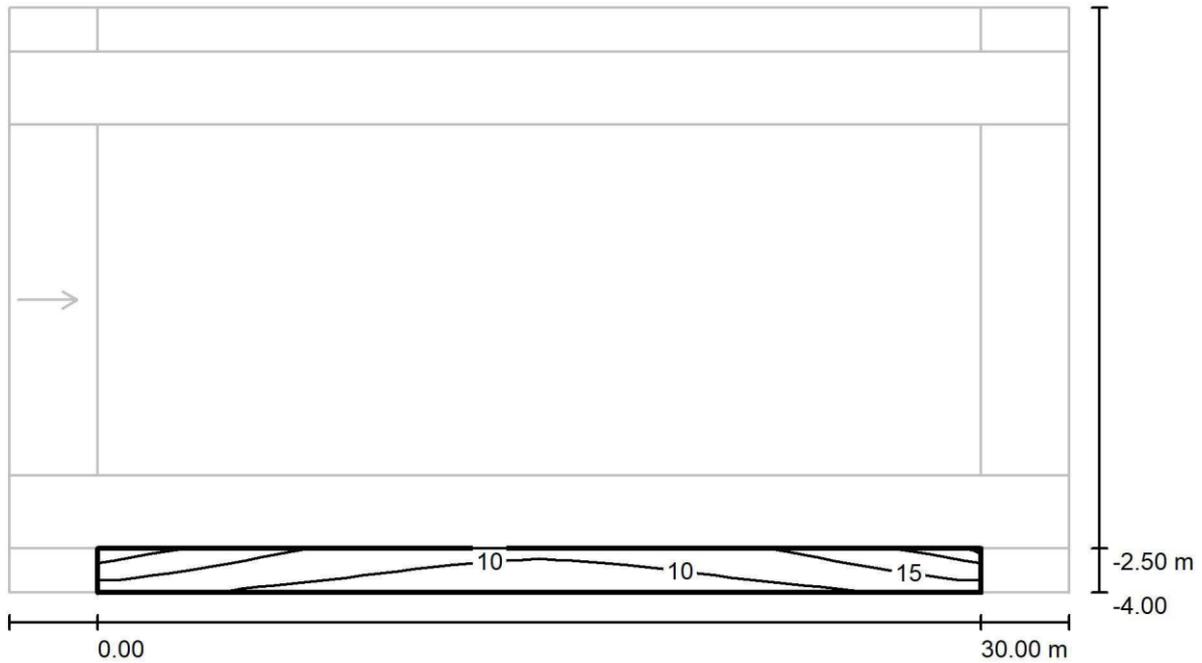


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1/
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

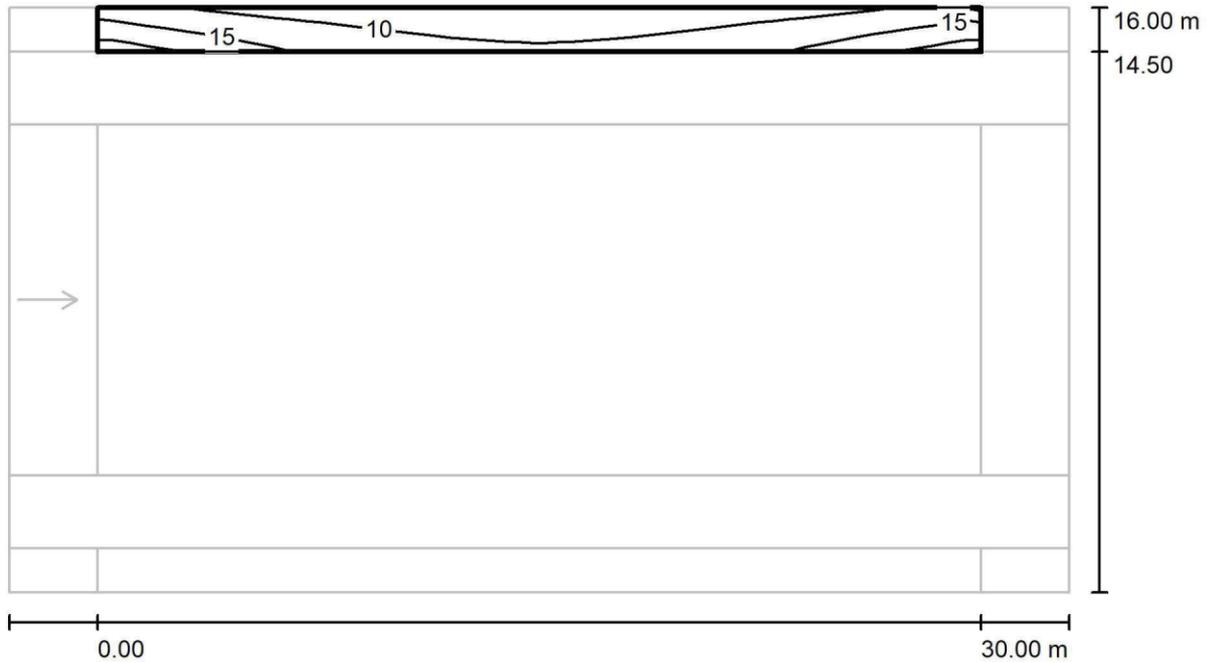
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	7.95	20	0.658	0.396



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 2/
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

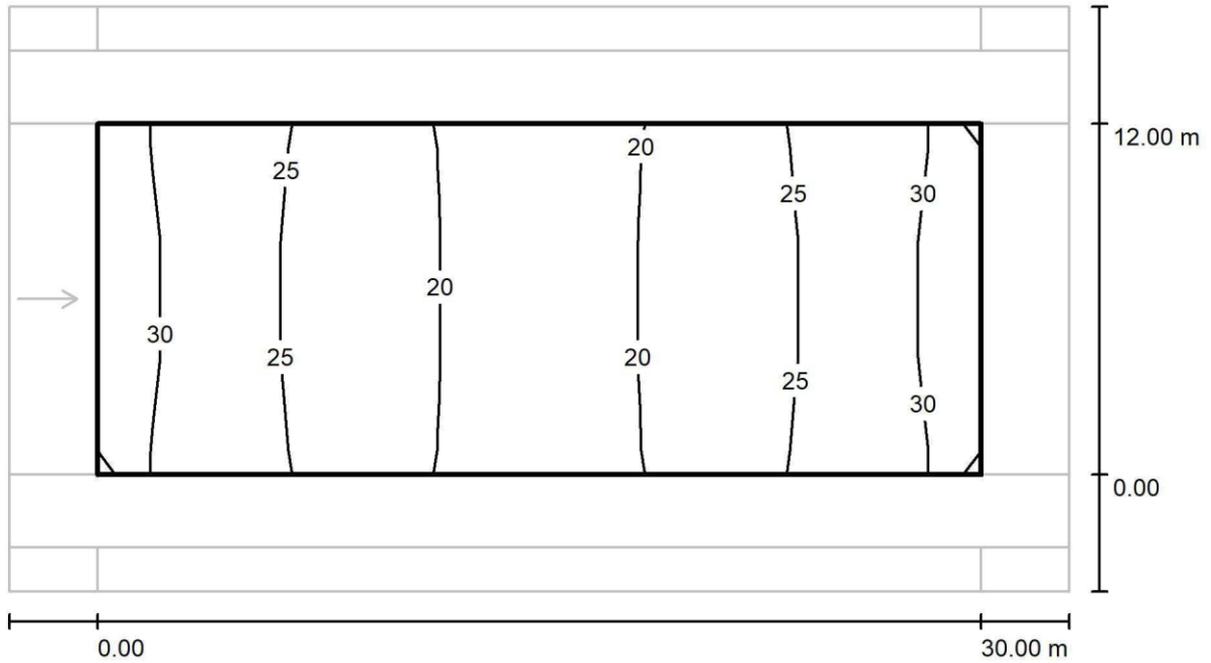
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
12	7.74	20	0.658	0.387



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

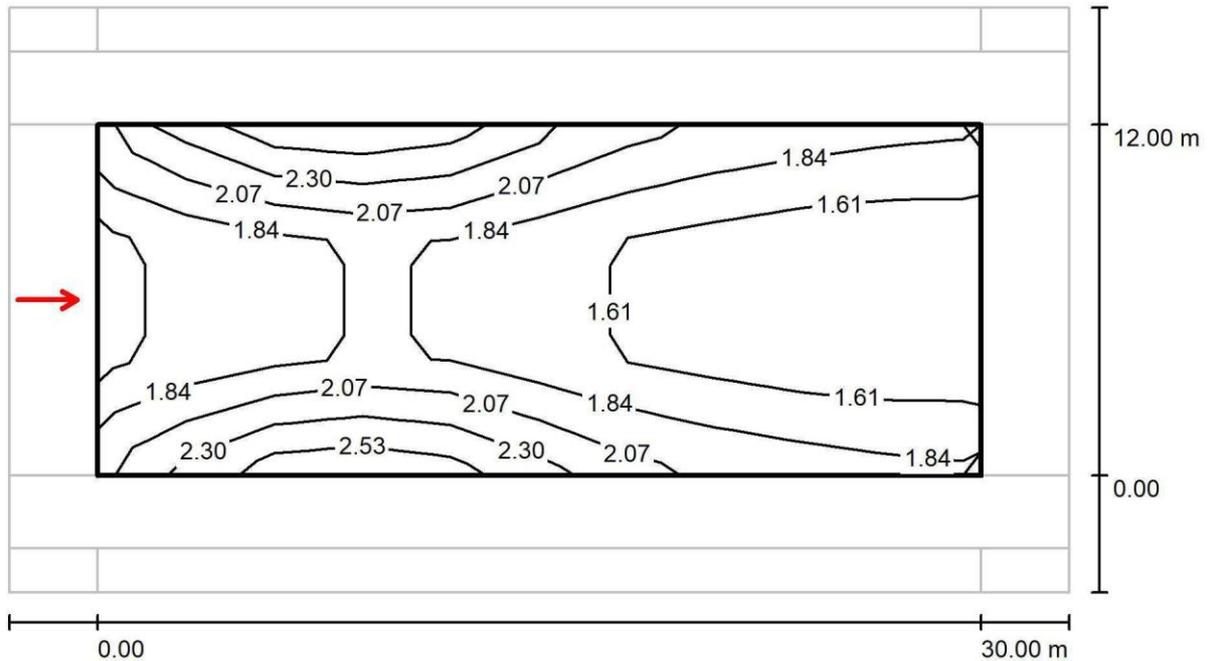
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
24	19	31	0.776	0.601



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial 20m Una Dirección (Calle 4) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 /
 Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 6.000 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.75	0.66	0.79	15
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

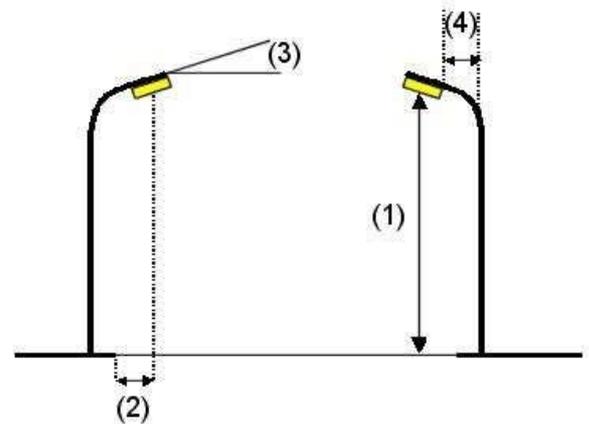
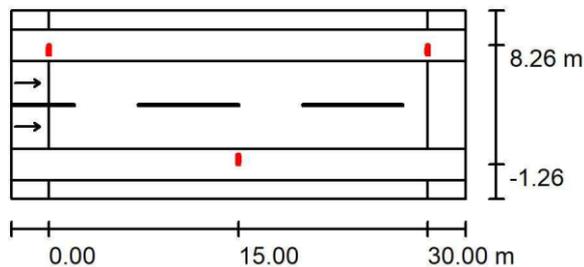
Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 2	(Anchura: 1.500 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm
Potencia de las luminarias:	109.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	10.000 m
Altura del punto de luz:	10.098 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	1.300 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 527 cd/klm
con 80°: 598 cd/klm
con 90°: 16 cd/klm

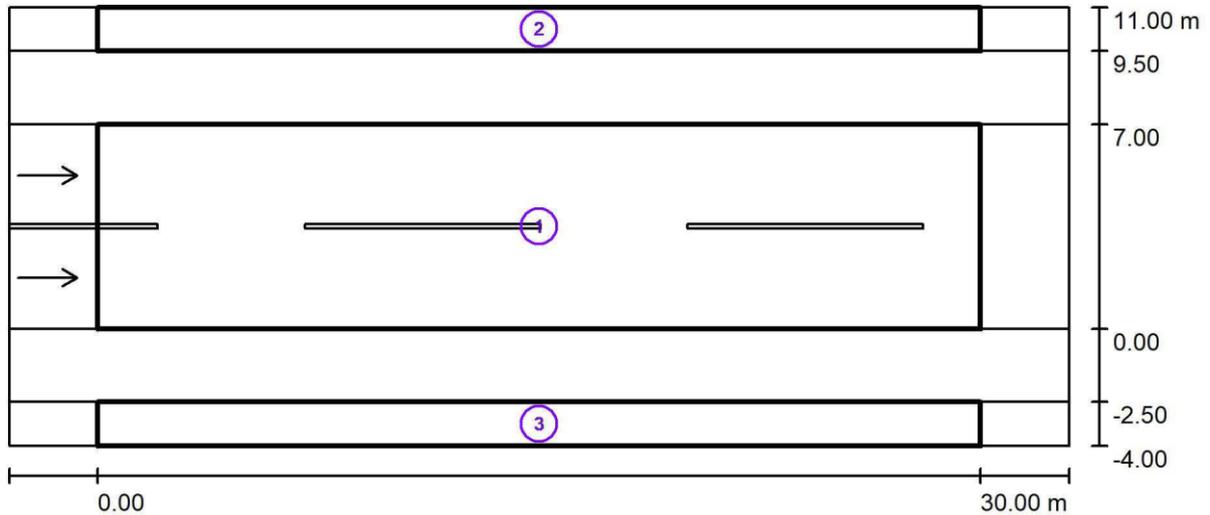
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 7.000 m
 Trama: 10 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.64	0.91	0.91	10	0.81
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	13.01	0.89
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

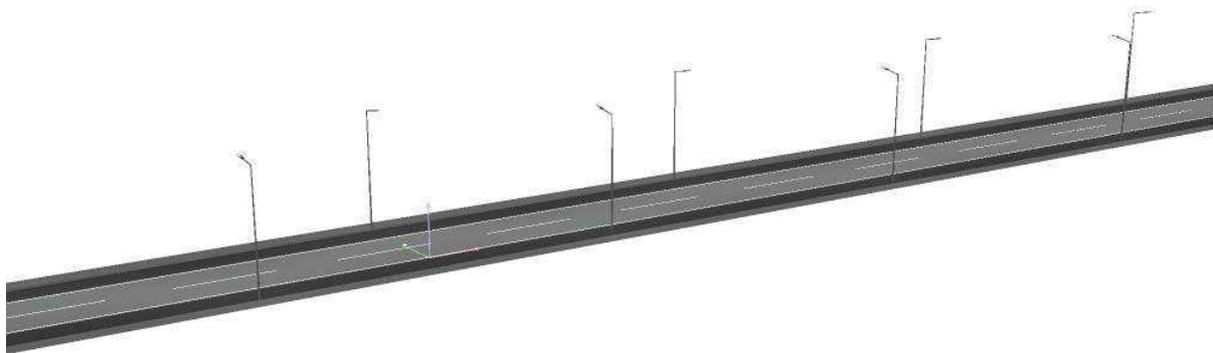
Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	12.89	0.88
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

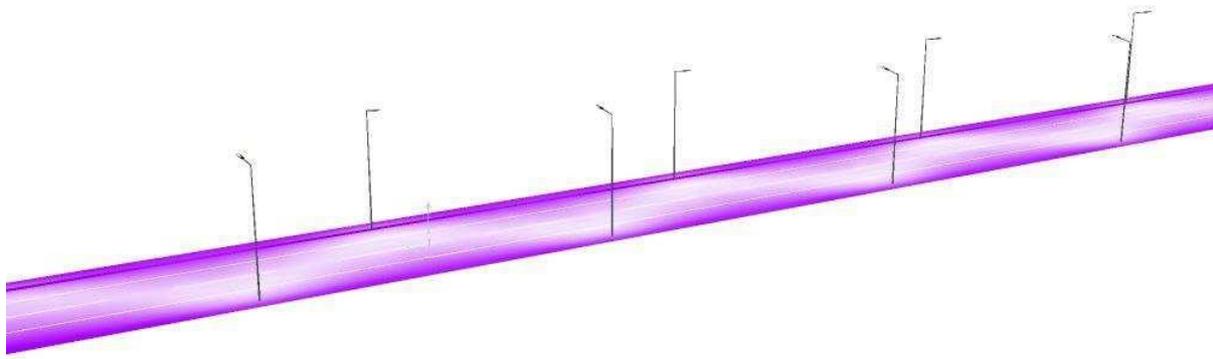
Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Rendering (procesado) de colores falsos

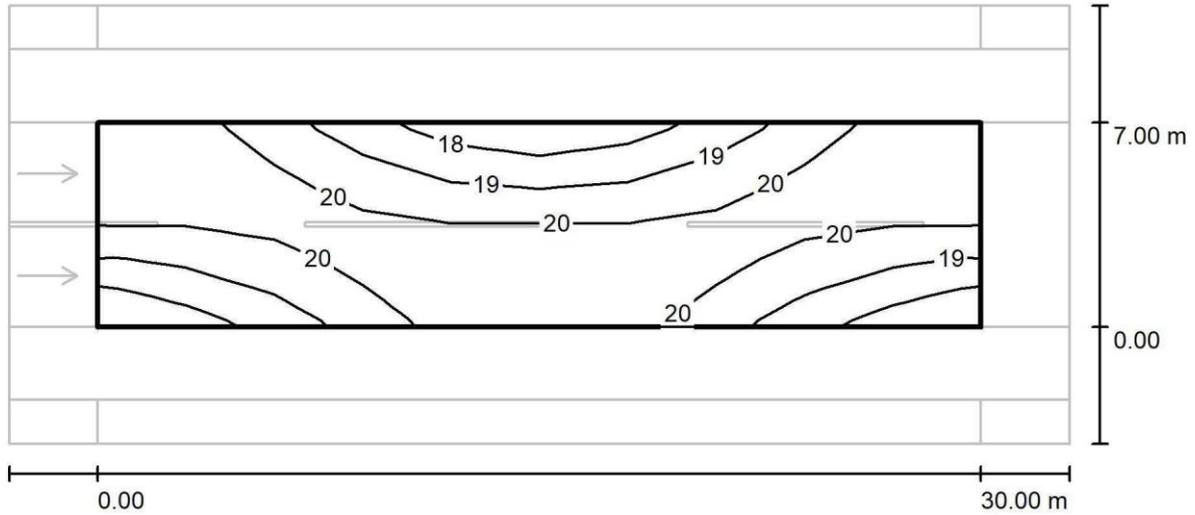


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Recuadro de evaluación Calzada 1 /
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

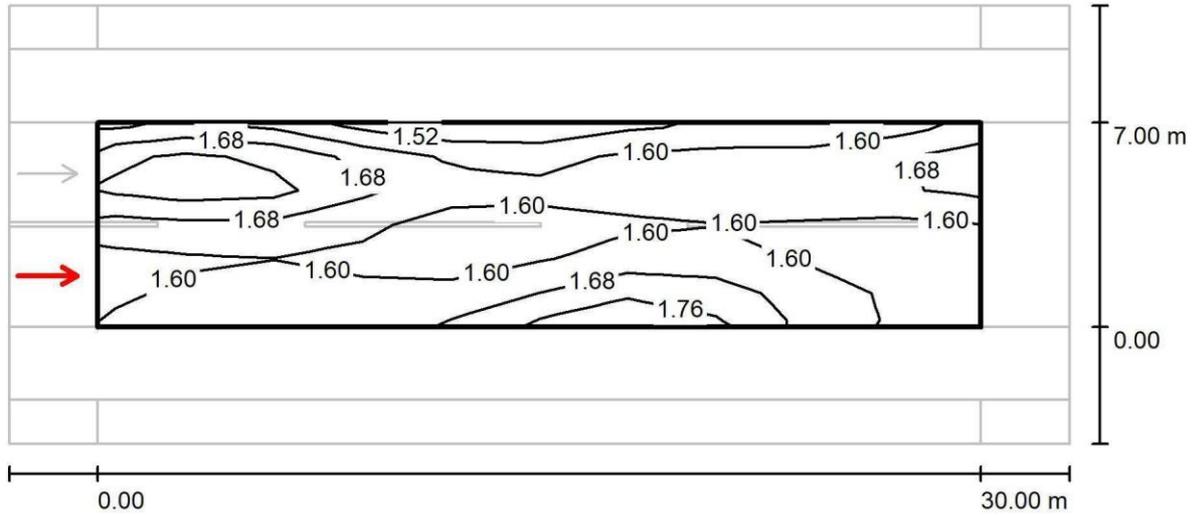
Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	18	21	0.891	0.846



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

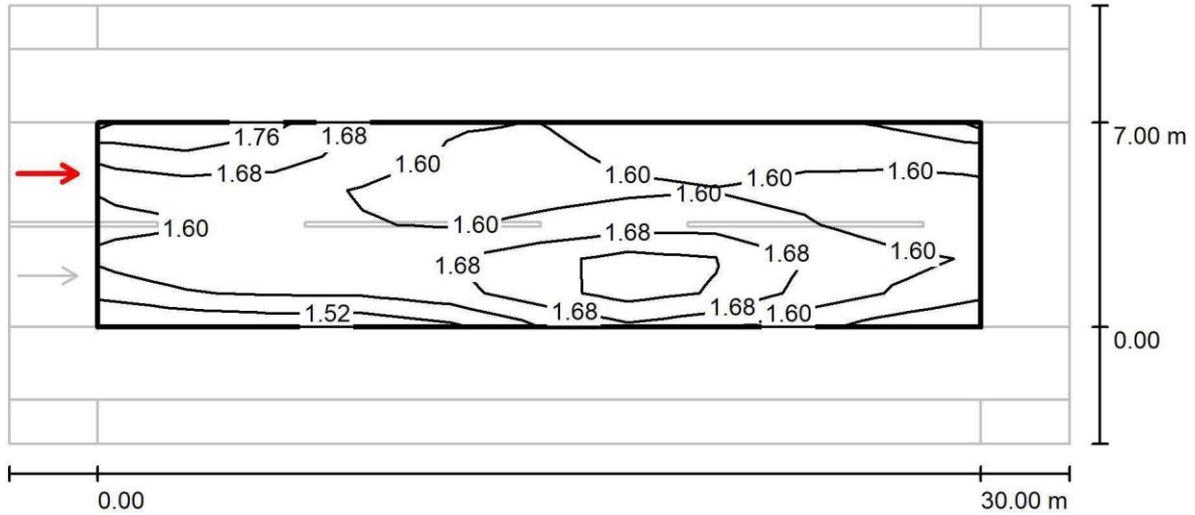
Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.64	0.91	0.91	10
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Recuadro de evaluación Calzada 1/
 Observador 2 / Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

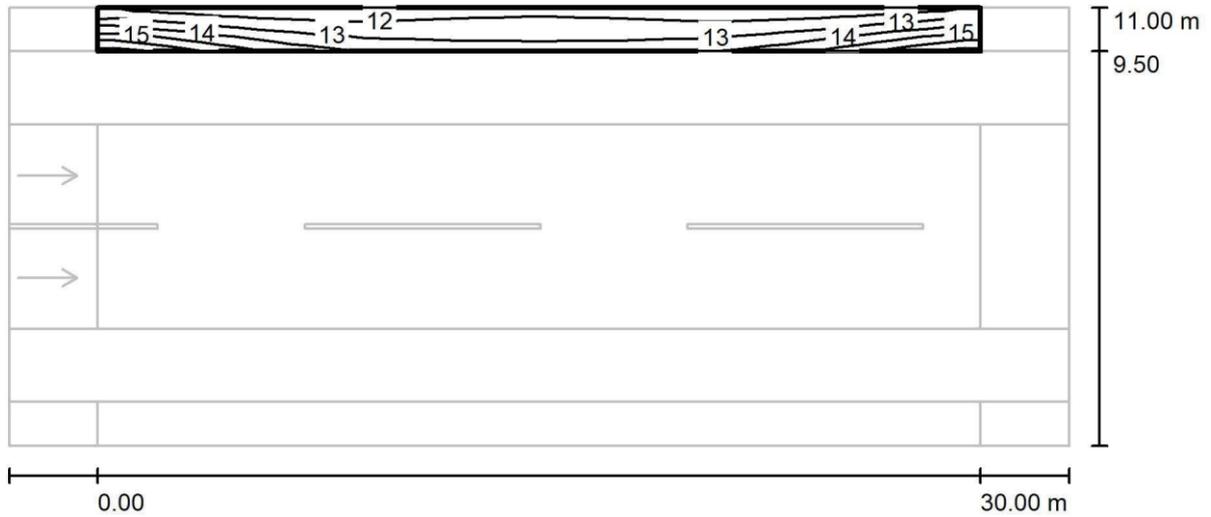
Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.64	0.91	0.91	10
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 3) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1/
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
13	12	16	0.888	0.715



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

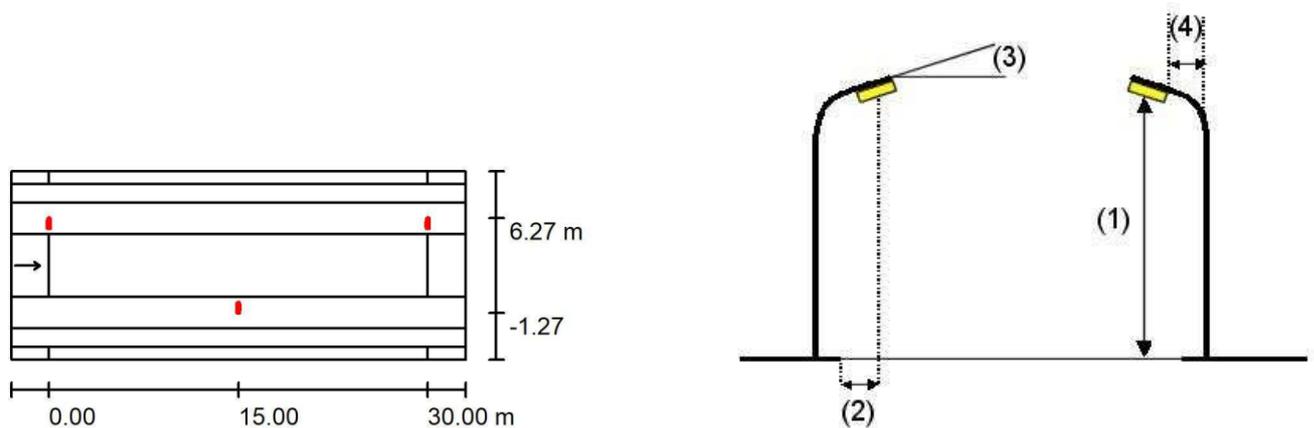
Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.000 m)
Línea verde 1	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Línea verde 2	(Anchura: 1.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm
Potencia de las luminarias:	109.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	10.000 m
Altura del punto de luz:	10.044 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	1.310 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
 con 70°: 611 cd/klm
 con 80°: 335 cd/klm
 con 90°: 3.21 cd/klm

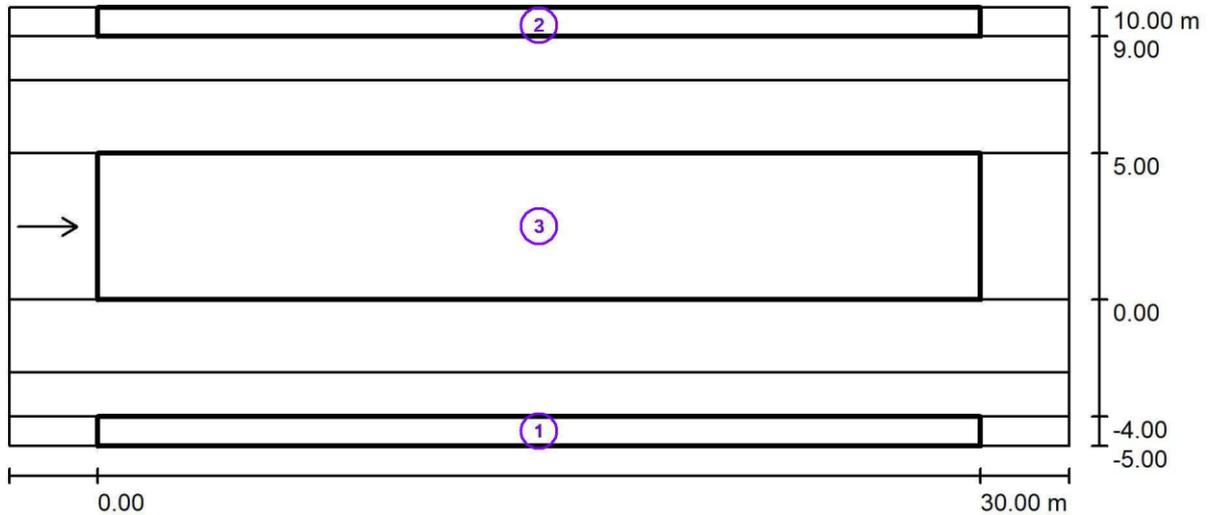
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.000 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	13.64	0.93
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

Clase de iluminación seleccionada: CE5

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	U0
13.64	0.93
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓

3 Recuadro de evaluación Calzada 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 5.000 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Revestimiento de la calzada: R3, q_0 : 0.070

Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

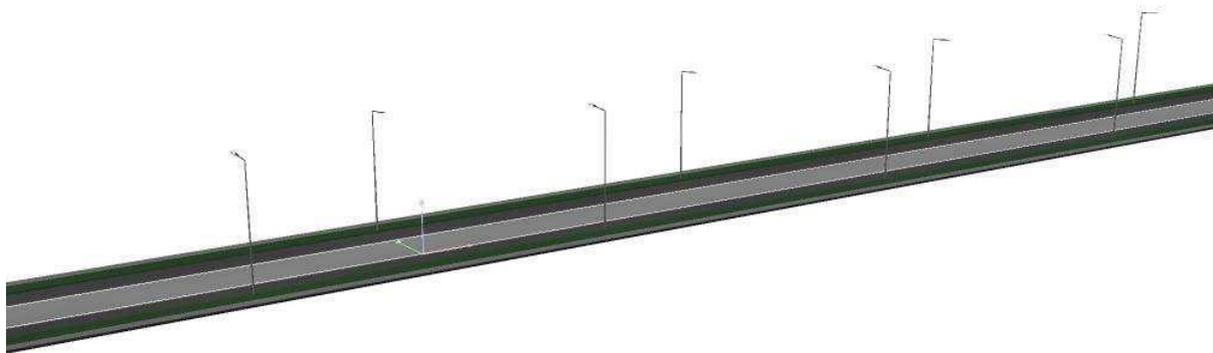
Cumplido/No cumplido:

L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
1.90	0.95	0.96	9	0.92
≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

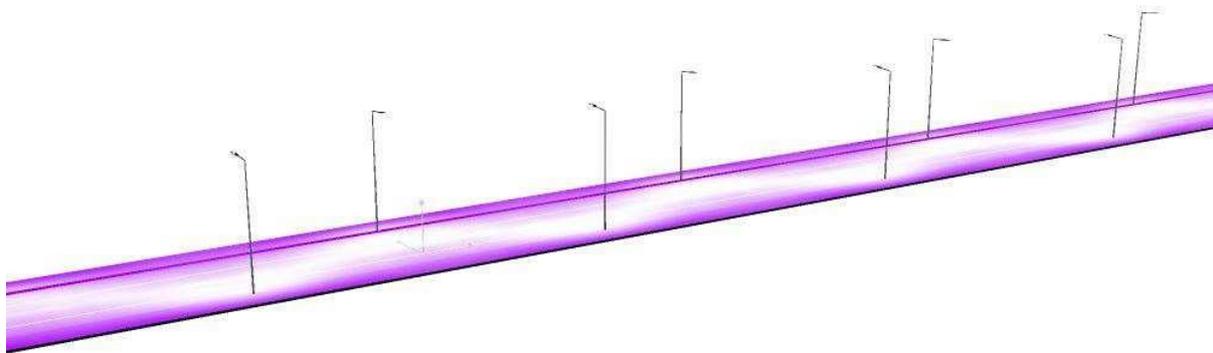
Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Rendering (procesado) de colores falsos

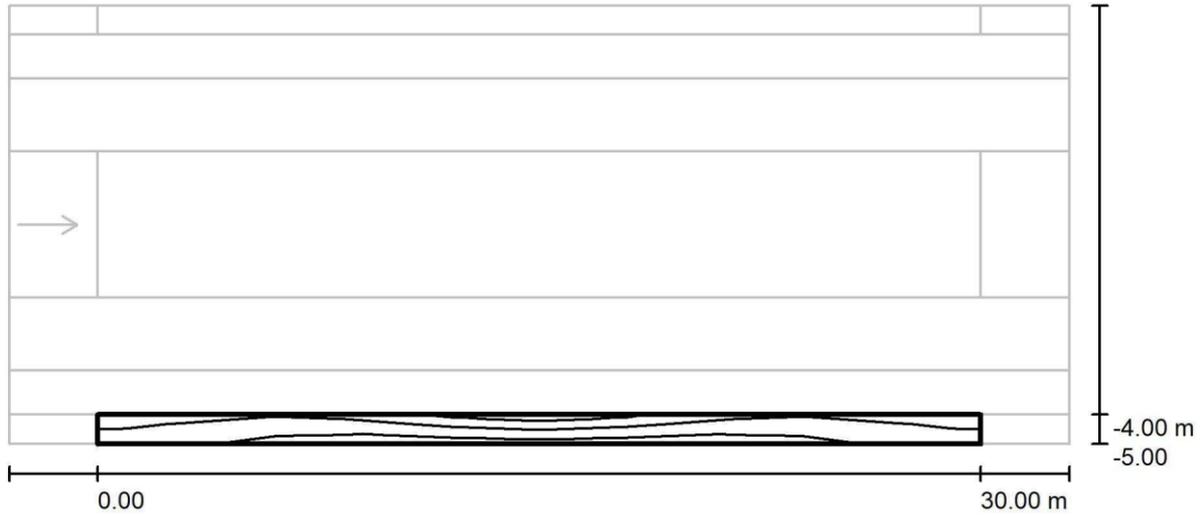


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1/
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

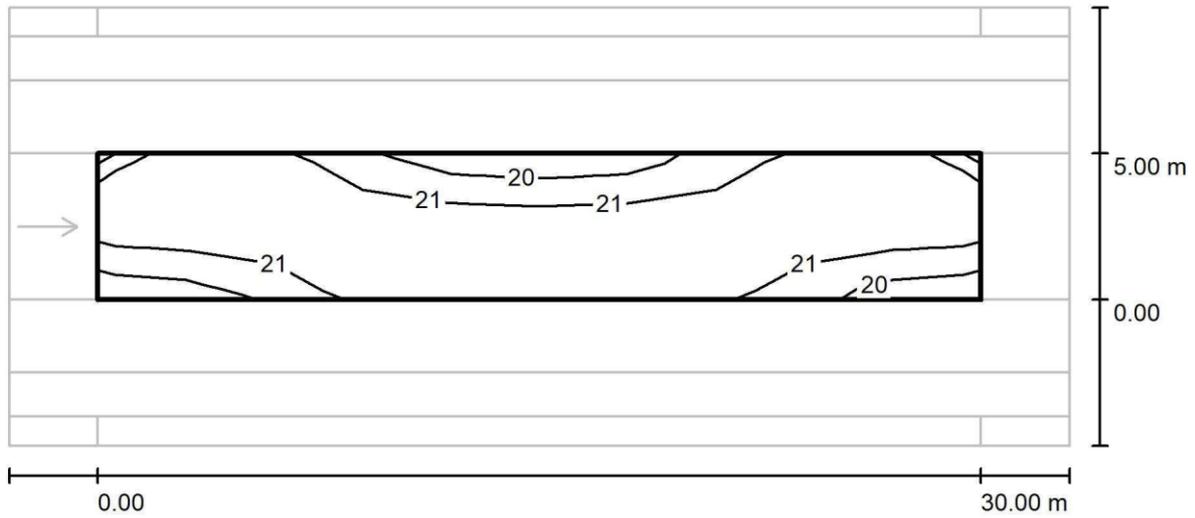
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
14	13	15	0.926	0.834



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

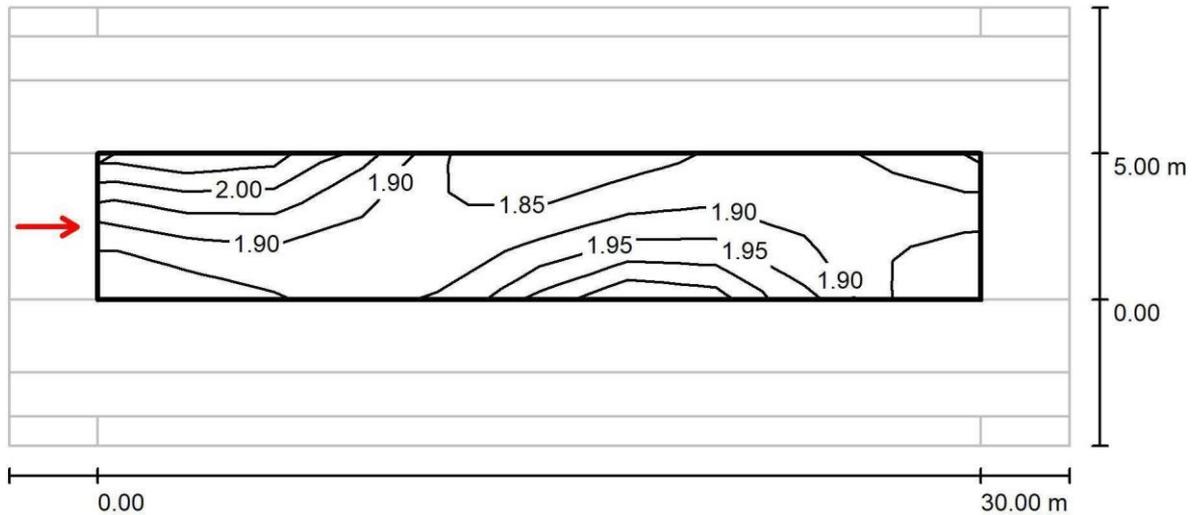
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
21	20	22	0.937	0.907



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Una Dirección (Calle 5) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 2.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.90	0.95	0.96	9
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

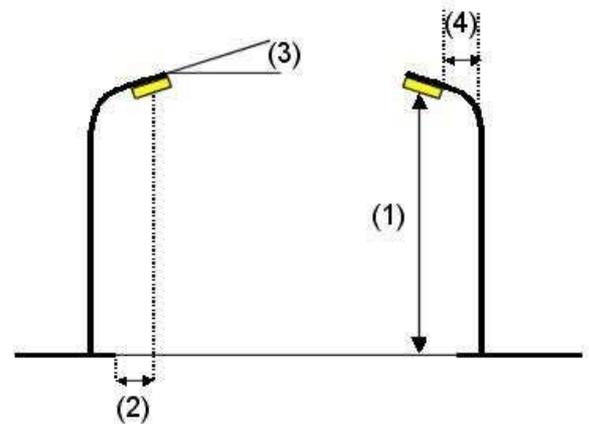
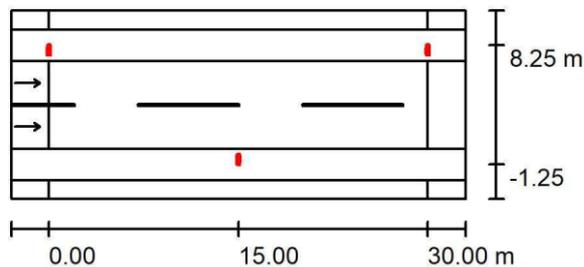
Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)

Factor mantenimiento: 0.50

Disposiciones de las luminarias

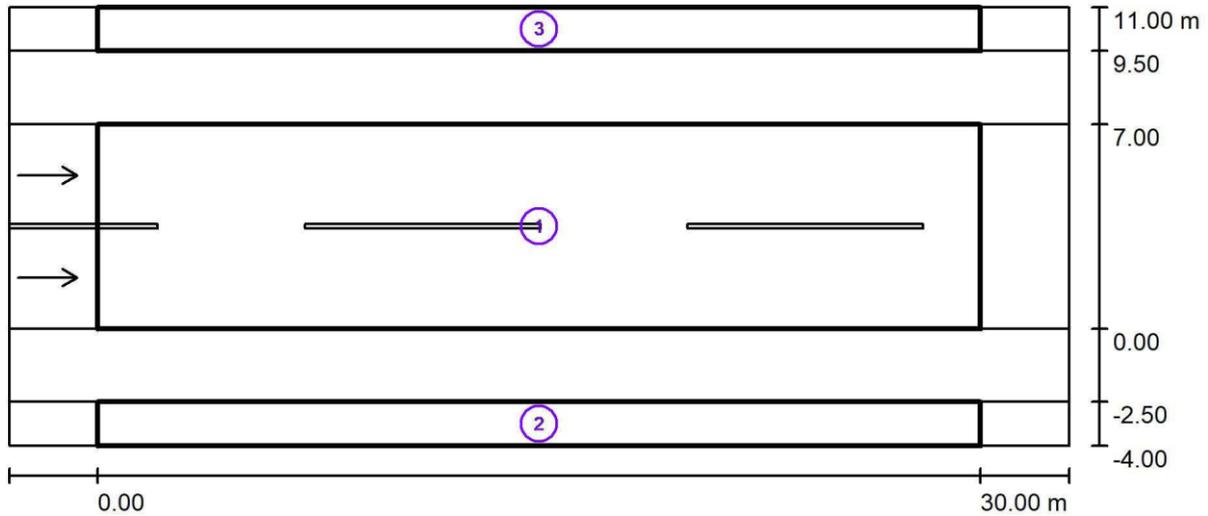


Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882	
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm	Valores máximos de la intensidad lumínica
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm	con 70°: 454 cd/klm
Potencia de las luminarias:	109.0 W	con 80°: 702 cd/klm
Organización:	bilateral desplazado	con 90°: 55 cd/klm
Distancia entre mástiles:	30.000 m	Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos
Altura de montaje (1):	10.000 m	especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas
Altura del punto de luz:	10.151 m	para el funcionamiento).
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m	La disposición cumple con la clase del índice de
Inclinación del brazo (3):	15.0 °	deslumbramiento D.0.
Longitud del brazo (4):	1.310 m	



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.50

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 7.000 m
 Trama: 10 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.37	0.86	0.90	10	0.72
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	9.62	0.94
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

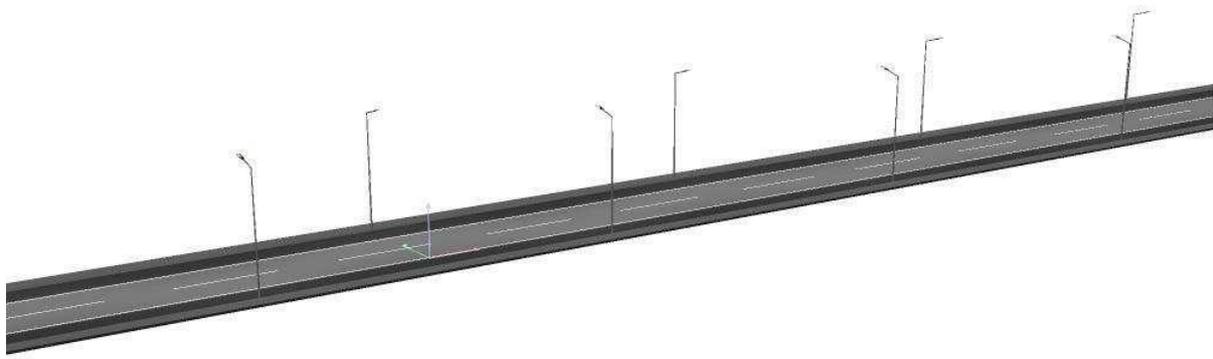
Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	9.62	0.94
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

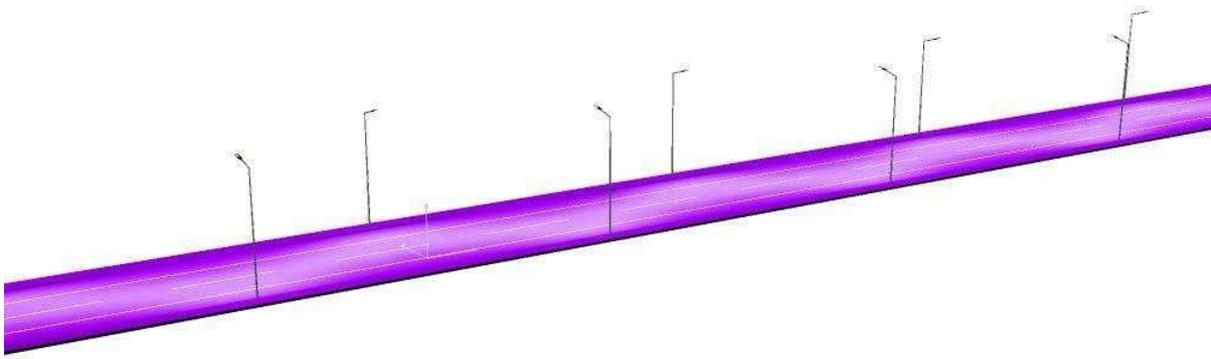
Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Rendering (procesado) de colores falsos

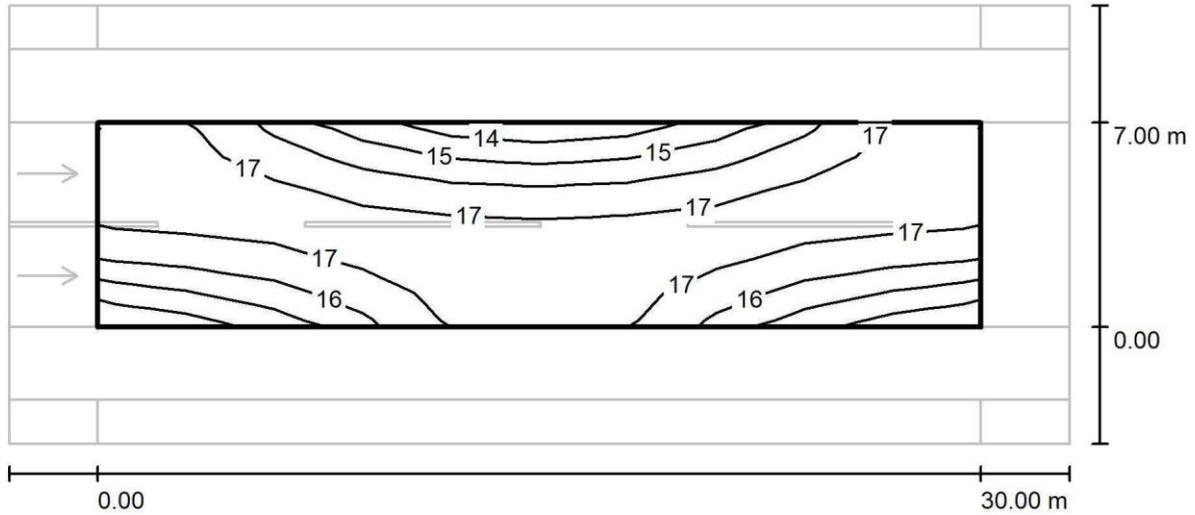


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Recuadro de evaluación
 Calzada 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

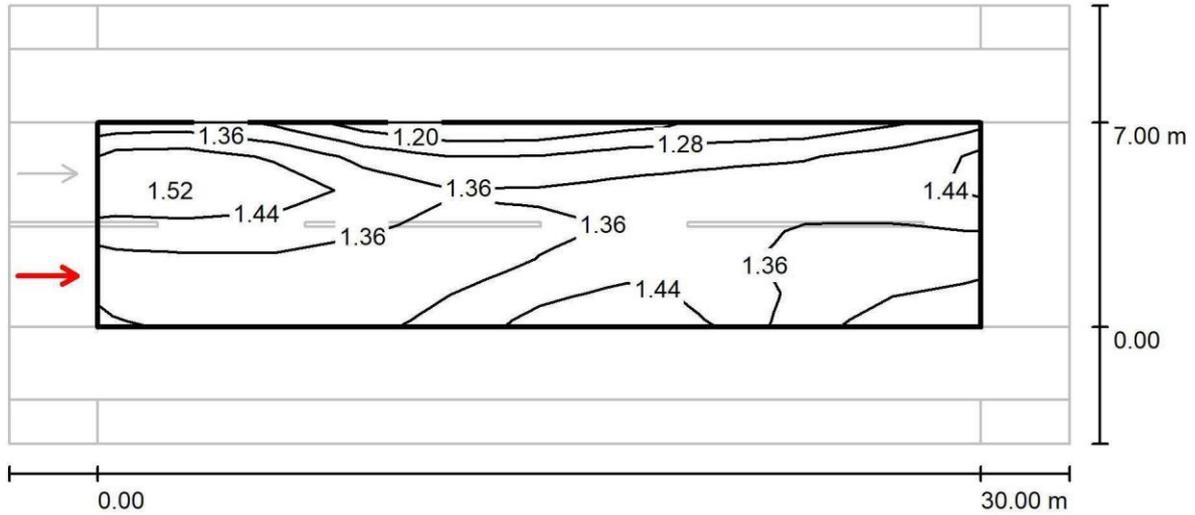
Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
16	14	18	0.841	0.784



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Recuadro de evaluación
 Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

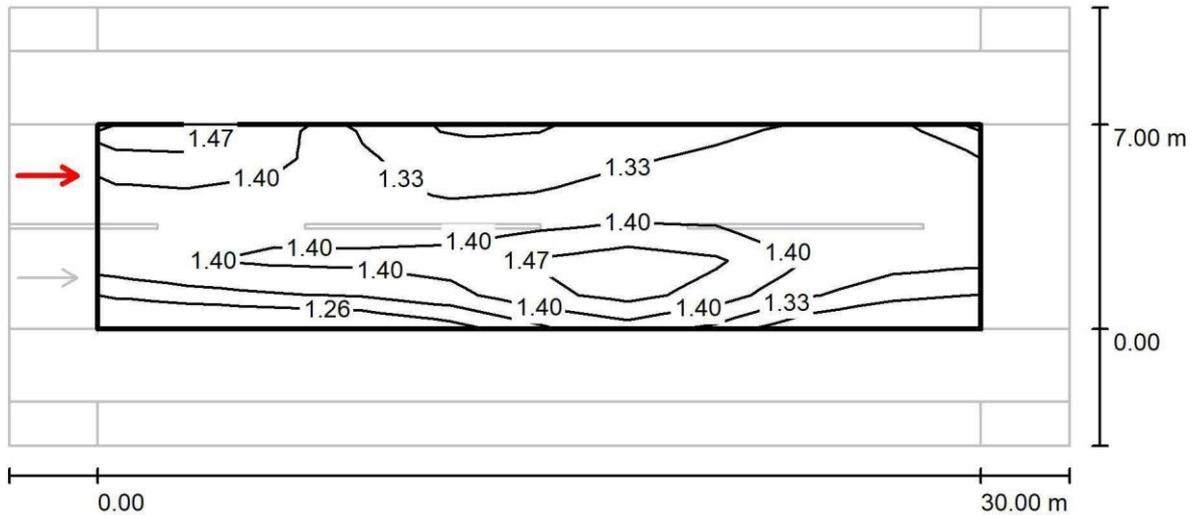
Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.37	0.86	0.90	10
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Recuadro de evaluación
 Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.37	0.87	0.90	10
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15 doble Dirección (Camino del Cementerio) / Recuadro de evaluación
 Camino peatonal 1 / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
9.62	9.06	11	0.942	0.847



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

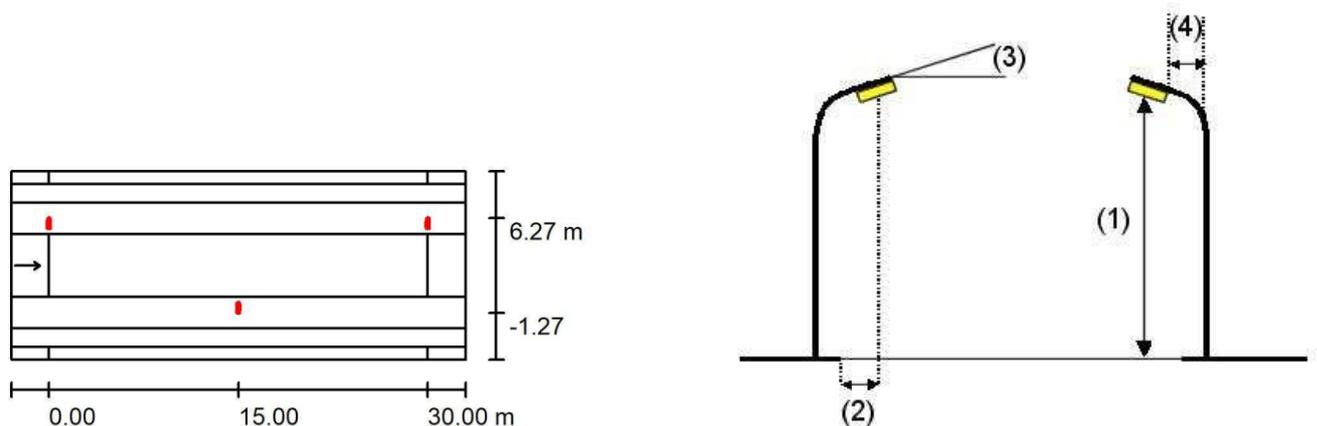
Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.000 m)
Línea verde 2	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 5.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Línea verde 1	(Anchura: 1.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.000 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm
Potencia de las luminarias:	109.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	10.000 m
Altura del punto de luz:	10.044 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	5.0 °
Longitud del brazo (4):	1.310 m

Valores máximos de la intensidad lumínica

con 70°: 611 cd/klm

con 80°: 335 cd/klm

con 90°: 3.21 cd/klm

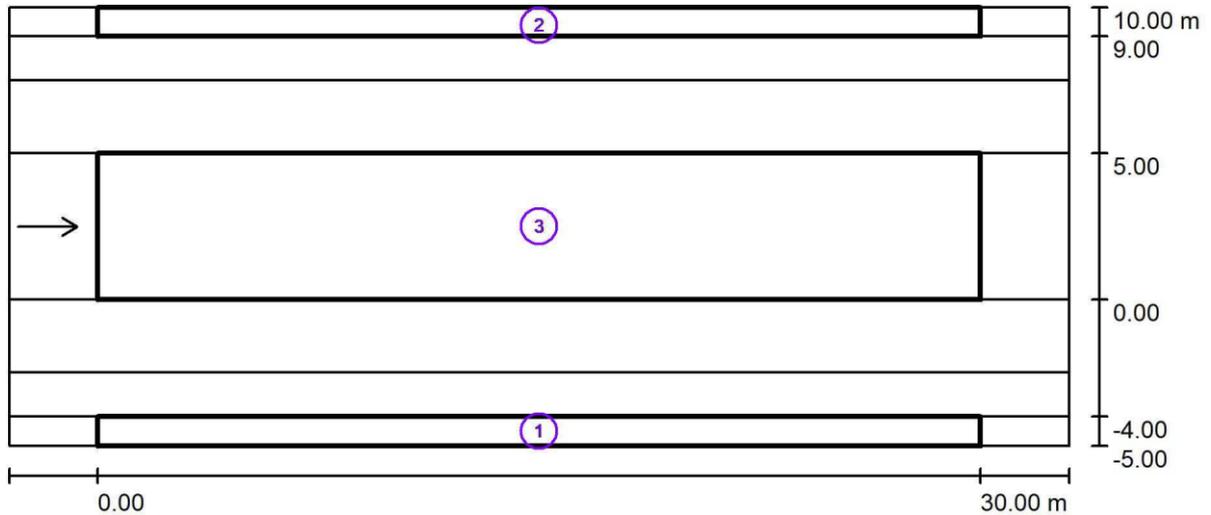
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Resultados Luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.000 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	13.64	0.93
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Resultados luminotécnicos

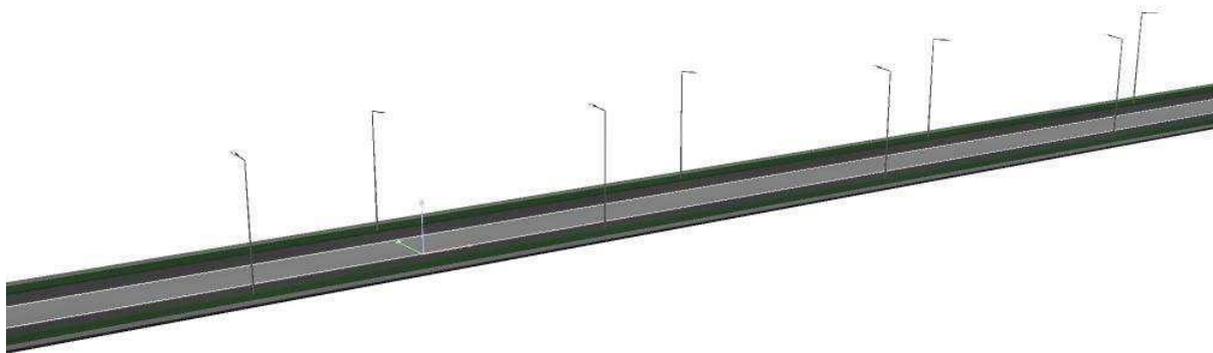
Lista del recuadro de evaluación

<p>2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.000 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2. Clase de iluminación seleccionada: CE5</p>	<p>(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)</p>	<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">E_m [lx]</td> <td style="text-align: right;">U0</td> </tr> <tr> <td>Valores reales según cálculo:</td> <td style="text-align: right;">13.64</td> <td style="text-align: right;">0.93</td> </tr> <tr> <td>Valores de consigna según clase:</td> <td style="text-align: right;">≥ 7.50</td> <td style="text-align: right;">≥ 0.40</td> </tr> <tr> <td>Cumplido/No cumplido:</td> <td style="text-align: center;">✓</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> </table>		E_m [lx]	U0	Valores reales según cálculo:	13.64	0.93	Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40	Cumplido/No cumplido:	✓	✓												
	E_m [lx]	U0																								
Valores reales según cálculo:	13.64	0.93																								
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40																								
Cumplido/No cumplido:	✓	✓																								
<p>3 Recuadro de evaluación Calzada 1 Longitud: 30.000 m, Anchura: 5.000 m Trama: 10 x 3 Puntos Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1. Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070 Clase de iluminación seleccionada: ME4a</p>	<p>(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)</p>	<table border="0"> <tr> <td></td> <td style="text-align: right;">L_m [cd/m²]</td> <td style="text-align: right;">U0</td> <td style="text-align: right;">UI</td> <td style="text-align: right;">TI [%]</td> <td style="text-align: right;">SR</td> </tr> <tr> <td>Valores reales según cálculo:</td> <td style="text-align: right;">1.90</td> <td style="text-align: right;">0.95</td> <td style="text-align: right;">0.96</td> <td style="text-align: right;">9</td> <td style="text-align: right;">0.92</td> </tr> <tr> <td>Valores de consigna según clase:</td> <td style="text-align: right;">≥ 0.75</td> <td style="text-align: right;">≥ 0.40</td> <td style="text-align: right;">≥ 0.60</td> <td style="text-align: right;">≤ 15</td> <td style="text-align: right;">≥ 0.50</td> </tr> <tr> <td>Cumplido/No cumplido:</td> <td style="text-align: center;">✓</td> </tr> </table>		L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR	Valores reales según cálculo:	1.90	0.95	0.96	9	0.92	Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50	Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓
	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR																					
Valores reales según cálculo:	1.90	0.95	0.96	9	0.92																					
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50																					
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓																					



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

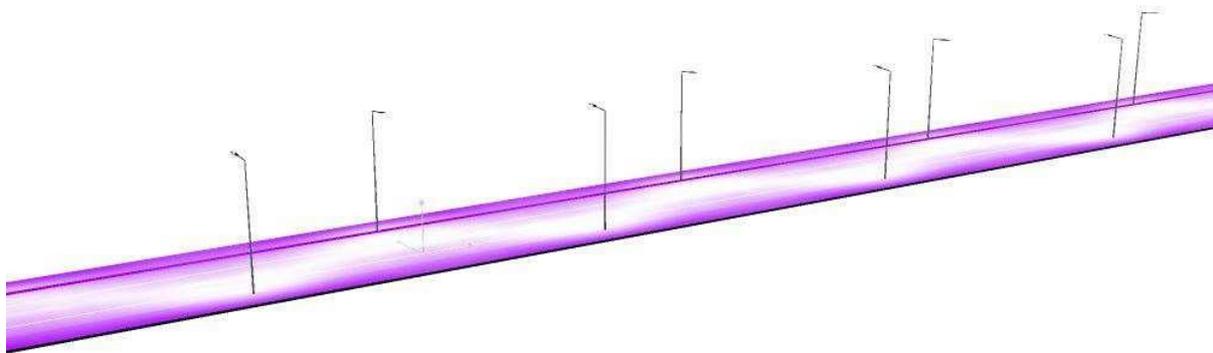
Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Rendering (procesado) de colores falsos

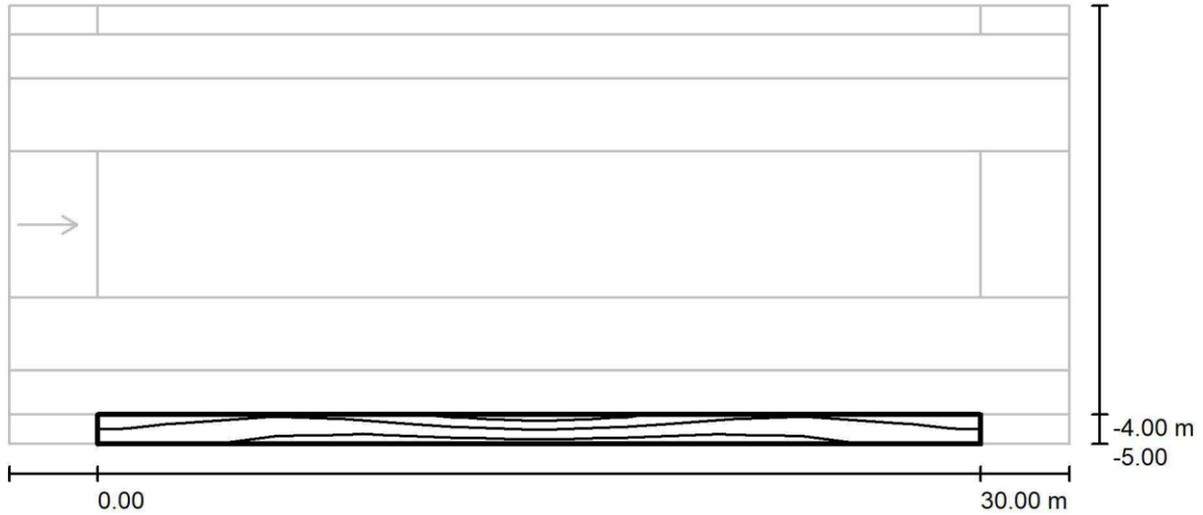


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1/
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]
14

E_{min} [lx]
13

E_{max} [lx]
15

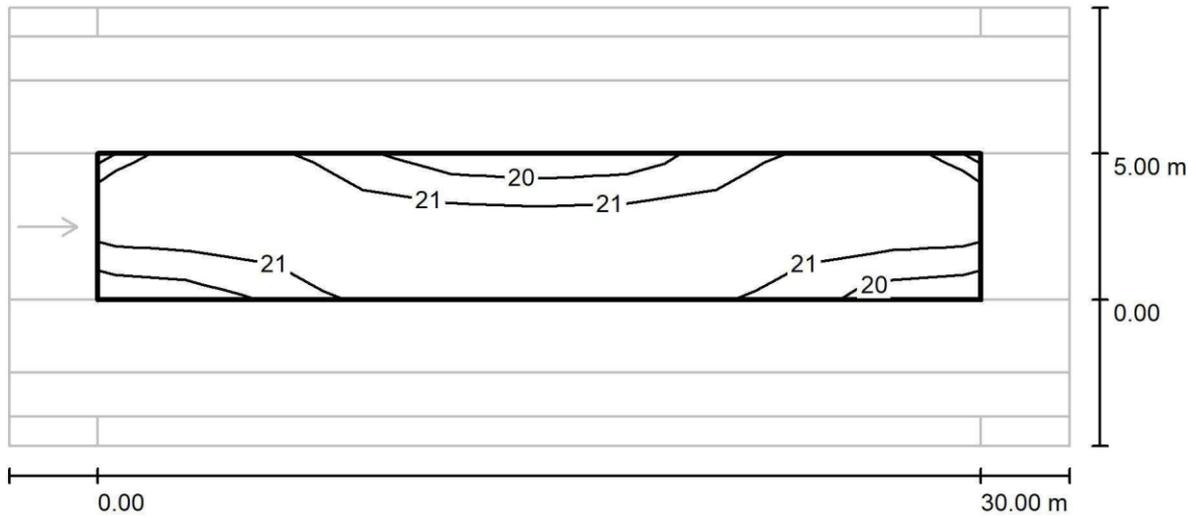
E_{min} / E_m
0.926

E_{min} / E_{max}
0.834



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

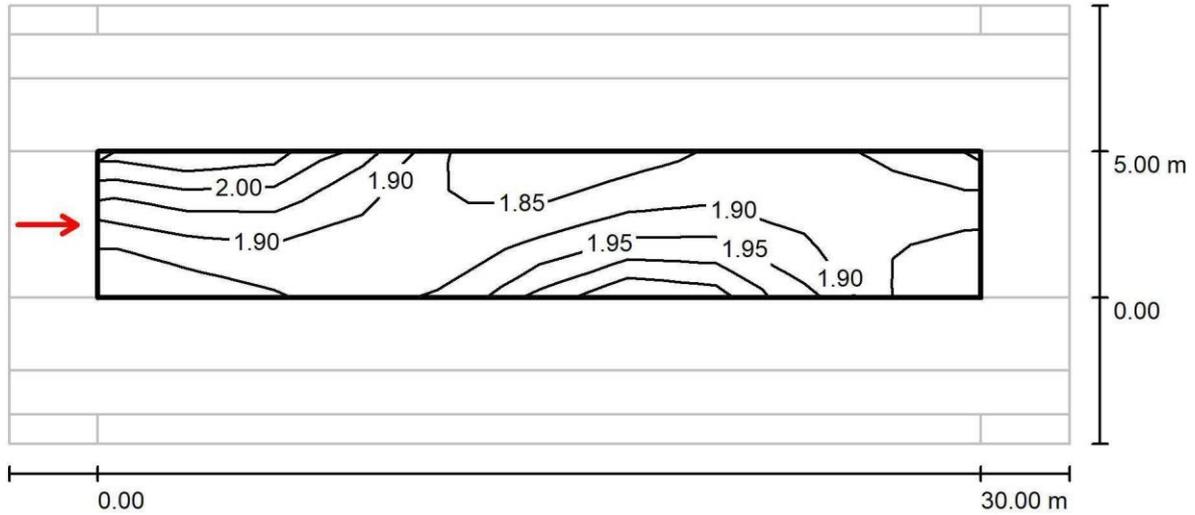
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
21	20	22	0.937	0.907



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial 15m Una Dirección (Calle 1) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 /
 Isolíneas (L)**



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 2.500 m, 1.500 m)

Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.90	0.95	0.96	9
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

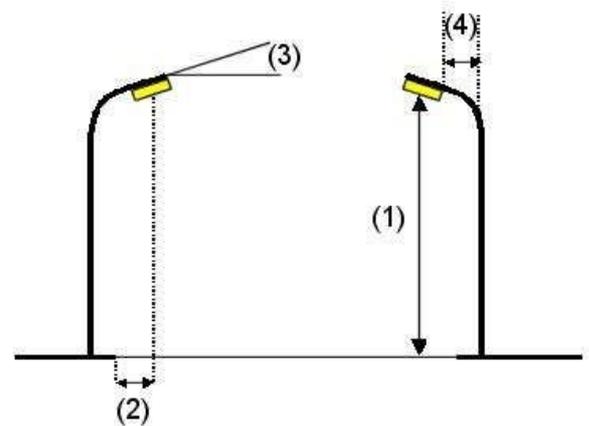
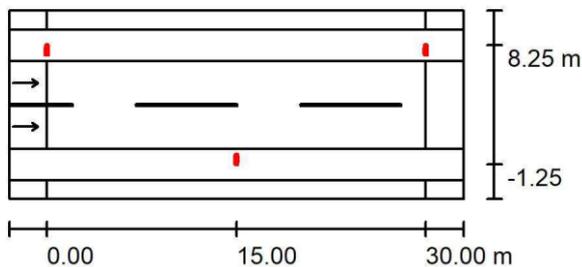
Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 2, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm
Potencia de las luminarias:	109.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	10.000 m
Altura del punto de luz:	10.151 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	15.0 °
Longitud del brazo (4):	1.310 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 454 cd/klm
con 80°: 702 cd/klm
con 90°: 55 cd/klm

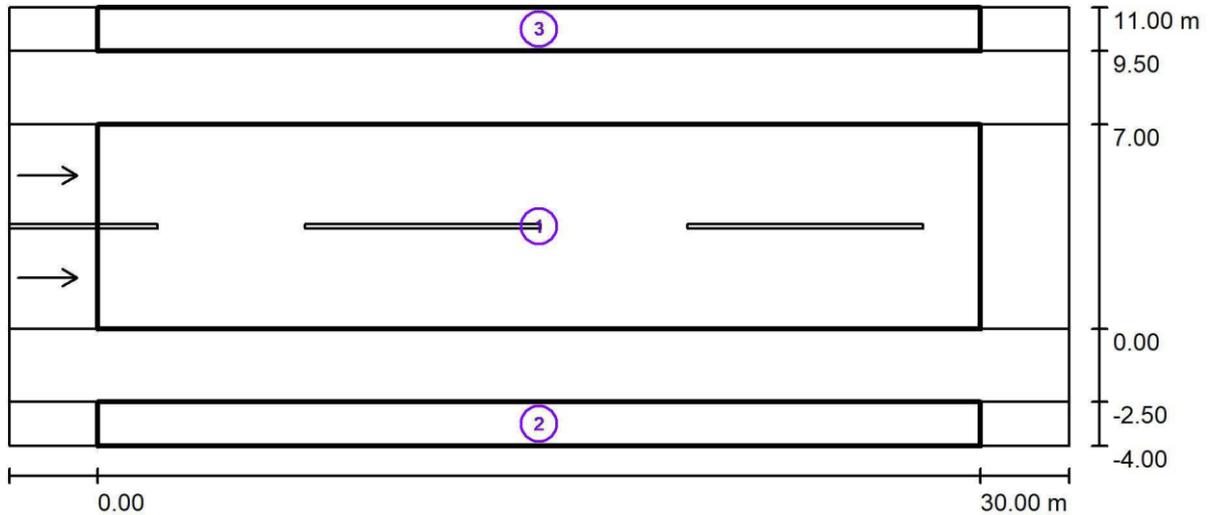
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 7.000 m
 Trama: 10 x 6 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a

(Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]	SR
Valores reales según cálculo:	1.56	0.86	0.90	10	0.72
Valores de consigna según clase:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

Teléfono

Fax

e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Resultados luminotécnicos

Lista del recuadro de evaluación

2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.

Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	10.97	0.94
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓

3 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2

Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.

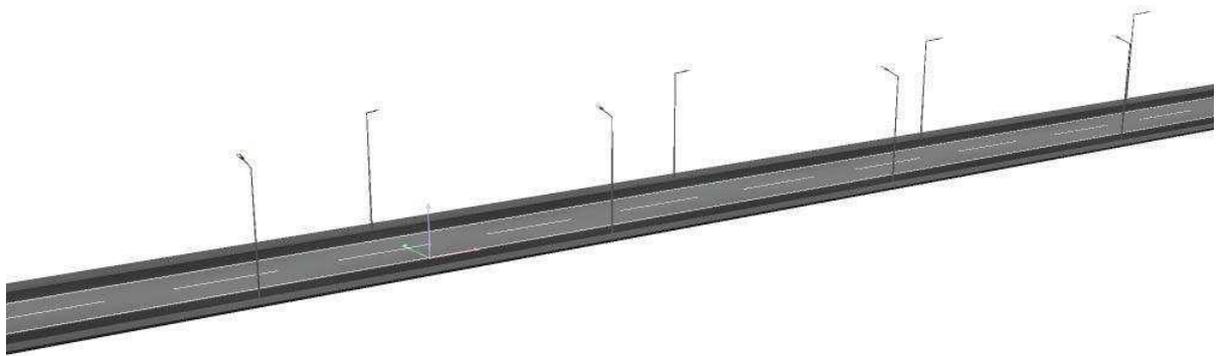
Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	10.97	0.94
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

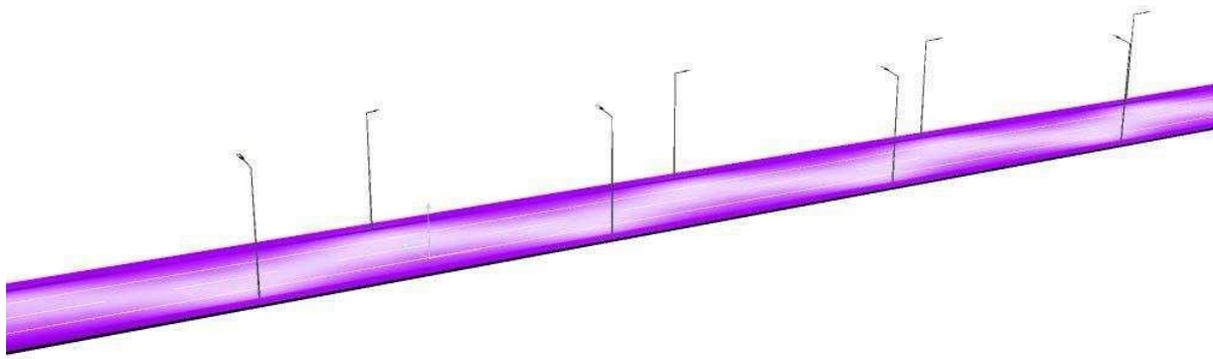
Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Rendering (procesado) de colores falsos

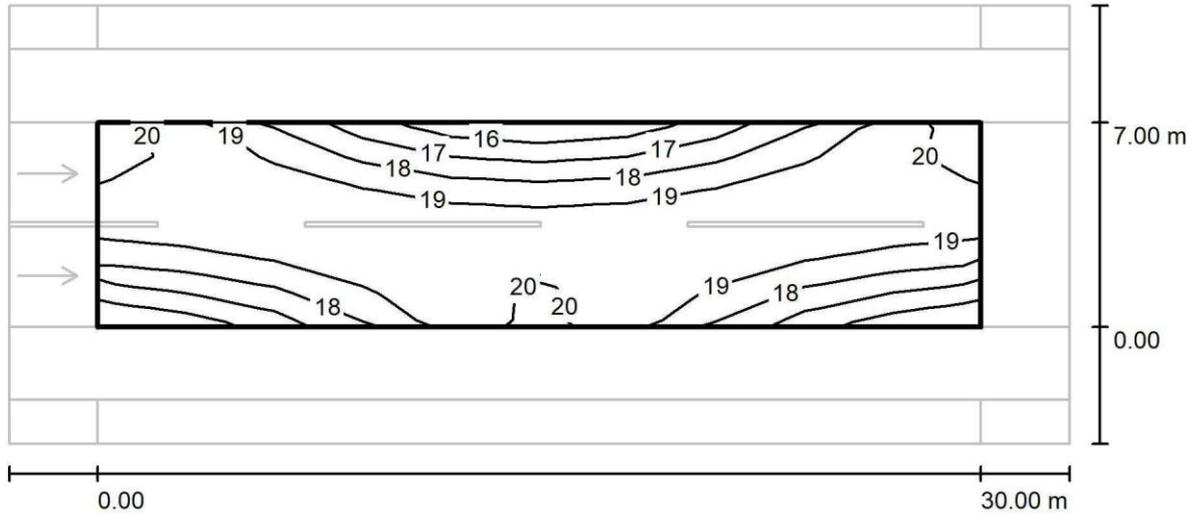


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

**Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Recuadro de evaluación Calzada 1 /
 Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 258

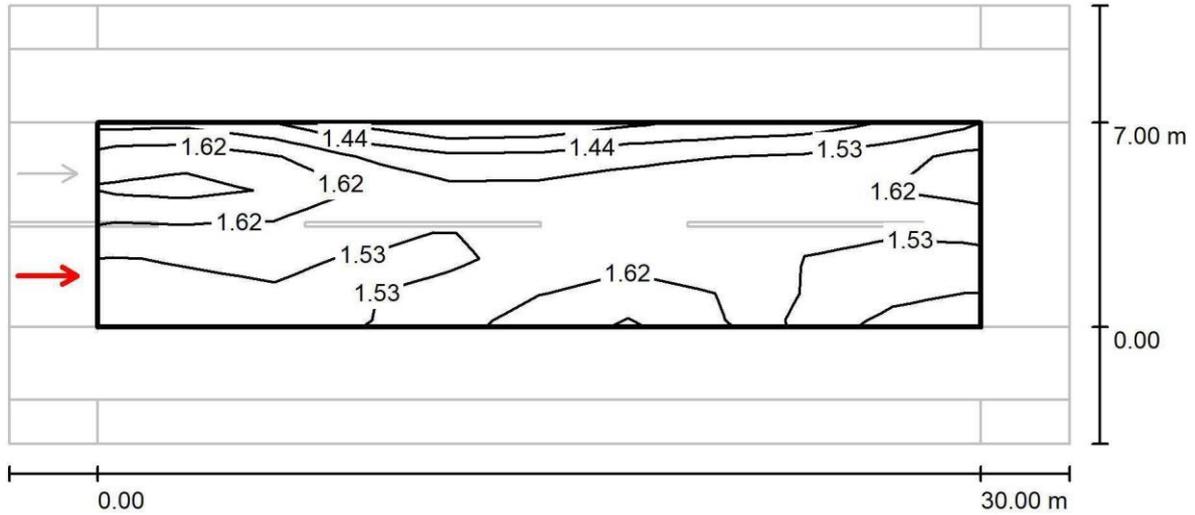
Trama: 10 x 6 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
19	16	20	0.841	0.784



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

Trama: 10 x 6 Puntos

Posición del observador: (-60.000 m, 1.750 m, 1.500 m)

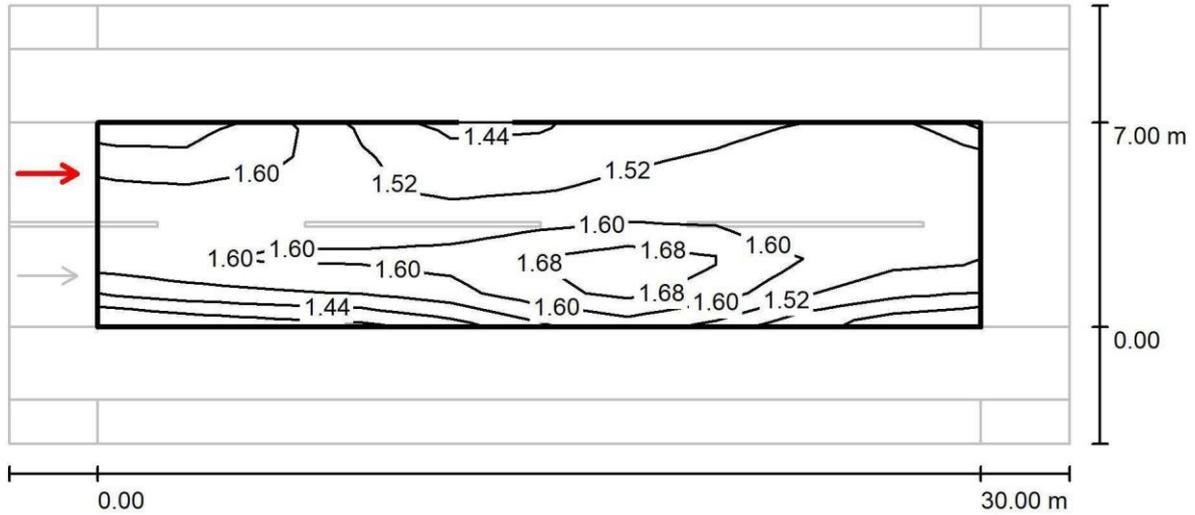
Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.56	0.86	0.90	10
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 2 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

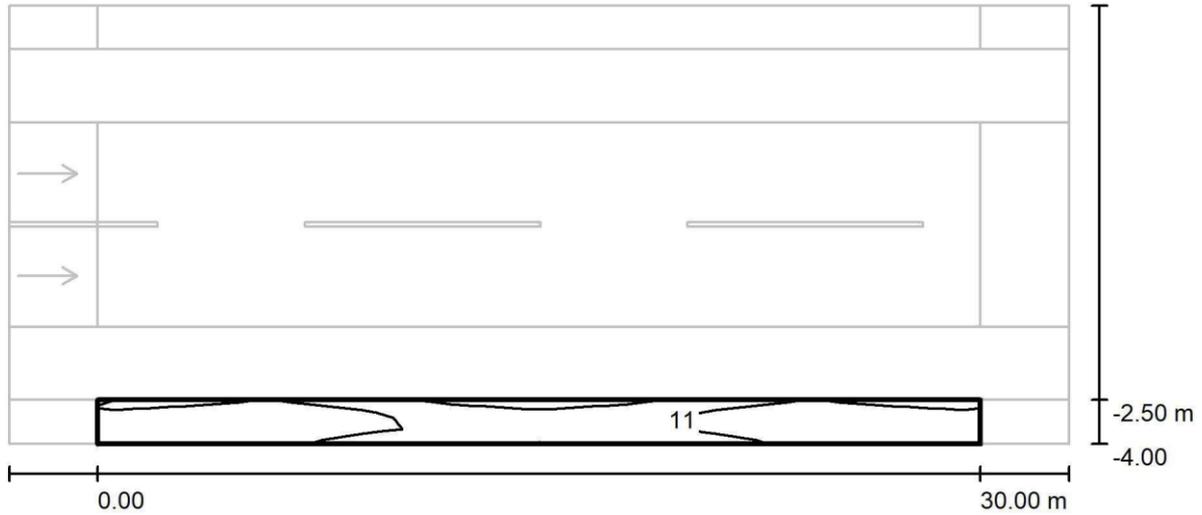
Trama: 10 x 6 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 5.250 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.56	0.87	0.90	10
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial Tipo 15m Doble Dirección (Calle 1) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1/ Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
11	10	12	0.942	0.847



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

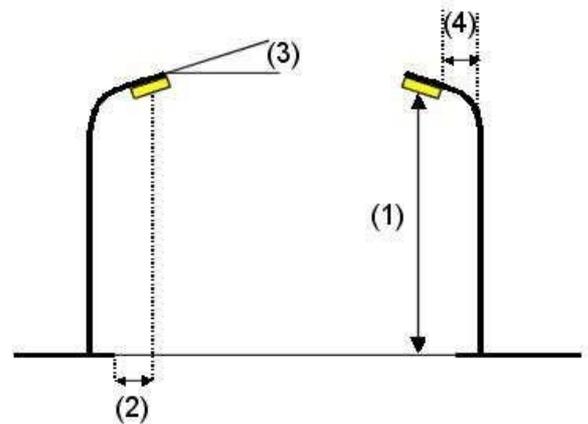
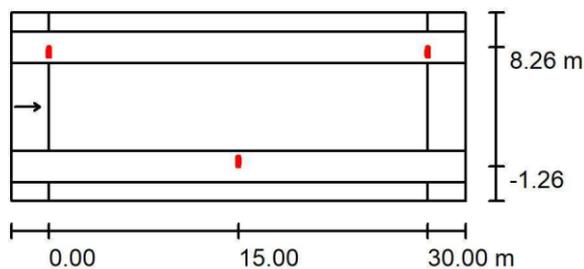
Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Datos de planificación

Perfil de la vía pública

Camino peatonal 2	(Anchura: 1.500 m)
Carril de estacionamiento 2	(Anchura: 2.500 m)
Calzada 1	(Anchura: 7.000 m, Cantidad de carriles de tránsito: 1, Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070)
Carril de estacionamiento 1	(Anchura: 2.500 m)
Camino peatonal 1	(Anchura: 1.500 m)

Factor mantenimiento: 0.57

Disposiciones de las luminarias



Luminaria:	SCHREDER AXIA 2.2 / 5187 / 48 LEDs 730mA NW 740 109W // 384882
Flujo luminoso (Luminaria):	14308 lm
Flujo luminoso (Lámparas):	15785 lm
Potencia de las luminarias:	109.0 W
Organización:	bilateral desplazado
Distancia entre mástiles:	30.000 m
Altura de montaje (1):	10.000 m
Altura del punto de luz:	10.098 m
Saliente sobre la calzada (2):	-0.650 m
Inclinación del brazo (3):	10.0 °
Longitud del brazo (4):	1.310 m

Valores máximos de la intensidad lumínica
con 70°: 527 cd/klm
con 80°: 598 cd/klm
con 90°: 16 cd/klm

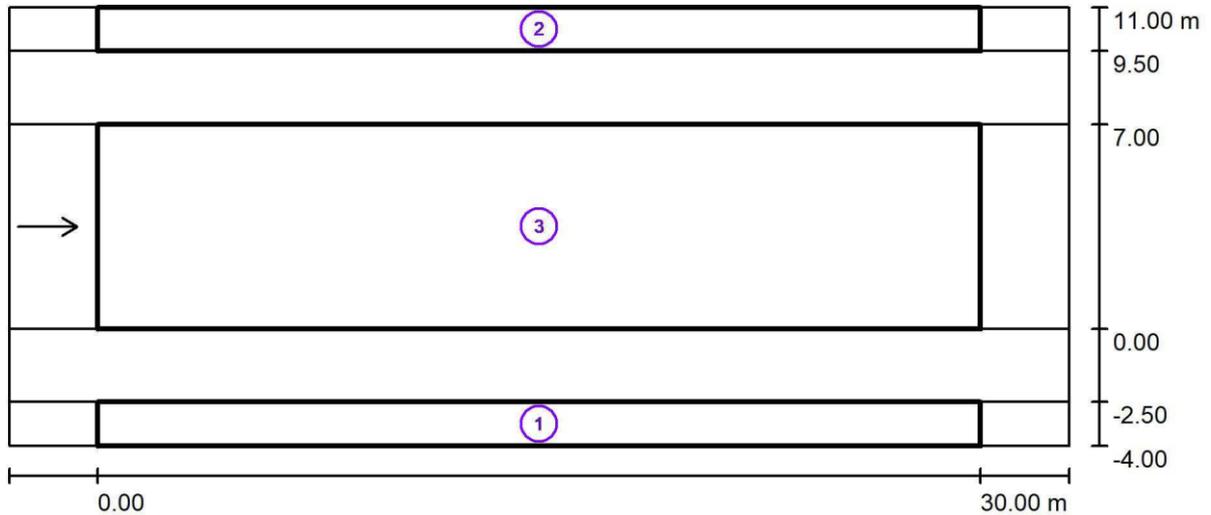
Respectivamente en todas las direcciones que forman los ángulos especificados con las verticales inferiores (con luminarias instaladas aptas para el funcionamiento).

La disposición cumple con la clase del índice de deslumbramiento D.0.



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.57

Escala 1:258

Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Camino peatonal 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 1.
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

	E_m [lx]	U0
Valores reales según cálculo:	13.01	0.89
Valores de consigna según clase:	≥ 7.50	≥ 0.40
Cumplido/No cumplido:	✓	✓



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Resultados luminotécnicos

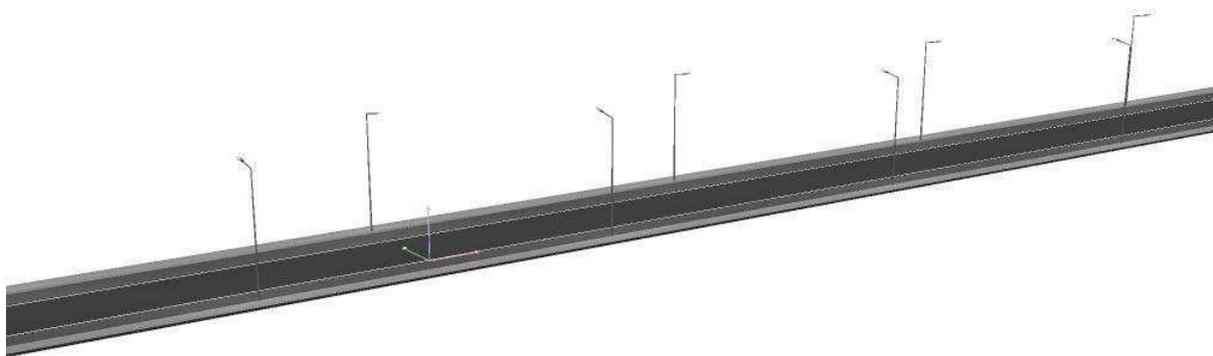
Lista del recuadro de evaluación

- 2 Recuadro de evaluación Camino peatonal 2
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 1.500 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Camino peatonal 2.
 Clase de iluminación seleccionada: CE5 (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- | | | |
|----------------------------------|-------------|-------------|
| Valores reales según cálculo: | E_m [lx] | U0 |
| Valores de consigna según clase: | 13.01 | 0.89 |
| Cumplido/No cumplido: | ≥ 7.50 | ≥ 0.40 |
| | ✓ | ✓ |
-
- 3 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 30.000 m, Anchura: 7.000 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070
 Clase de iluminación seleccionada: ME4a (Se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
- | | | | | | |
|----------------------------------|----------------------------|-------------|-------------|-----------|-------------|
| Valores reales según cálculo: | L_m [cd/m ²] | U0 | UI | TI [%] | SR |
| Valores de consigna según clase: | 1.66 | 0.93 | 0.97 | 10 | 0.81 |
| Cumplido/No cumplido: | ≥ 0.75 | ≥ 0.40 | ≥ 0.60 | ≤ 15 | ≥ 0.50 |
| | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

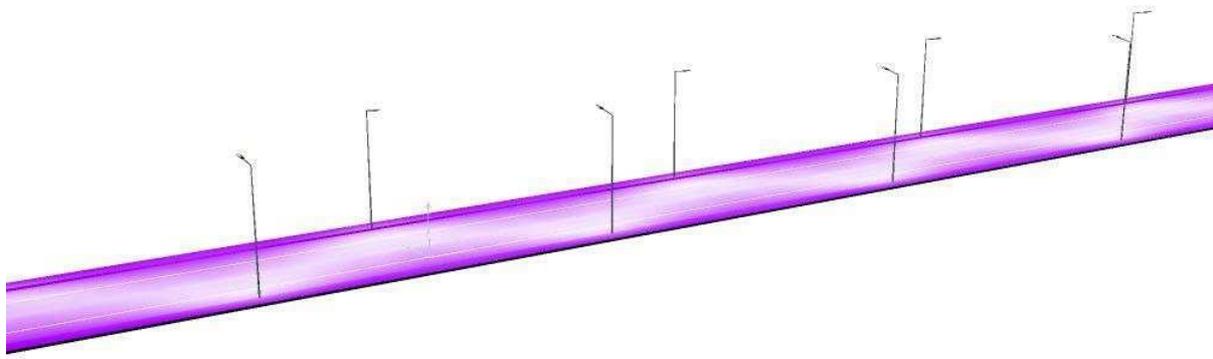
Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Rendering (procesado) de colores falsos

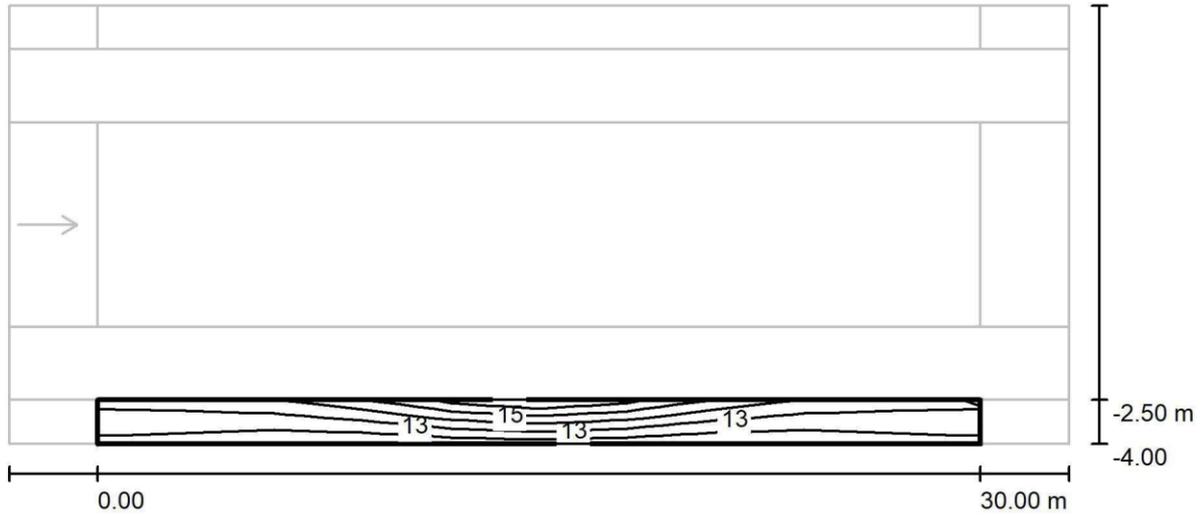


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Recuadro de evaluación Camino peatonal 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

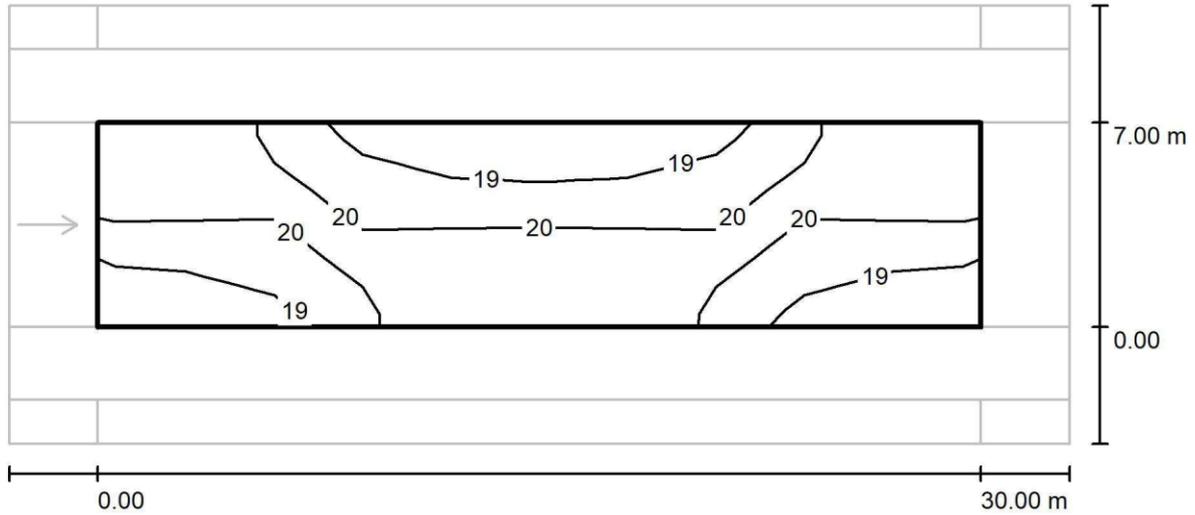
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
13	12	16	0.888	0.715



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 258

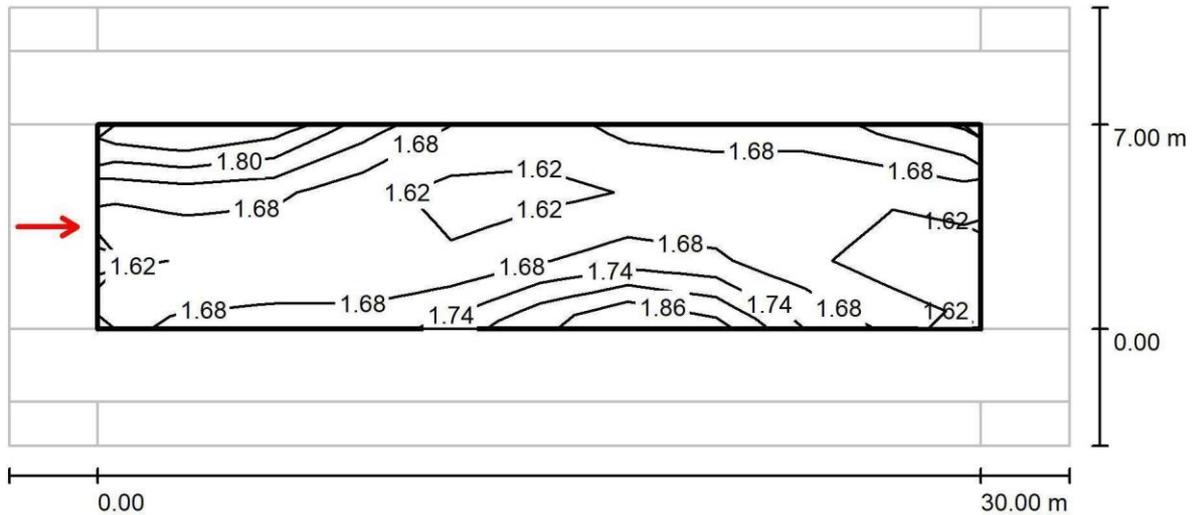
Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	18	21	0.916	0.875



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Vial 15m Doble Dirección (Camino del Barranquet) / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Observador 1 / Isolíneas (L)



Valores en Candela/m², Escala 1 : 258

Trama: 10 x 3 Puntos
 Posición del observador: (-60.000 m, 3.500 m, 1.500 m)
 Revestimiento de la calzada: R3, q0: 0.070

	L_m [cd/m ²]	U0	UI	TI [%]
Valores reales según cálculo:	1.66	0.93	0.97	10
Valores de consigna según clase ME4a:	≥ 0.75	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15
Cumplido/No cumplido:	✓	✓	✓	✓

Zonas Verdes

Contacto:
N° de encargo:
Empresa:
N° de cliente:

Fecha: 13.07.2020
Proyecto elaborado por: Ernesto Ros Rausell

Índice

Zonas Verdes	
Portada del proyecto	1
Índice	2
Lista de luminarias	3
SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical...	
Hoja de datos de luminarias	4
Diagrama de densidad lumínica	5
Hoja de datos CDL	6
Zona Verde 1	
Datos de planificación	7
Luminarias (ubicación)	8
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	9
Rendering (procesado) en 3D	10
Rendering (procesado) de colores falsos	11
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Zona Verde 1	
Superficie 1	
Isolíneas (E)	12
Superficie de cálculo 2	
Isolíneas (E, perpendicular)	13
Gráfico de valores (E, perpendicular)	14
Zona Verde 2	
Datos de planificación	15
Luminarias (ubicación)	16
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	17
Rendering (procesado) en 3D	18
Rendering (procesado) de colores falsos	19
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Zona Verde 2	
Zona verde 2	
Isolíneas (E)	20
Superficie de cálculo 1	
Isolíneas (E, perpendicular)	21
Gráfico de valores (E, perpendicular)	22
Zona Verde 3	
Datos de planificación	23
Luminarias (ubicación)	24
Superficie de cálculo (sumario de resultados)	25
Rendering (procesado) en 3D	26
Rendering (procesado) de colores falsos	27
Superficies exteriores	
Elemento del suelo Zona Verde 3	
Zona verde 3	
Isolíneas (E)	28
Superficie de cálculo 1	
Isolíneas (E, perpendicular)	29
Gráfico de valores (E, perpendicular)	30



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

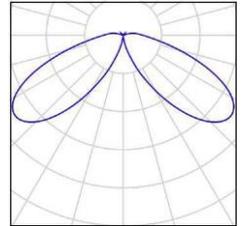
Teléfono

Fax

e-Mail

Zonas Verdes / Lista de luminarias

72 Pieza SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs
500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941
Nº de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 4621 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 6866 lm
Potencia de las luminarias: 46.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 95
Código CIE Flux: 19 60 89 95 67
Lámpara: 1 x 28 LEDs 500mA NW 740 (Factor
de corrección 1.000).



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell

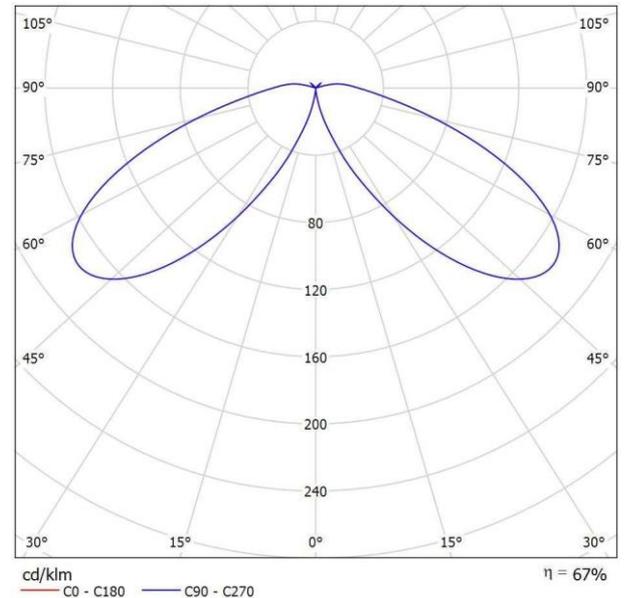
Teléfono

Fax

e-Mail

SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 95
Código CIE Flux: 19 60 89 95 67

CONCEPT

- Glare-free indirect lighting solution with a modern design for various urban landscapes

Indirect LED lighting solution for a convivial ambiance The Calla LED incorporates an indirect lighting photometric engine designed to light residential neighbourhoods, parks, urban centres and more. This elegant and organic luminaire ensures a distinctive presence in the public space, both by day and by night. The indirect mirror system consists of a reflector working in combination with the LED photometric engine. This concept guarantees glare-free ambient lighting. The Calla LED is particularly designed for stylish, decorative lighting when performance, aesthetic and light pollution factors are important criteria.

HOUSING & FINISH

- Body made of die-cast aluminium, powder coated
- Canopy made of aluminium
- Protector made of UV and impact resistant clear glass
- Canopy catch for quick, tool free opening
- Colour: RAL 9006s white or other colors on request

INSTALLATION

- Post-top mounting : Slip-over mounting onto a vertical mast with a76mm diameter with 60mm spigot
- Delivered pre-wired (5m length)

OPTICAL UNIT

- Indirect mirror system with 208 free formed surfaces
- FutureProof: the LED engine and/or electronic assembly unit can be replaced on-site
- Symmetric and asymmetric photometric distributions
- CRI > 70
- ULOR < 3.2%

LED lumen depreciation

- Lifetime residual flux @ Tq=25°C @ 100,000h: 350mA & 500mA: 90%;

ELECTRICAL

- Class II
- Replaceable driver
- Input voltage: 230V - 50
- Electronic driver with CLO (Constant Light Output)
- Power factor > 90% at full load
- 10kV surge protection

STANDARDS & CERTIFICATIONS

Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

- CE
- LM79-80
- ROHS
- All measurements in ISO17025 accredited laboratory

OPTIONS

- Custom Light Output (CLO), custom dimming profile, Bi-power,
- OWLET remote management,
- Optional gold coloured reflector - 3150K
- Motion Detection

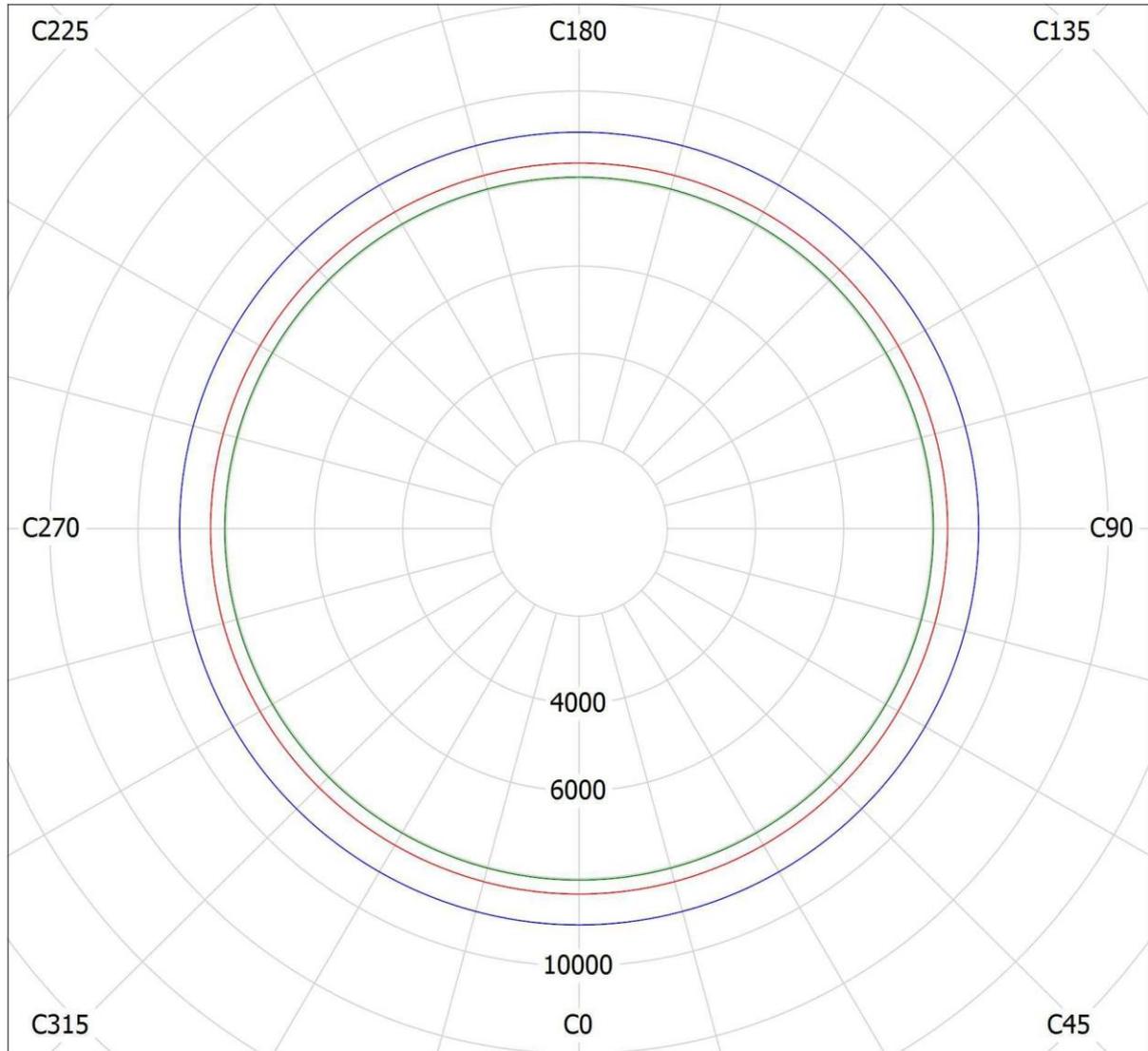
DIALux 4.13 by DIAL GmbH



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941 / Diagrama de densidad lumínica

Luminaria: SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941
Lámparas: 1 x 28 LEDs 500mA NW 740



cd/m²
— g = 55.0° — g = 65.0° — g = 75.0°

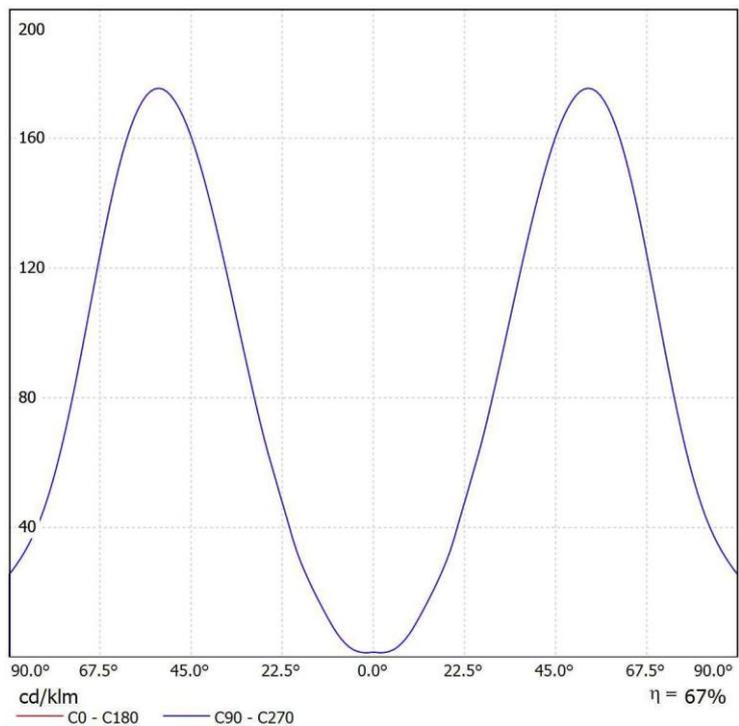
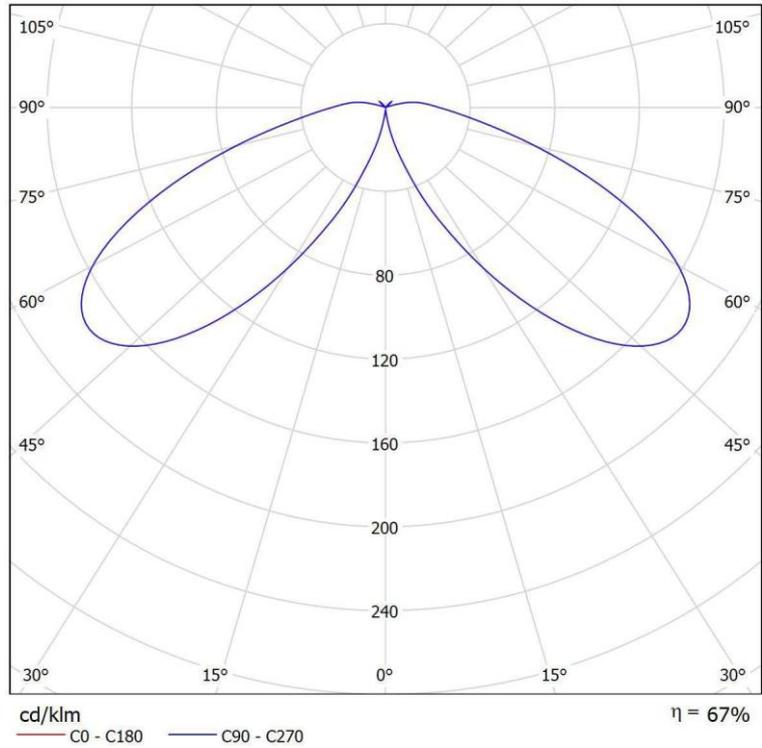


Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941 / Hoja de datos CDL

Luminaria: SCHREDER CALLA
LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW
740 46W / Symmetrical / 336941

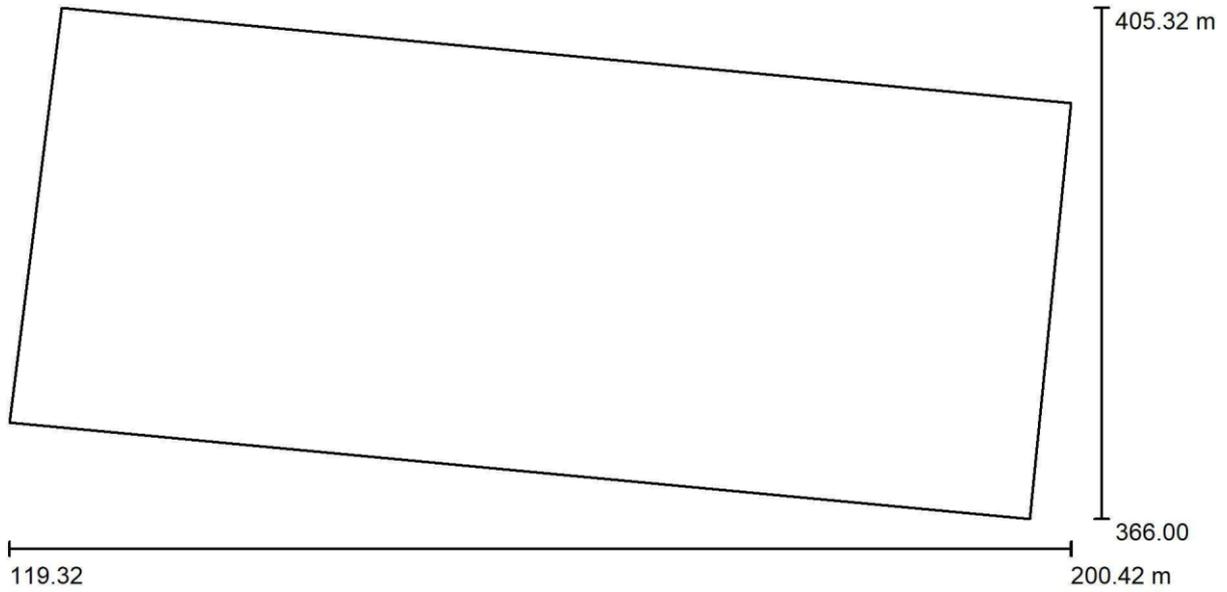
Lámparas: 1 x 28 LEDs 500mA NW
740





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 1 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 5.0%

Escala 1:580

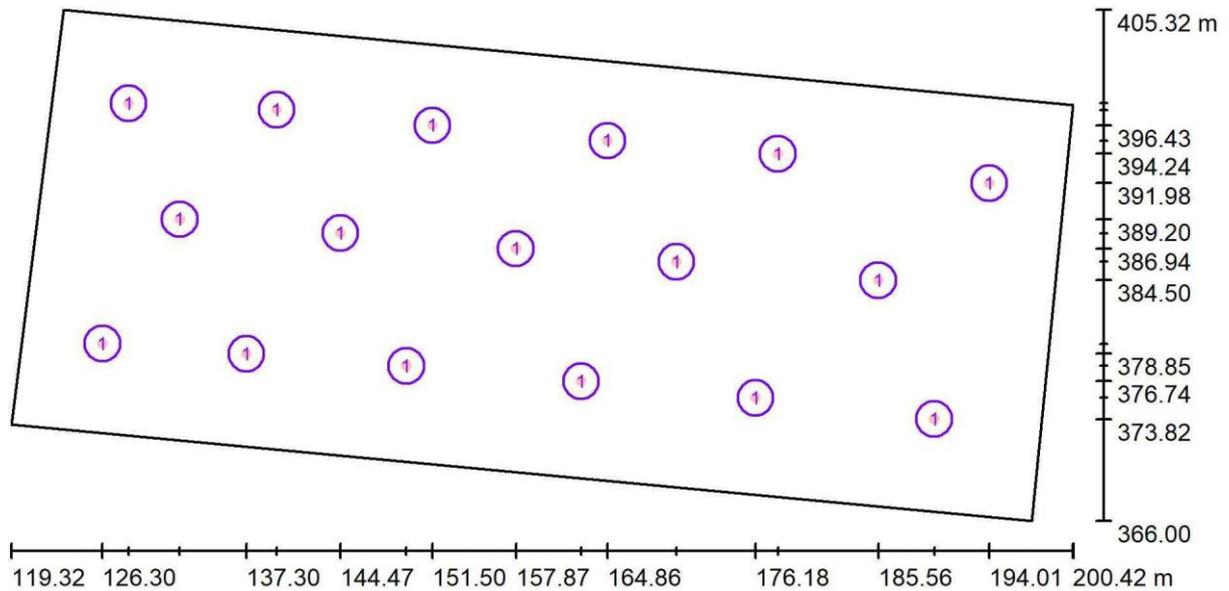
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	17	SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941 (1.000)	4621	6866	46.0
Total:			78561	Total: 116722	782.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 1 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 580

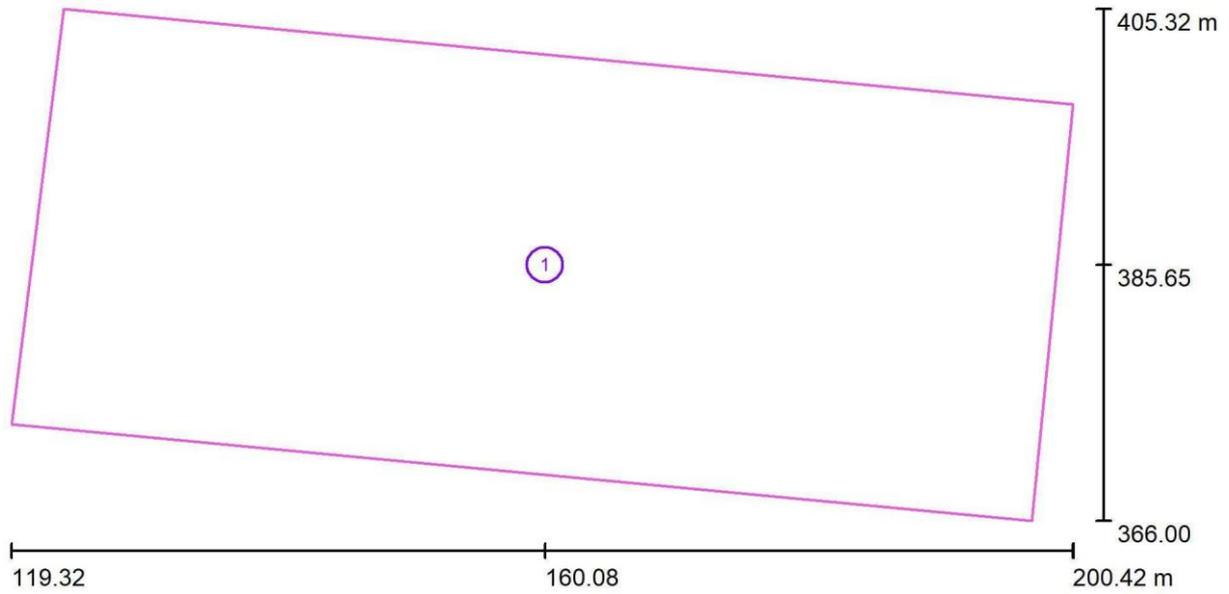
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	17	SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 1 / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 580

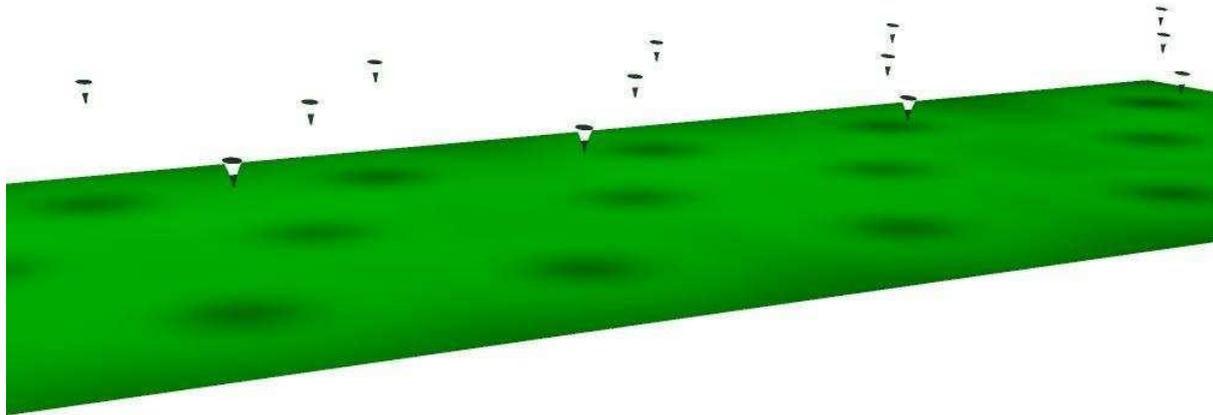
Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo 2	perpendicular	128 x 128	21	2.11	35	0.102	0.061



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

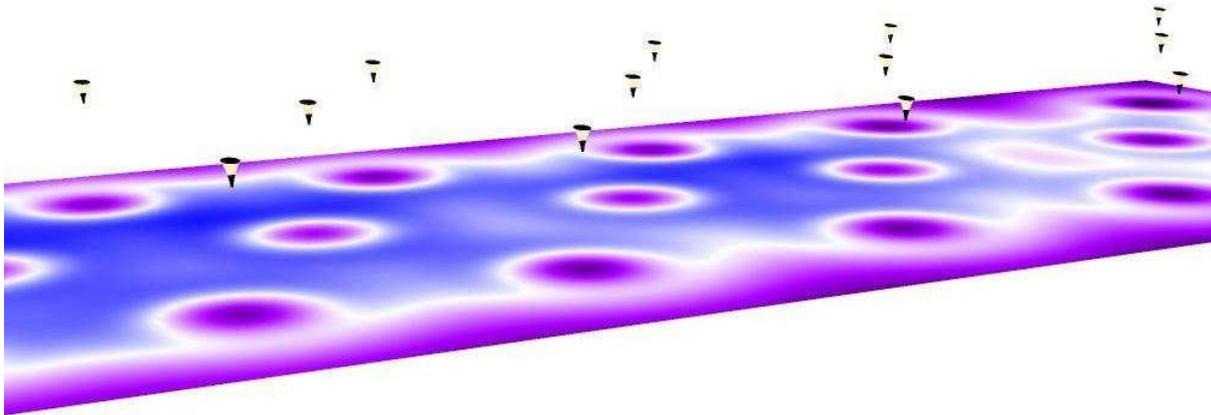
Zona Verde 1 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Verde 1 / Rendering (procesado) de colores falsos

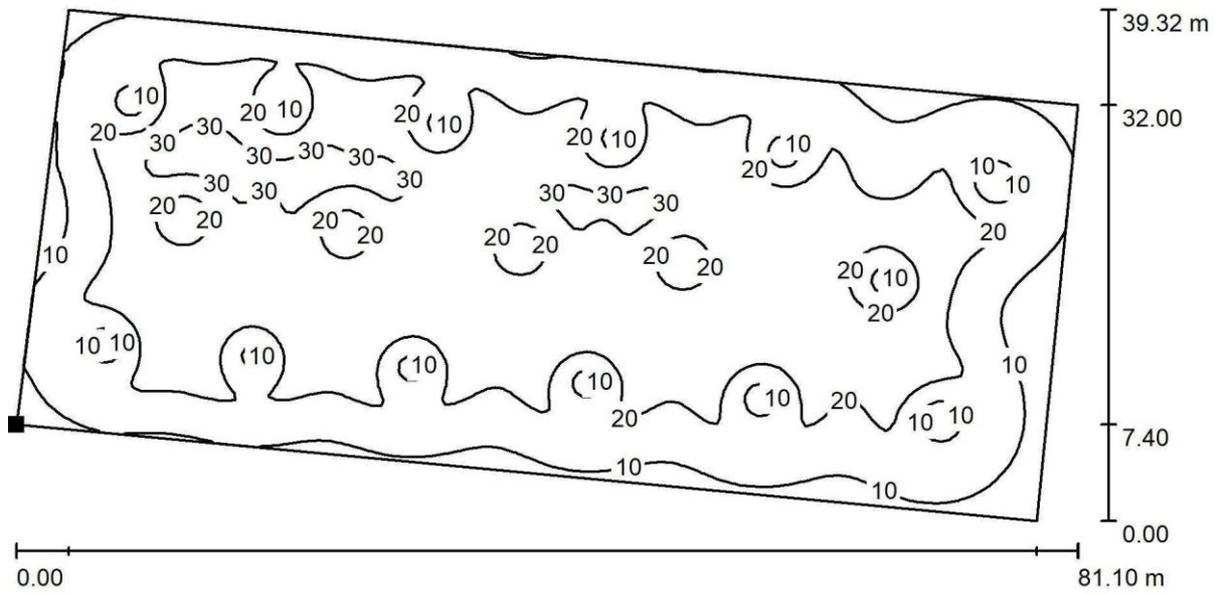


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



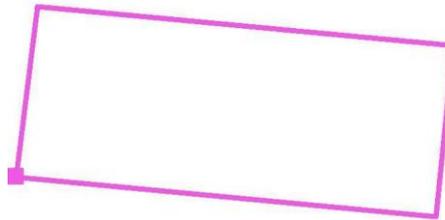
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 1 / Elemento del suelo Zona Verde 1 / Superficie 1 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 580

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (119.319 m, 373.404 m, 0.000 m)



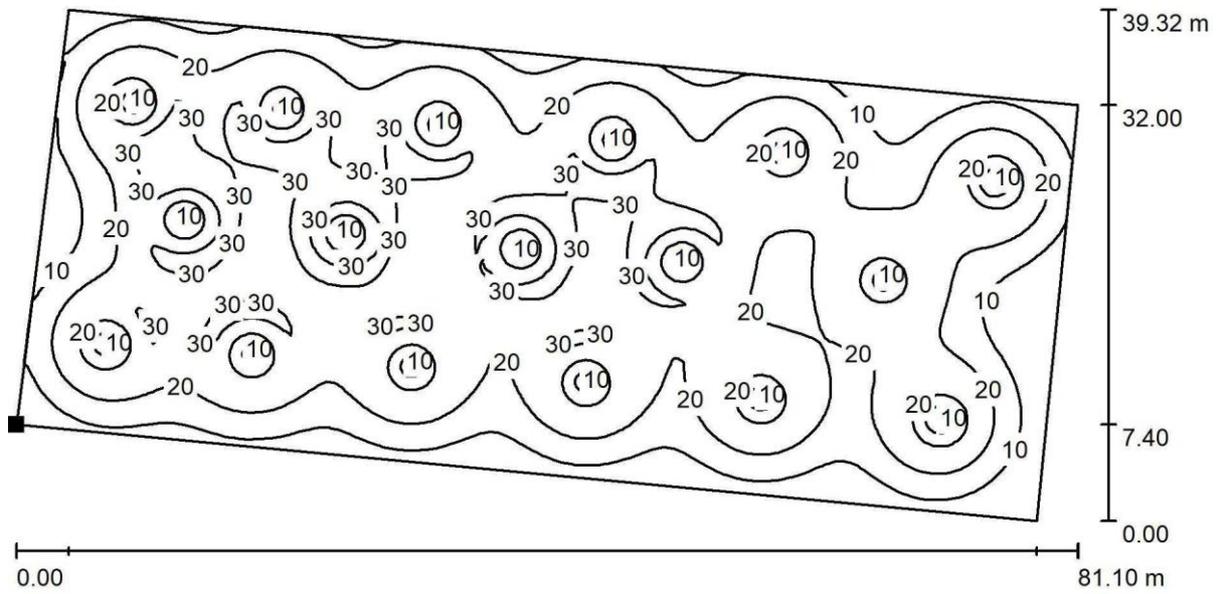
Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	2.89	32	0.147	0.090



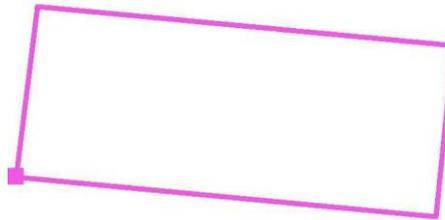
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 1 / Superficie de cálculo 2 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 580

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (119.319 m, 373.404 m, 0.850 m)



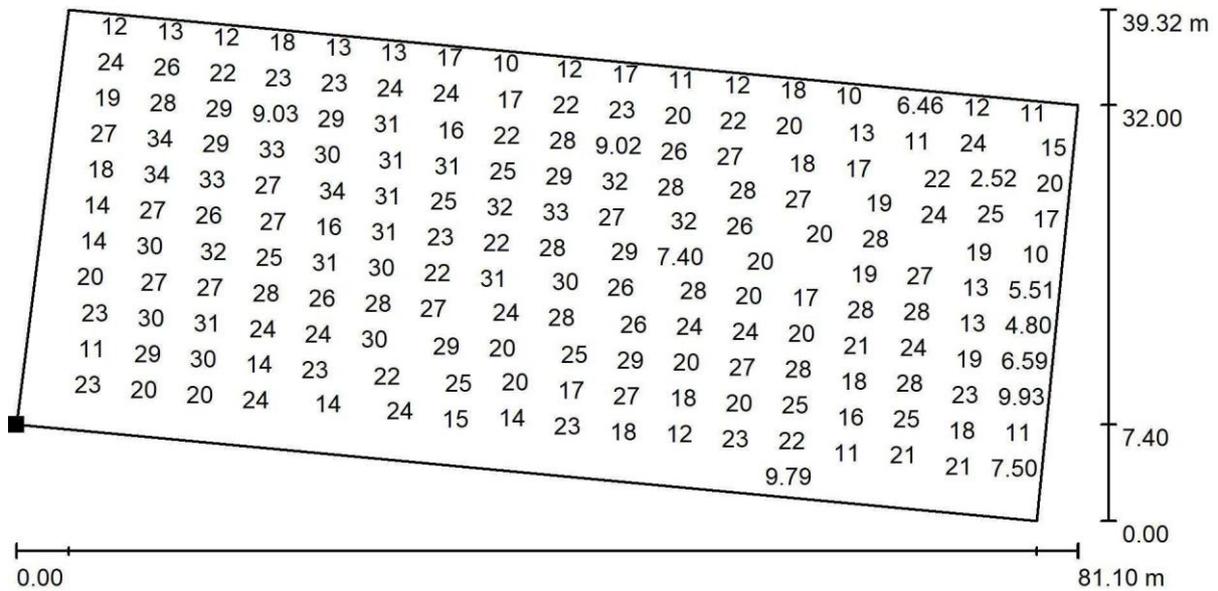
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
21	2.11	35	0.102	0.061



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 1 / Superficie de cálculo 2 / Gráfico de valores (E, perpendicular)

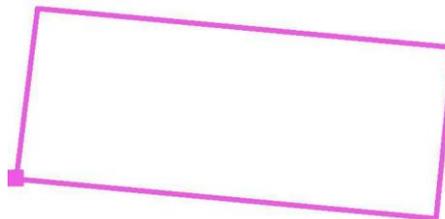


Valores en Lux, Escala 1 : 580

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado:
 (119.319 m, 373.404 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
21

E_{min} [lx]
2.11

E_{max} [lx]
35

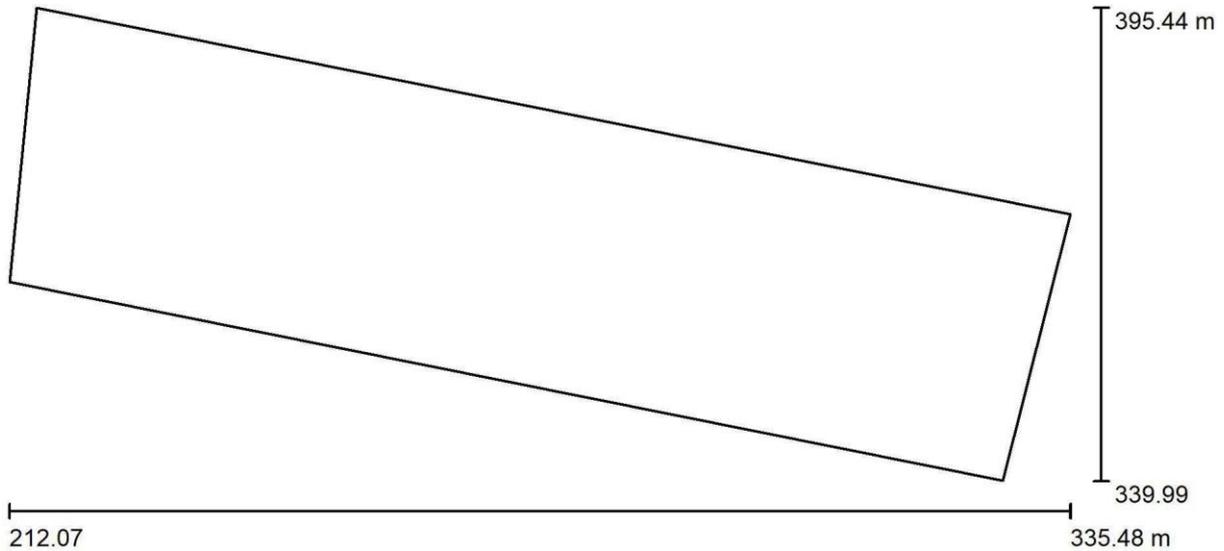
E_{min} / E_m
0.102

E_{min} / E_{max}
0.061



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 2 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 5.0%

Escala 1:883

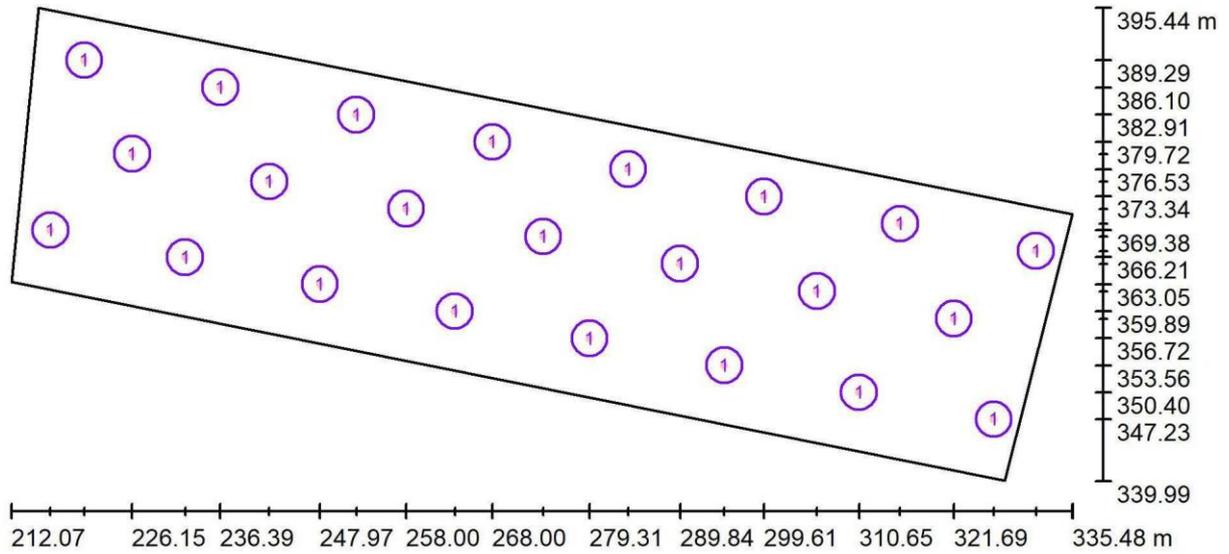
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	23	SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941 (1.000)	4621	6866	46.0
Total:			106289	Total: 157918	1058.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 2 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 883

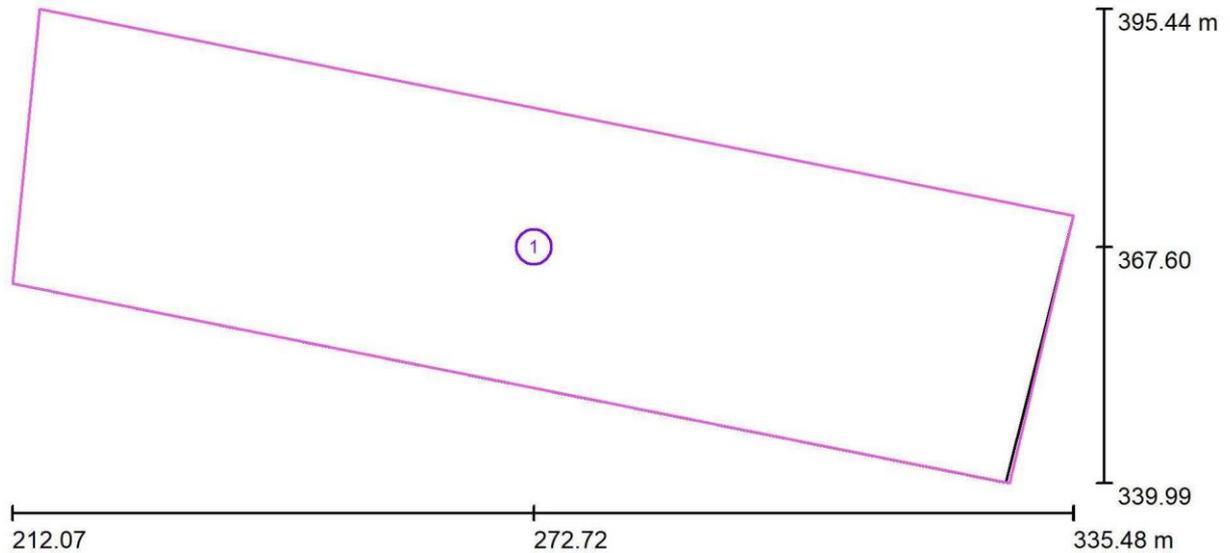
Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación
1	23	SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 2 / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 883

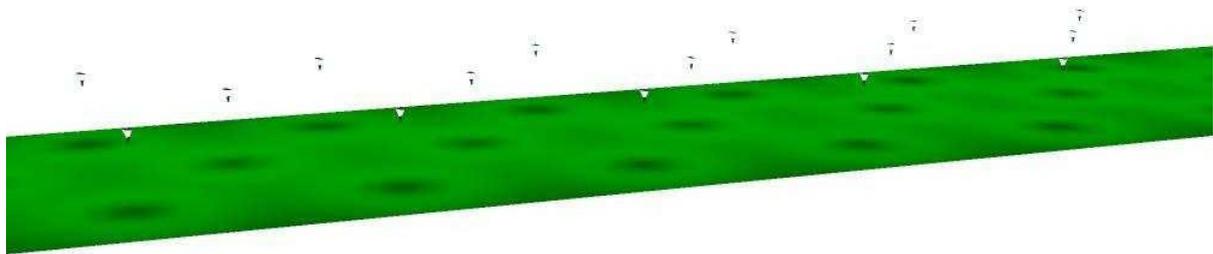
Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo 1	perpendicular	128 x 128	18	1.82	28	0.103	0.065



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

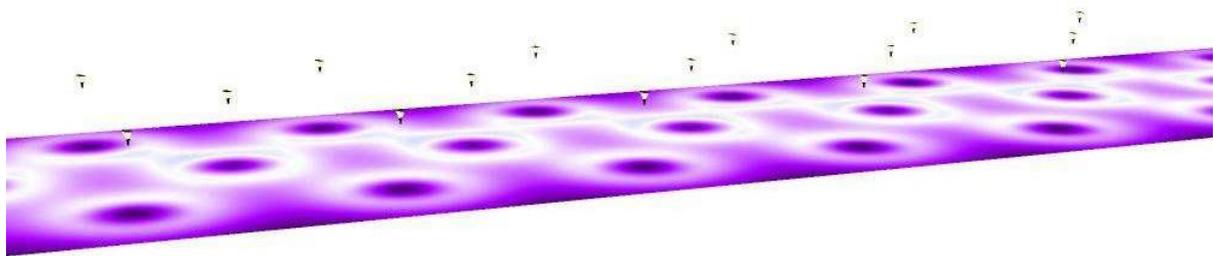
Zona Verde 2 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Verde 2 / Rendering (procesado) de colores falsos

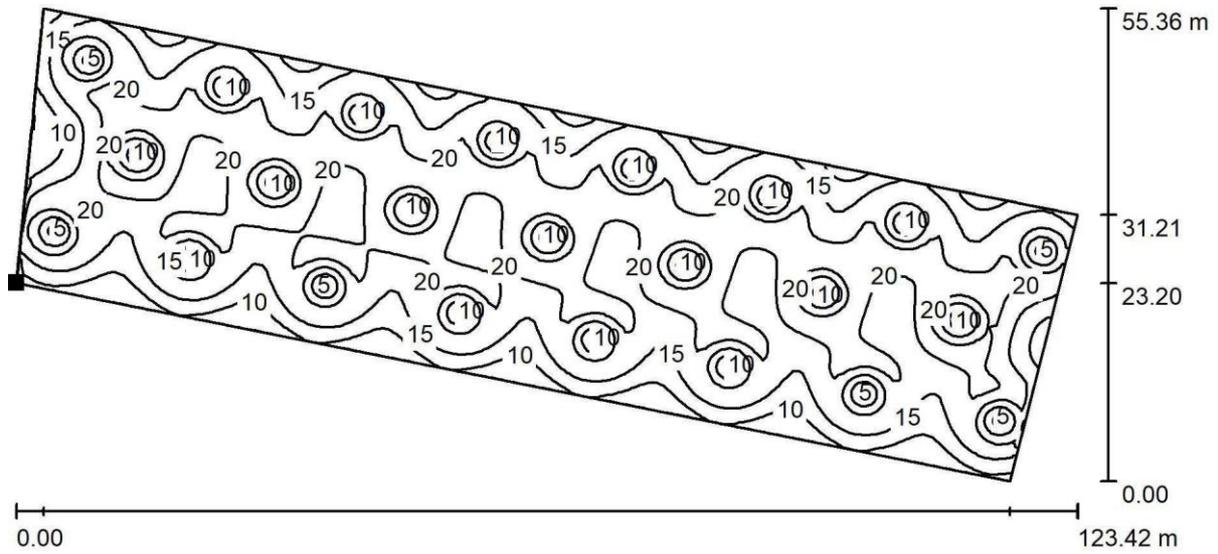


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



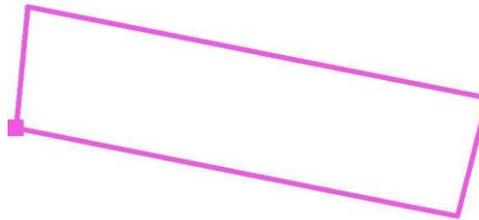
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 2 / Elemento del suelo Zona Verde 2 / Zona verde 2 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 883

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (212.067 m, 363.284 m, 0.000 m)



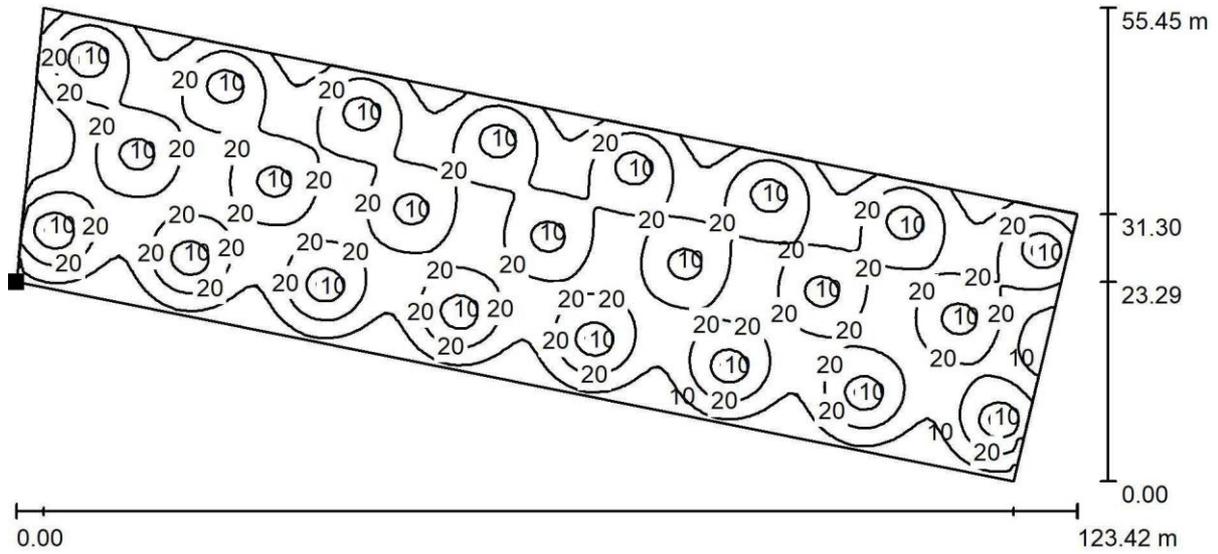
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
17	2.23	24	0.134	0.095



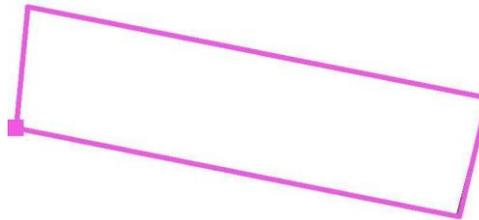
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 2 / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 883

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (212.067 m, 363.284 m, 0.850 m)



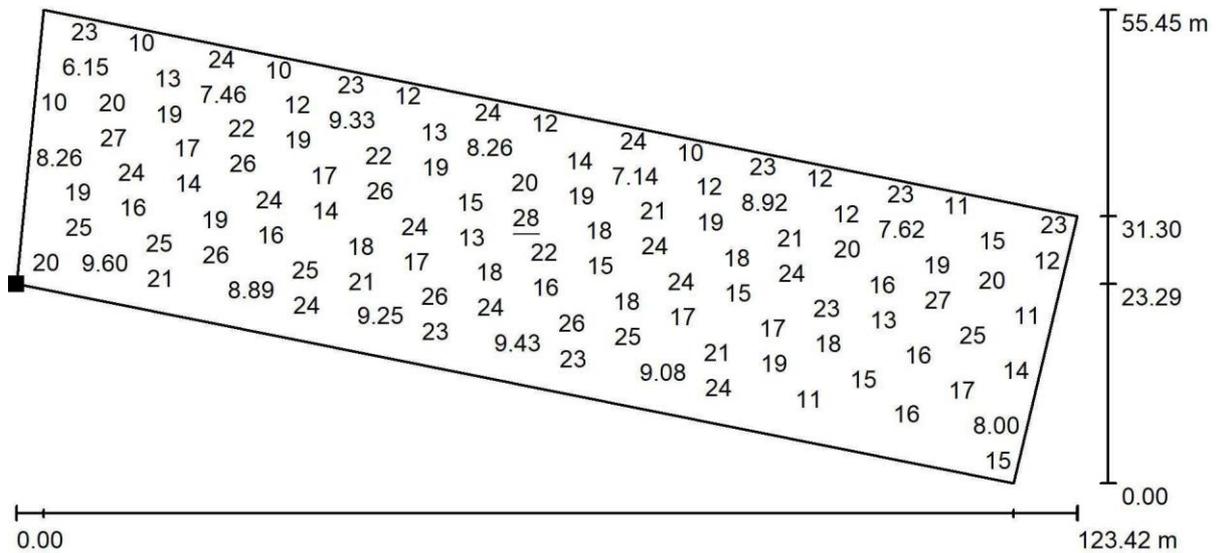
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
18	1.82	28	0.103	0.065



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 2 / Superficie de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 883

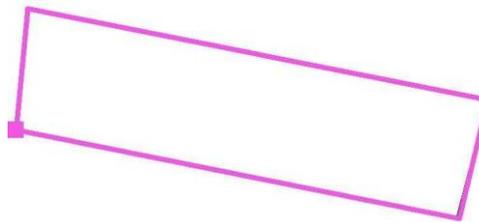
No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la

escena exterior:

Punto marcado:

(212.067 m, 363.284 m, 0.850 m)



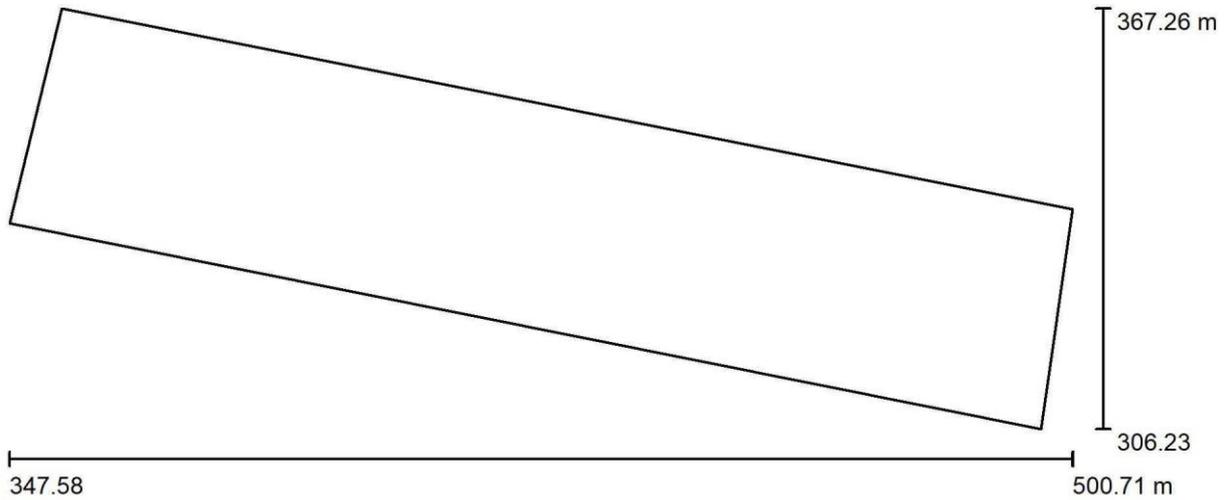
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
18	1.82	28	0.103	0.065



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 3 / Datos de planificación



Factor mantenimiento: 0.80, ULR (Upward Light Ratio): 5.0%

Escala 1:1095

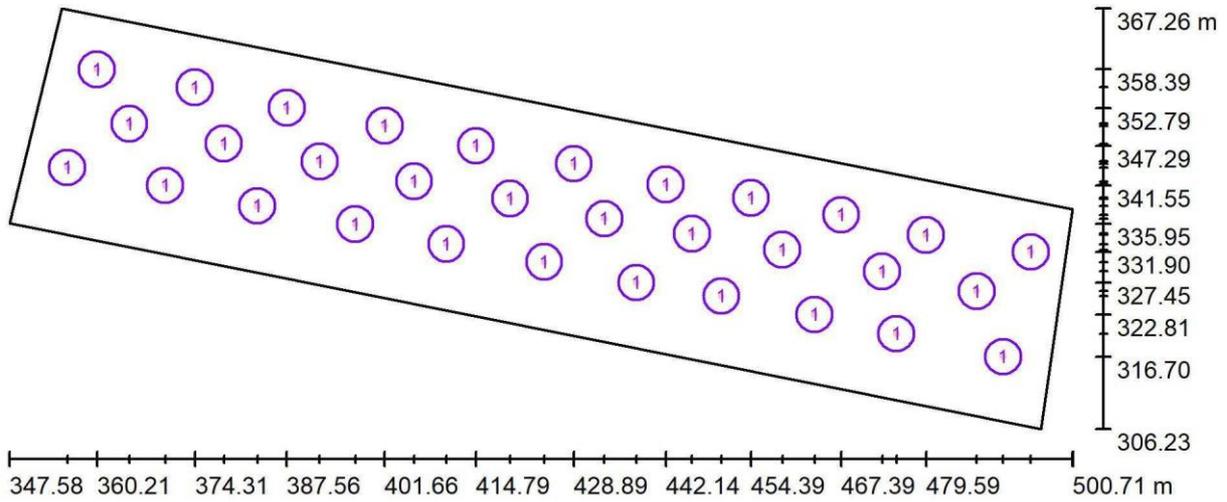
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	8 (Luminaria) [lm]	8 (Lámparas) [lm]	P [W]
1	32	SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941 (1.000)	4621	6866	46.0
Total:			147880	219712	1472.0



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 3 / Luminarias (ubicación)



Escala 1 : 1095

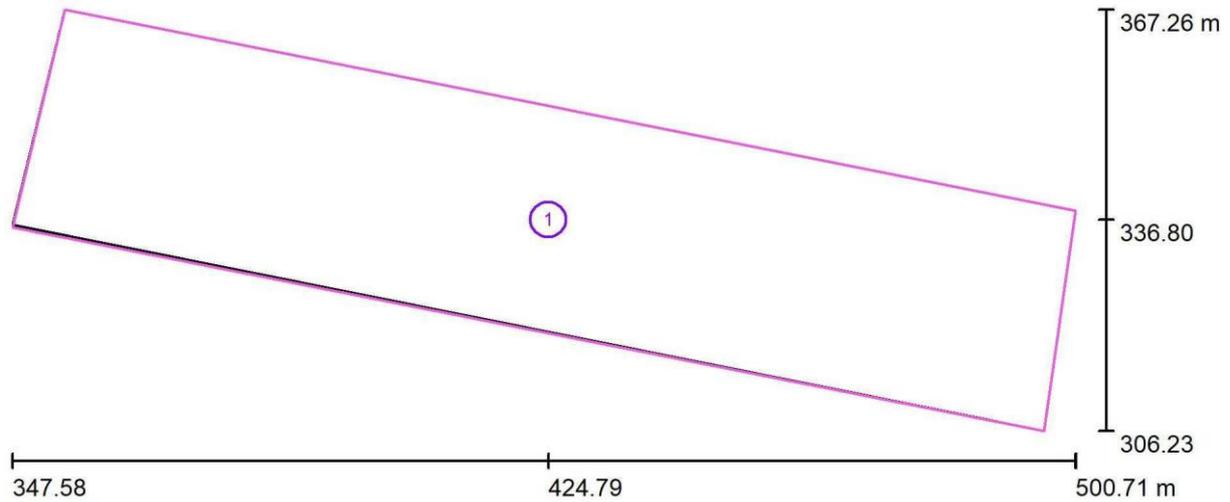
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación
1	32	SCHREDER CALLA LED / 2242 / 28 LEDs 500mA NW 740 46W / Symmetrical / 336941



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 3 / Superficie de cálculo (sumario de resultados)



Escala 1 : 1095

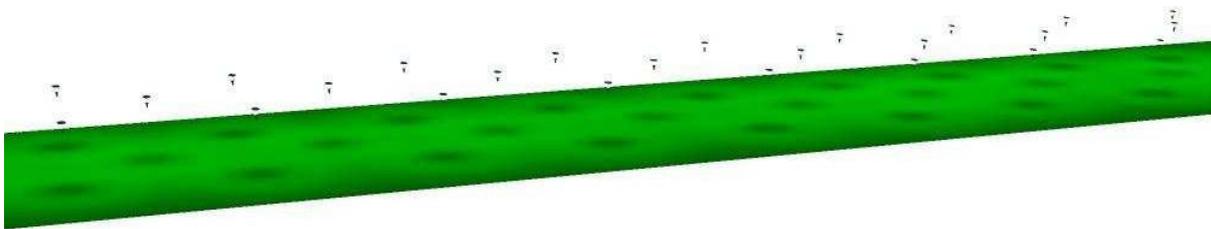
Lista de superficies de cálculo

Nº	Designación	Tipo	Trama	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
1	Superficie de cálculo 1	perpendicular	128 x 128	21	1.75	46	0.083	0.038



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

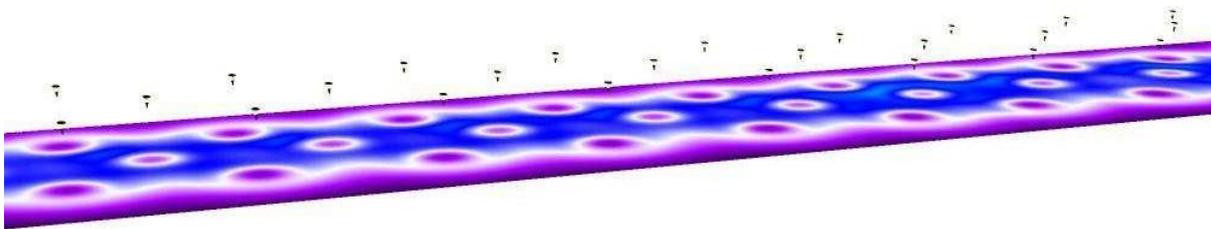
Zona Verde 3 / Rendering (procesado) en 3D





Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
Teléfono
Fax
e-Mail

Zona Verde 3 / Rendering (procesado) de colores falsos

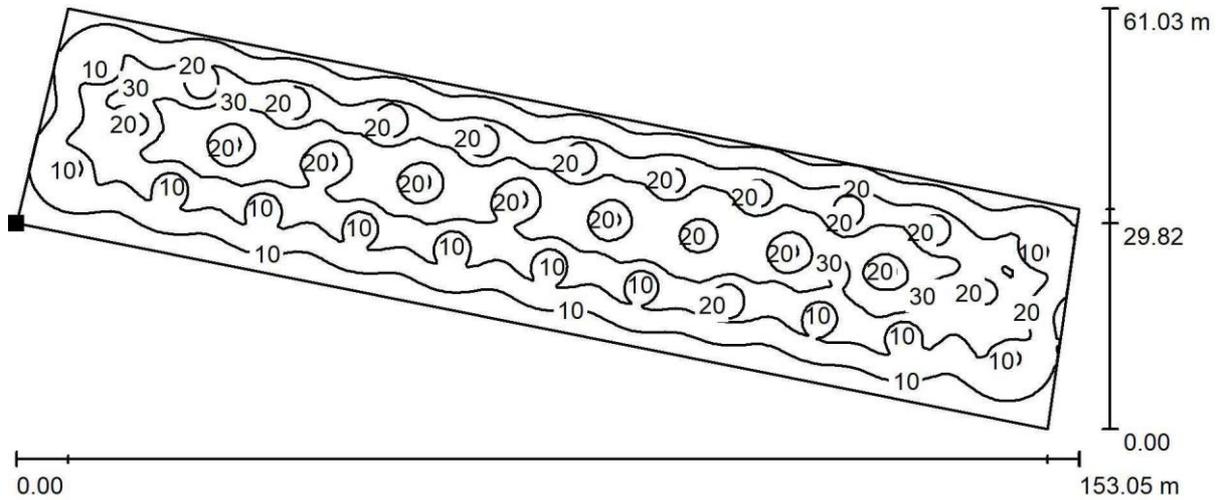


0 10.94 21.88 32.81 43.75 54.69 65.63 76.56 87.50 lx



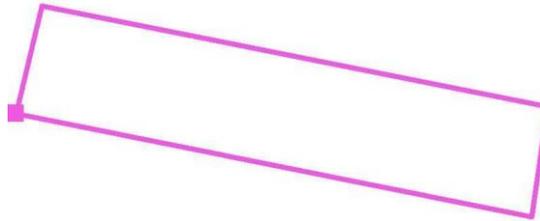
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 3 / Elemento del suelo Zona Verde 3 / Zona verde 3 / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 1095

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (347.658 m, 336.052 m, 0.000 m)



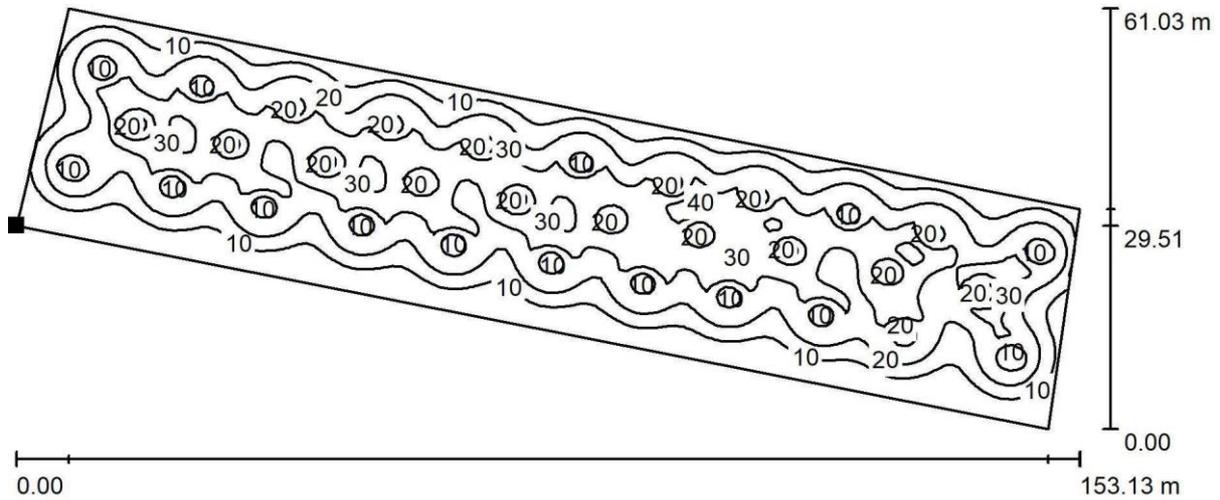
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
20	2.49	39	0.123	0.064



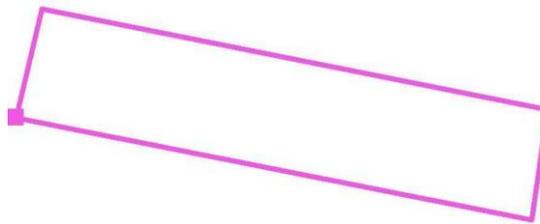
Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 3 / Superficie de cálculo 1 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 1095

Situación de la superficie en la
 escena exterior:
 Punto marcado:
 (347.583 m, 335.740 m, 0.850 m)



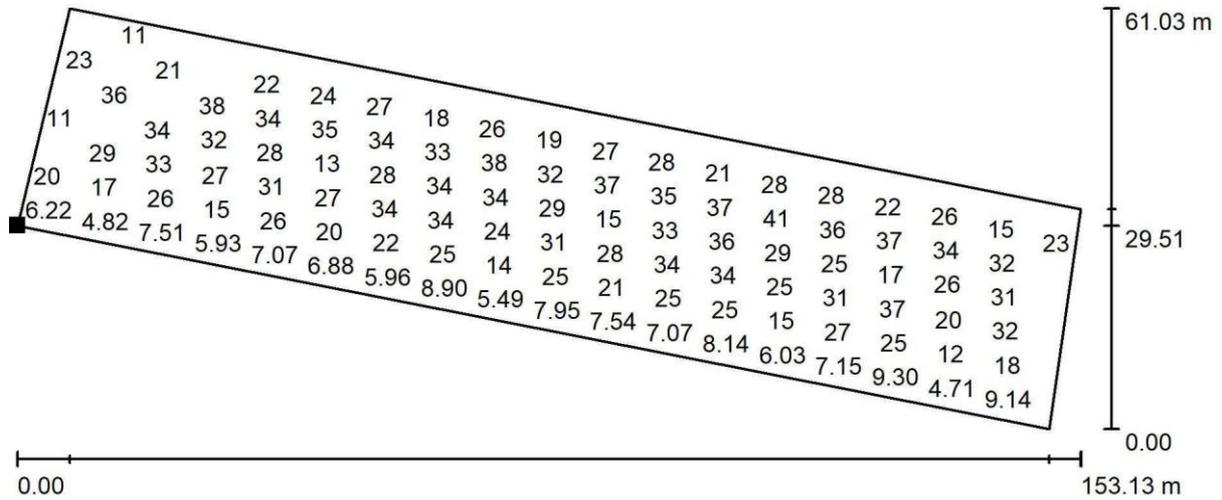
Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
21	1.75	46	0.083	0.038



Proyecto elaborado por Ernesto Ros Rausell
 Teléfono
 Fax
 e-Mail

Zona Verde 3 / Superficie de cálculo 1 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



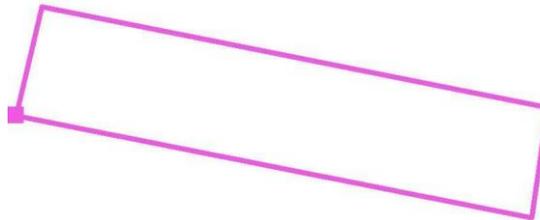
Valores en Lux, Escala 1 : 1095

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:

Punto marcado:

(347.583 m, 335.740 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
21

E_{min} [lx]
1.75

E_{max} [lx]
46

E_{min} / E_m
0.083

E_{min} / E_{max}
0.038

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

1	Distribución de las superficies.....	3
2	Distribución por manzana	3
3	Previsión de potencia	5
3.1	Potencia conocida de las parcelas de consumo	5
3.2	Potencia en base al REBT de las parcelas de consumo.....	6
3.3	Potencia Alumbrado	7
4	Características de los conductores	8
4.1	Distribución para las parcelas.....	8
4.2	Red de Alumbrado.....	9
5	Base de cálculo para la selección de los conductores	10
5.1	Parcelas de consumo	10
5.2	Alumbrado	11
5.3	C.d.t. Unitaria.....	11
5.3.1	Parcelas de consumo	11
5.3.2	Alumbrado	12
5.4	C.d.t. Porcentual.....	12
5.5	Intensidad máxima de servicio.....	13
5.5.1	Temperatura del terreno, distinta de 25°C.	17
5.5.2	Resistividad térmica del terreno, distinta de 1 K*m/W.....	18
5.5.3	Factores de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares.....	19
5.5.4	Profundidad de soterramiento.....	20
6	Previsión de potencia para cada CT	21
6.1	CT1	21
6.1.1	Parcelas de consumo	21
6.1.2	Alumbrado	22
6.2	CT2	23
6.2.1	Parcelas de consumo	23
6.2.2	Alumbrado	24
6.3	CT3	25
6.3.1	Parcelas de consumo	25
6.3.2	Alumbrado	26

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

6.4	CT4	27
6.4.1	Parcelas de consumo	27
6.4.2	Alumbrado	28
7	Cálculo de la sección y caída de tensión para cada línea	29
7.1	CT1	30
7.1.1	Especificaciones del conductor y sus propiedades.	30
7.1.2	C.d.t en V y % por nudo.....	37
7.2	CT2	44
7.2.1	Especificaciones del conductor y sus propiedades.	44
7.2.2	C.d.t en V y % por nudo.....	49
7.3	CT3	57
7.3.1	Especificaciones del conductor y sus propiedades.	57
7.3.2	C.d.t en V y % por nudo.....	61
7.4	CT4	68
7.4.1	Especificaciones del conductor y sus propiedades	68
7.4.2	C.d.t en V y % por nudo.....	74

1 Distribución de las superficies

La superficie total del polígono industrial sobre el que se calcula la previsión de potencia consta de 106.366 m², de los cuales 57.650 m² albergan naves industriales, 4.422 m² para los equipamientos deportivos, culturales y sociales, 11.211 m² destinado a parques y jardines y, por último, 34.974 para viales.

En la siguiente tabla, *Tabla 1*, se muestra la superficie de cada manzana y la total, la correspondiente a los viales y a todo el polígono industrial.

Manzana	Área (m²)
1	3.134
2	4.841
3	7.551
4	5.065
5	6.329
6	7.391
7	9.667
8	7.559
9	6.884
10	3.632
11	2.960
Superficie total (m²)	65.017
Superficie viales (m²)	41.348
Superficie polígono (m²)	106.366

Tabla 1. Superficies por manzana del polígono industrial.

2 Distribución por manzana

Cada manzana se divide en parcelas, cada una de ellas destinadas a naves industriales en su mayoría. Sin embargo, hay algunas que contienen zonas verdes (parques y jardines) y equipamientos deportivos, cultural y social, como queda detallado en el *Plano RBT-01*.

En las *Tablas 2 y 3* se detallan las características de las zonas verdes y equipamientos.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Parques y jardines	S (m ²)
1	2.501
2	3.873
3	4.834
Superficie total (m²)	11.209

Tabla 2. Superficie individual y total las zonas verdes.

Equipamientos	S (m ²)
Eq. Social	1.114
Eq. Cultural	1.097
Eq. Deportivo	2.209
Superficie total (m²)	4.421

Tabla 3. Superficie individual y total las zonas de equipamientos.

A continuación, se encuentra detallado, en la *Tabla 4*, el tipo de parcelas que existen para cada manzana.

Manzana	Número de naves	Eq. Social	Eq. Cultural	Eq. Deportivo	Parques y jardines
1	3	0	0	0	1
2	6	0	0	0	0
3	4	0	0	0	0
4	1	1	1	0	1
5	6	0	0	0	0
6	4	0	0	0	0
7	5	0	0	1	1
8	7	0	0	0	0
9	5	0	0	0	0
10	1	0	0	0	0
11	5	0	0	0	0

Tabla 4. Número y tipo de parcelas de cada manzana.

3 Previsión de potencia

3.1 Potencia conocida de las parcelas de consumo

En base a lo especificado en la memoria, la potencia de cada parcela es conocida y, ha sido aportada por el ayuntamiento del municipio, Meliana.

Así pues, se ha elaborado la siguiente la siguiente tabla, *Tabla 5*, estableciendo la potencia para cada parcela de nave industrial, sumando un total de 4.679 kVA = 4.211 kW, con $\cos\phi$ de 0.9. Véase *Tabla 5*.

Parcela	S (m²)	P (kW)	Parcela	S (m²)	P (kW)
1	1055,96	94	25	2404,60	150
2	795,32	66	26	995,40	63
3	1283,10	112	27	822,88	52
4	570,87	40	28	1188,86	78
5	265,70	20	29	1615,60	106
6	2272,07	147	30	498,57	38
7	344,53	22	31	1909,93	155
8	1099,20	90	32	1494,09	145
9	288,74	25	33	832,45	67
10	1683,57	100	34	535,93	35
11	1494,19	135	35	1443,82	127
12	943,73	76	36	844,28	65
13	915,88	76	37	1285,67	78
14	2852,98	184	38	990,94	57
15	1184,53	64	39	955,16	60
16	459,78	30	40	1500,13	88
17	1647,84	121	41	2152,39	160
18	650,63	50	42	3632,00	265
19	410,10	35	43	329,85	20
20	1976,30	155	44	329,85	20
21	2419,45	237	45	329,85	20
22	2976,69	215	46	542,14	33
23	689,24	58	47	1428,53	87
24	1306,36	90			
Potencia total industria					4.211,00

Tabla 5. Previsión de potencia para cada parcela, en kW.

Además, también se tienen en cuenta 3 superficies destinadas a equipamiento social, cultural y deportivo, sumando otros 55 kW. Véase *Tabla 6*.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Equipamiento	P (kW)
Eq. Social	25
Eq. Cultural	15
Eq. Deportivo	15
Pt (kW)	55

Tabla 6. Potencia, en kW, para cada equipamiento del polígono.

Finalmente, se alcanza una potencia total prevista de $4.740 \text{ kVA} = 4.266 \text{ kW}$ de todas las parcelas destinadas a industria y equipamientos.

Del mismo, en el *Plano RBT-01*, se puede observar la potencia de cada una de las parcelas.

3.2 Potencia en base al REBT de las parcelas de consumo

Por lo detallado en el *REBT 2020* en el punto 4.2. “Se calculará considerando un mínimo de 125 W por metro cuadrado y planta, con un mínimo por local de $10 \text{ a } 350 \text{ W}$ a 230 V y coeficiente de simultaneidad 1.” para edificios destinados a concentración de industrias. Por consiguiente, en el presente proyecto se contemplará la posibilidad de que en un futuro se pudiese aumentar la potencia. Es por ello, por lo que se ha restimado la previsión de potencia según *REBT* para cada instalación en función de su superficie, véase *Tabla 7*, resultando en $8.006 \text{ kVA} = 7.206 \text{ kW}$ del sector industrial que, sumado a los 55 kW de los equipamiento social, cultural y deportivo hacen un total de $8.068 \text{ kVA} = 7.261 \text{ kW}$. Véase *Tabla 7* a continuación.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Parcela	S (m ²)	P (kW)	Parcela	S (m ²)	P (kW)
1	1.055,96	132	25	2.404,60	301
2	795,32	99	26	995,40	124
3	1.283,10	160	27	822,88	103
4	570,87	71	28	1.188,86	149
5	265,70	33	29	1.615,60	202
6	2.272,07	284	30	498,57	62
7	344,53	43	31	1.909,93	239
8	1.099,20	137	32	1.494,09	187
9	288,74	36	33	832,45	104
10	1.683,57	210	34	535,93	67
11	1.494,19	187	35	1.443,82	180
12	943,73	118	36	844,28	106
13	915,88	114	37	1.285,67	161
14	2.852,98	357	38	990,94	124
15	1.184,53	148	39	955,16	119
16	459,78	57	40	1.500,13	188
17	1.647,84	206	41	2.152,39	269
18	650,63	81	42	3.632,00	454
19	410,10	51	43	329,85	41
20	1.976,30	247	44	329,85	41
21	2.419,45	302	45	329,85	41
22	2.976,69	372	46	542,14	68
23	689,24	86	47	1.428,53	179
24	1.306,36	163			
Potencia total (kW)					7.206

Tabla 7. Potencia asignada por parcela, en kW, en función de la superficie, según REBT.

3.3 Potencia Alumbrado

Por los cálculos realizados en el anexo de "Cálculo Luminotécnico" y lo especificado en el apartado de "Cálculo Luminotécnico" del apartado de la memoria, se establece la siguiente potencia para alumbrado.

$$Pt = 17,046 \text{ kW}$$

4 Características de los conductores

4.1 Distribución para las parcelas

Por normativa de Iberdrola Distribución las líneas principales de la red de distribución subterránea serán siempre de cuatro conductores, tres para fase y uno para neutro, con secciones de 120 mm², 150 mm² y 240 mm² para fases, siendo de 95mm² y 150mm² para neutro, respectivamente.

En el resto de líneas y acometidas se utilizarán las secciones de 50 mm², 95 mm², 150 mm² y 250 mm², según corresponda.

Del mismo modo, las características de los conductores en régimen permanente, a título orientativo, para instalación tipo enterrada son las recogidas en la *Imagen 1*, obtenidas del apartado 8.1 de la normativa de la empresa distribuidora, normativa *MT 2.51.01 (2009)*.

Sección de fase en mm ²	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km	Intensidad* A
50	0,641	0,080	180
95	0,320	0,076	260
150	0,206	0,075	330
240	0,125	0,070	430

Imagen 1. Características conductores régimen permanente instalación tipo enterrada. (fuente MT 2.51.01 (2009)).

* Instalación tipo enterrada.

Bajo las siguientes condiciones:

- Temperatura del terreno 25°C
- Temperatura ambiente 40°C
- Resistencia térmica del terreno 1 Km/W
- Profundidad de soterramiento 0,7 m

En caso de ser diferentes se aplicarán coeficientes de corrección.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Se utilizarán cables con aislamiento de dieléctrico seco, tipos RV-K, según *NI 56.31.21*, con las características siguientes:

Cable tipo RV-K

- Conductor Aluminio
- Secciones 50-95-150 y 240 mm²
- Tensión asignada 0,6/1 kV
- Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta Poliiolefina (Z1)

Como excepción y, siempre que se cumpla con la normativa, la sección del conductor neutro será de 120 mm² en base a lo especificado por el *REBT*. Así pues, todas las secciones de los neutros serán de 120 mm².

4.2 Red de Alumbrado

Por lo explicado en la *Tabla 1* de la normativa *ITC-BT-07* cuando se trate de distribución con dos conductores la sección del neutro será la misma que la de las fases, para monofásico, esto se fundamenta en que la intensidad que circule por la fase ha de ser la misma que la que vuelve por el neutro, ya que es un sistema de consumo en monofásico. Para trifásico se regirá por lo mismo que para las parcelas.

Por lo establecido en el *REBT* y lo escogido para este proyecto, se tendrán las siguientes características:

Cable tipo RV-K

- Conductor Cobre
- Secciones 6-10-16 y 25 mm²
- Tensión asignada 0,6/1 kV
- Aislamiento Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta Poliiolefina (Z1)

La sección de los conductores será de 6 mm².

5 Base de cálculo para la selección de los conductores

5.1 Parcelas de consumo

Para el diseño de los conductores de BT se deben tener en cuenta los siguientes factores: intensidad de corriente máxima admisible por el conductor, I_{max} , intensidad de servicio, I_t , y la caída de tensión (C.d.t.) en la línea.

Por tratarse de redes de distribución, la tensión de servicio, en cualquier punto de la red, debe mantenerse con variaciones inferiores a $\pm 7\%$ de la tensión nominal según *ITC-BT-43*, apartado 2.4 “*Tensión de alimentación*”.

De acuerdo con las Normas de la Empresa Distribuidora, Iberdrola Distribución, el cálculo de la línea se realizará de modo que la caída de tensión en el punto más desfavorable sea inferior al 5% de la tensión nominal, para un factor de potencia de $\cos \varphi = 0,9$. Siendo esta normativa más restrictiva que la anterior.

Siendo que la distribución se realizará en sistema trifásico, a las tensiones de 400 V entre fases y 230 V entre fase y neutro, el método utilizado consiste, fundamentalmente, en la determinación de la sección de los conductores para que la caída de tensión en el extremo más alejado sea inferior al 5% de la tensión nominal, en este caso a 380 V, y posterior comprobación de que la intensidad de servicio que circula por ella sea inferior a la máxima admisible que determina el vigente Reglamento para cada sección.

Las cargas se distribuyen por circuitos, cada uno de ellos alimentado por una línea eléctrica que sale del cuadro de BT de un CT, existiendo un equilibrio de cargas entre las salidas para evitar es que exista descompensación de cargas.

Al ser una red de BT trifásica cada circuito simple consta de 3 fases y un conductor neutro que, al llegar a la CGP de cada edificio se refuerza mediante un conductor de Cu desnudo en suelo, cuya sección mínima es de 50 mm según la “*Guía Técnica de Iberdrola*”.

5.2 Alumbrado

Los criterios para el dimensionado de los conductores de toda la red de baja tensión subterránea para alumbrado serán los mismos que los empleados para las parcelas de consumo.

El factor de potencia se considerará el mismo que el empleado para las parcelas y la caída de tensión, para este caso, será como máximo del 3 % desde el cuadro de mando, protección y control hasta el punto de consumo más alejado.

5.3 C.d.t. Unitaria

5.3.1 Parcelas de consumo

En función de la potencia a transportar, sección y conductividad eléctrica del conductor seleccionado. Así pues, las características del cable son sólo aplicables, en esta ecuación, para cada circuito de distribución, que desde su inicio hasta fin tiene la misma sección.

Por consiguiente, el sumatorio hace referencia a la longitud comprendida, L_i , entre una conexión de servicio y su posterior, de la LGA, en la que existe en cada una de ellas un consumo P_i y P_{i+1} , respectivamente. Véase *Ecuación 1*.

$$\Delta U = \frac{1}{C * S * U n^2} * \sum_{i=n}^n L_{0i} * P_i (V)$$

Ecuación 1. Caída de tensión trifásica en voltios para secciones menores de 120 mm².

También, debe tenerse en consideración que esta ecuación sólo se puede aplicar cuando la línea es puramente resistiva y, se tomará sólo en consideración cuando la sección del conductor sea menor a 120 mm². Cuando esta sea mayor se deberá tener en cuenta el efecto de la reactancia del propio conductor que proporcionará el mismo fabricante. Para este caso se utilizará la siguiente ecuación.

$$\Delta U = \sqrt{3} * I_t * L * (R * \cos\varphi + X * \sen\varphi)(V)$$

Ecuación 2. Caída de tensión trifásica en voltios para secciones mayores de 120 mm².

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

- X= Reactancia unitaria del propio conductor, en mΩ/m.
- R= Resistencia unitaria del propio conductor, en Ω/m.

Con tal de que se cumpla la caída de tensión exigida se toman como constantes todos los datos de la *Ecuación 1* menos C y S, características propias del conductor escogido. Se utiliza el método iterativo en el que se prueban distintas secciones y C, hasta alcanzar el valor deseado de ΔU .

5.3.2 Alumbrado

La caída de tensión para todo el alumbrado cuyas líneas sean monofásicas se calculará con la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \frac{2}{C * S * Un^2} * \sum_{i=n}^n L_{0i} * P_i (V)$$

Ecuación 3. Caída de tensión monofásica en voltios.

En este caso, la ecuación se multiplicará por dos debido a que toda la intensidad que circulará por el circuito ha de ir hacia la carga a través de la fase y, volver por el neutro, ya que se realiza en alterna.

5.4 C.d.t. Porcentual

Se realiza el mismo modo de operación que para la *Ecuación 1*, esta vez, con la *Ecuación 4*.

$$\Delta U\% = 100 * \frac{1}{C * S * Un^2} * \sum_{i=0}^n L_{0i} * P_i (\%)$$

Ecuación 4. Caída de tensión trifásica porcentual para secciones menores de 120 mm², en %.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Para secciones superiores a los 120mm² se aplicará la siguiente ecuación. Véase Ecuación 5.

$$\Delta U\% = \frac{P * L}{10 * Un^2} * (R + X * tg\varphi)(\%)$$

Ecuación 5. Caída de tensión trifásica porcentual para secciones mayores de 120 mm², en %.

Desarrollando la Ecuación 5 se obtiene que también es inversamente proporcional a la sección como la Ecuación 4. La única diferencia radica en que en la primera se tiene en consideración la parte reactiva del conductor.

5.5 Intensidad máxima de servicio

Se calcula la intensidad que circula por cada circuito, I_t , como la suma de todas las intensidades de cada consumo. Para ello, se utilizarán la Ecuación 6 y 7:

$$I_i = \frac{P_i}{\sqrt{3} * U * \cos\varphi} (A)$$

Ecuación 6. Cálculo de la intensidad demandada por cada consumo en trifásico, en A.

Para los consumos monofásicos se tendrá en cuenta la siguiente expresión.

$$I_i = \frac{P_i}{U * \cos\varphi} (A)$$

Ecuación 6.1. Cálculo de la intensidad demandada por cada consumo en monofásico, en A.

$$I_t = \sum_{i=1}^n I_i (A)$$

Ecuación 7. Intensidad total de consumos, expresada como la suma de las I_i de cada uno de ellos, en A.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

- P = Potencia, en kW.
- L = Longitud, en m.
U = Tensión fase-fase o fase-neutro en función de cómo sea el consumo, en voltios, en V.
S = Sección nominal del conductor en mm.
- C = Conductividad eléctrica del conductor, en función de la temperatura de trabajo. Valor para el Aluminio a 90° (condiciones máximas de trabajo para aislante XLPE) de 27,6 m/(Ω*mm²). Este valor viene dado por la siguiente expresión adecuada a los 90 °C:

Siendo ρ(Al) la resistividad eléctrica del aluminio a 90°C; para su cálculo se aplica la siguiente ecuación a condiciones de 20°C.

$$C(Al) = \frac{1}{\rho(Al)} \left(\frac{m}{\Omega * mm^2} \right).$$

Ecuación 8. Definición de la conductividad eléctrica.

$$\rho(Al) = 0,028264 \left(\Omega * \frac{mm^2}{m} \right)$$

Para el cálculo a 90°C se utiliza la siguiente ecuación:

$$\rho(90^\circ C) = \rho(20^\circ C) * [1 + \alpha * (T - 20)]$$

Ecuación 9. Cálculo de la resistividad eléctrica del material a diferente temperatura.

Dónde:

- **A=** Coeficiente de temperatura del aluminio.

$$\alpha = 0,004032 \text{ (}^\circ\text{C}^{-1}\text{)}$$

Así pues, se obtiene:

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

$$\rho(90^{\circ}\text{C}) = 0,028264 * [1 + 0,004032 * (90 - 20)]$$

$$\rho(90^{\circ}\text{C}) = 0,03624 \left(\Omega * \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right)$$

$$C(90^{\circ}\text{C}) = \frac{1}{0,03624} \left(\frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} \right)$$

$$C(90^{\circ}\text{C}) = 27,60 \left(\frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} \right)$$

- ΔU = Caída de tensión unitaria, en [V].
- $\Delta U\%$ = Caída de tensión unitaria, en [%].
- I_t = Intensidad que circula por la línea, en [A].
- $\cos\phi$ = Factor de potencia, de valor 0,9.

Siguiendo el mismo procedimiento se obtiene para el Cobre.

$$\rho_{cu}(90^{\circ}\text{C}) = 0,0219 \left(\Omega * \frac{\text{mm}^2}{\text{m}} \right)$$

$$C_{cu}(90^{\circ}\text{C}) = 45,49 \left(\frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} \right)$$

Obtenido " I_t " en la *Ecuación 7* para cada línea de BT se selecciona la sección del conductor, en este caso aluminio, Al en la *Tabla 4* del punto 3.1.2.1 de ITC-BT-07. Véase *Tabla 8* a continuación.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

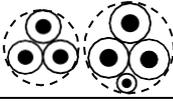
SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)			1 cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tabla 8. Intensidad máxima admisible en amperios para cables tetrapolares con conductores de aluminio y conductor neutro concéntrico de aluminio, en instalación enterrada (servicio permanente). (Fuente ITC-BT-07)

En caso de que la “ I_t ” sea mayor que la “ I_{max} ” más alta de toda la tabla, se doblará el circuito, por lo que la “ I_t ” de cada terna se reducirá a la mitad. Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario, hasta cumplir la siguiente condición:

$$I_t \leq I_z$$

Condición para selección por criterio térmico. Condición 1.

Siendo:

- **I_z** : Intensidad máxima admisibles del conductor, en [A].

Para este proyecto, en caso de que ambas intensidades sean iguales, siendo este el caso límite, se escogerá la sección inmediatamente superior o, en caso de no existir, se volverá a dividir el circuito.

A demás, la “ I_{max} ” se multiplicará por factores de corrección cuando las condiciones sean distintas a las detalladas a continuación y, con el nuevo valor de “ I_{max} ” se volverá a realizar la comprobación de la Condición 1. El factor de corrección total será la multiplicación de todos ellos.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

En el caso de los conductores monofásicos destinados al consumo del alumbrado de las zonas verdes, el procedimiento a seguir será el mismo pero teniendo en cuenta la *Tabla 9*, obtenida de la *Tabla A " Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada entubada (servicio permanente)"* de la ITC-BT-09. Véase *Tabla 9*.

SECCIÓN NOMINAL mm ²	Terna de cables unipolares (1) (2)		1 cable tripolar o tetrapolar (3)	
				
	TIPO DE AISLAMIENTO			
	XLPE	PV C	XLPE	PV C
6	58	50	53	45
10	77	68	70	60
16	100	88	92	78
25	128	112	120	100
35	152	136	144	120

Tabla 9. Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre en instalación enterrada entubada (servicio permanente)". (fuente ITC-BT-09).

5.5.1 Temperatura del terreno, distinta de 25°C.

A continuación se detalla, en la *Tabla 10*, los factores de corrección para las distintas temperaturas diferentes a 25 °C. La tabla ha sido obtenida del punto 3.1.2.2.1 del REBT 2020. Véase *Tabla 10*.

Temperatura de servicio Θ_s (°C)	Temperatura del terreno, Θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1.11	1.07	1.04	1	0.96	0.92	0.88	0.83	0.78
70	1.15	1.11	1.05	1	0.94	0.88	0.82	0.75	0.67

Tabla 10. Factor de corrección para temperaturas del terreno distinto a 25°C. (fuente ITC-BT-07 del REBT 2020).

Siendo la temperatura de 90°C y 70°C para los aislantes XLPE/EPR y PVC, respectivamente. Este caso se centra en el aislante XLPE.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

El factor de corrección (F) para otras temperaturas no contempladas en la *Tabla 10*, se calculará con la siguiente expresión.

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

Siendo:

- F = Factor de corrección
- θ_s = Temperatura máxima de servicio, en °C.
- θ_t = Temperatura del terreno, en °C.

Para este proyecto se ha tomado una de temperatura del terreno de 25°C, por lo que el F por temperatura del terreno es de valor 1.

$$F (\text{tempertaura terreno}) = 1$$

5.5.2 Resistividad térmica del terreno, distinta de 1 K*m/W.

A continuación se detalla, en la *Tabla 11*, los factores de corrección para las distintas resistividades térmicas del terreno diferentes a 25 °C. La tabla ha sido obtenida del punto 3.1.2.2.2 ITC-BT-07 del REBT 2020.

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	1.09	1.06	1.04	1	0.96	0.93	0.87	0.81	0.75	0.68	0.66
Tripolar	1.07	1.05	1.03	1	0.97	0.94	0.89	0.84	0.78	0.71	0.69

*Tabla 11. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K*m/W. (fuente ITC-BT-07 del REBT 2020)*

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. En la *Imagen 2*, se muestran estos valores que detalla Iberdrola Distribución. La imagen ha sido obtenida del apartado C.2 del “Manual técnico de Red Subterránea de Baja Tensión” del MT 2.51.43.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Imagen 2. Resistividad térmica del terreno según su naturaleza y grado de humedad. (fuente MT 2.51.43.)

Para este proyecto se tomará una resistividad térmica del terreno de 1 (K*m/W), por lo que su F es igual a 1.

$$F (\text{resistividad térmica terreno}) = 1$$

5.5.3 Factores de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares.

Por lo especificado en el punto 3.1.3 de la ITC-BT-07 se instalará un único circuito por tubo.

En el caso de que sólo exista una canalización entubada se establece un F de 0.8.

$$F (\text{un tubo}) = 0,8$$

En caso de que exista más de un tubo se aplicará un F proporcionado por el programa de cálculo y que, concuerda con la siguiente tabla. Véase *Tabla 12*.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d= 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,6	0,56	0,53	0,50
d= 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d= 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d= 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d= 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

Tabla 12. Factor de corrección para número de cables o ternas de la zanja para distintas separaciones entre ellos. (fuente ITC-BT-07 del REBT 2020)

5.5.4 Profundidad de soterramiento.

Para profundidades distintas a 0,7 m de soterramiento, Iberdrola Distribución detalla los siguientes factores de corrección.

Profundidad (m)	En tubular
0,50	1,03
0,60	1,01
0,70	1,00
0,80	0,99
1,00	0,97
1,25	0,96
1,50	0,95
1,75	0,94
2,00	0,93
2,50	0,91
3,00	0,90

Imagen 3. Factores de corrección para profundidades de soterramiento bajo tubo distintas a 0,7. (fuente MT 2.51.43).

Se escogerá un F de 0,97 para la red de BT destinada a las parcelas de consumo, correspondiente a una profundidad de 1 m bajo acera en base a las especificaciones de la normativa MT.2.51.01 "Proyecto Tipo de Línea Subterránea de Baja Tensión" de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. para la zanja tipo que consta de 6 conductores colocados en dos planos, con tres conductores por fila.

$$F (\text{soterramiento}) = 0,97$$

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Para la red de alumbrado público se instalarán los tubos a 0,7 m de profundidad y se aplicará el siguiente F .

$$F \text{ (soterramiento)} = 1$$

6 Previsión de potencia para cada CT

A continuación, se calcula la potencia de cada línea que saldrá de cada CT para cubrir toda la P demandada. Es por ello, por lo que este punto se dividirá en función de los CTs que se van a construir.

A partir de la P de cada circuito se calculará la I_t para cada uno de ellos, se le aplicarán los F comentados anteriormente y, se seleccionará la sección del conductor adecuada para que cumpla la *c.d.t.*

6.1 CT1

6.1.1 Parcelas de consumo

El CT1 deberá cubrir una potencia total de 767 kW de parcelas de consumo más 4,02 kW de alumbrado, siendo un total de 771 kW = 856,6 kVA. En lo detallado en la *Tabla 13*, se identifican 5 salidas desde este CT, que corresponden a la cantidad de líneas que deben salir del cuadro de BT de 400 V fase-fase para alimentar a las CGPs de cada instalación. Es por ello, por lo que para cada salida existe un número de parcelas asociadas como se puede observar en la columna de "*Parcela*".

Para este CT1 se aplicará un coeficiente de simultaneidad de 1 para todas las parcelas y, por tanto, potencia total.

En el caso de la *Tabla 13* se identifican parcelas cuyos números de asignación contienen decimales, ello indica que esa parcela está alimentada para más de una línea. El número después del decimal indica la cantidad de CGPs que posee. El en la parcela 14.2 el decimal 2 indica que existen dos CGPs que pueden ser alimentadas por distintas líneas. Véase *Tabla 13*.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
1-1	3.1	112	1	767	852,22
1-2	1.1-2.1	160	1		
1-3	14,2	92	1		
1-4	14.1-15.1-16.1-17.1	247	1		
1-5	4.1-5.1-6.1-7.1	156	1		

Tabla 13. Potencias por parcela y salida para CT1.

En la *Tabla 14* se puede observar el recorrido que efectúa cada línea que sale del CT1 nudo a nudo y por orden. Además, se detalla la potencia en cada tramo.

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	P (kW)
1-1	CT1	3.1	112
1-2	CT1	2.1	160
		2.1	94
1-3	CT1	14.2	92
1-4	CT1	14.1	247
		14.1	155
		15.1	91
		16.1	61
1-5	CT1	7.1	156
		7.1	134
		5.1	114
		4.1	74

Tabla 14. Recorrido efectuado de cada salida del CT1.

Gráficamente se representa en el Plano RBT-01 del apartado de Planos, junto con sus unifilares, RBT-02.

6.1.2 Alumbrado

El CT1, deberá cubrir una potencia total de 4,46 kVA. Véase la siguiente tabla. Véase *Tabla 15*.

Todo el alumbrado se calculará para un coeficiente de simultaneidad de 1.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Salida	Zona	P (kW)	Pt (kW)	S (kVA)
1-6	Zona verde 1	0,78	4,02	4,46
1-7	Zona verde 2	1,06		
1-8	Calles	2,18		

Tabla 15. Potencia por salida del CT1 para alumbrado.

Por la complejidad resultante de la cantidad de luminarias que existen, el trazado, nudo a nudo, se detalla en el *Plano RA-01* del apartado de planos. Del mismo modo, se encuentran los esquemas unifilares para el CT1, estos resultan del cálculo con el programa dmELECT urbanizaciones. En ellos, se detalla las características de los conductores junto con las protecciones en el cuadro de mando y control. Así pues, como se puede comprobar no se ajustan perfectamente al plano al que se han superpuesto igual que la cantidad de arquetas utilizadas tampoco, esto se debe a que el mismo programa no permite diseñar de otro modo. Por consiguiente, todos los unifilares son esquemas que sólo reflejan por dónde discurren las conducciones, las características de los conductores y las protecciones. A nivel de ejecución y desarrollo del proyecto el plano donde se encuentran todas las distancias y arquetas reales es el RA-01, para todos los CTs. Véase los planos *RA-01*, *RA-02* y *RA-06*.

Para el alumbrado, el transformador 1, alimentará toda la zona verde 1 y 2 mientras que el segundo, las calles que le corresponden. A continuación, se adjunta el esquema resultante de su simulación y cálculo con el programa dmELECT.

6.2 CT2

6.2.1 Parcelas de consumo

El CT2 deberá cubrir una potencia total de 830 kW de las parcelas de consumo más 3,97 kW de alumbrado, sumando un total de 834 kW. En lo detallado en la *Tabla 16*, se identifican 5 salidas desde este CT, que corresponden a la cantidad de salidas que deben salir del cuadro de BT para alimentar a las CGPs de cada instalación. Es por ello, por lo que para cada salida existe un número de parcelas asociadas como se puede observar en la columna de "*Parcela*".

Para este CT1 se aplicará un coeficiente de simultaneidad de 1 para todas las parcelas y, por tanto, potencia total, tal y como se puede observar en la *Tabla 16*.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
2-1	E.2-E.3-17.2-20.1	178	1	830	922,22
2-2	30.1-31.1-32.1	188	1		
2-3	E.1-25.1	165	1		
2-4	26.1-27.1-29.1	168	1		
2-5	28.1-29.2	131	1		

Tabla 16. Potencias por parcela y salida para CT2.

El recorrido de CGP en CGP que efectúa cada salida junto con la potencia por nudo aparece en la *Tabla 17*.

Gráficamente se representa en el Plano RBT-01 del apartado de Planos, junto con sus unifilares, RBT-03.

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	P (kW)
2-1	CT2	E2.1	178
		E2.1	153
		E3.1	138
		17.2	78
2-2	CT2	30.1	188
		30.1	150
		31.1	73
2-3	CT2	E1.1	165
		E1.1	150
2-4	CT2	26.1	168
		26.1	105
		27.1	53
2-5	CT2	29.2	131
		29.2	78

Tabla 17. Longitud y potencia entre nudos CT2.

6.2.2 Alumbrado

El CT2, deberá cubrir una potencia total de 4,41 kVA. Véase la siguiente tabla.

Salida	Zona	P (kW)	Pt (kW)	S (kVA)
2-6	Zona verde 3	1,47	3,97	4,41
2-7	Calles	2,50		

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Tabla 18. Potencia por salida del CT2 para alumbrado.

Todo el alumbrado se calculará para un coeficiente de simultaneidad de 1.

Por la complejidad resultante de la cantidad de luminarias que existen, el trazado se detalla en el *Plano RA-01* del apartado de planos.

Para el alumbrado, el transformador 1 alimentará todas las zonas verdes mientras que el segundo todas las calles que le corresponden.

Véase también los planos RA-01 y los unifilares RA-03 y RA-07.

6.3 CT3

6.3.1 Parcelas de consumo

El CT3 deberá cubrir una potencia total con 0,6 de coeficiente de simultaneidad de 894 kVA = 804,6 kW de parcelas de consumo más 3,38 kW de alumbrado, siendo un total de 808 kW. En lo detallado en la *Tabla 19*, se identifican 9 salidas desde este CT, que corresponden a la cantidad de circuitos que deben salir del cuadro de BT para alimentar a las CGPs de cada instalación. Es por ello, por lo que para cada salida existe un número de parcelas asociadas como se puede observar en la columna de "Parcela".

Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
3-1	21.1-23.1	177	0,6	804,6	894
3-2	21.2	119	0,6		
3-3	8.1-9.1- 18.1	165	0,6		
3-4	6.2-10.1	174	0,6		
3-5	12.1-13.1	152	0,6		
3-6	11.1	135	0,6		
3-7	19.1-20.2	113	0,6		
3-8	22.1-24.1	162	0,6		
3-9	22.2-223	144	0,6		

Tabla 19. Potencias por parcela y salida para CT3.

Para este caso, como se detalla en la *Tabla 19* se aplicará un coeficiente de simultaneidad de 0,6 sobre la columna de $P(kW)$ que detalla la potencia sin ningún coeficiente de simultaneidad. Finalmente en la columna de $Pt(kW)$ se halla el valor de la potencia total habiéndose aplicado ya el coeficiente de simultaneidad. Véase *Tabla 19*.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

En la Tabla 20 se puede observar el recorrido que efectúa cada línea que sale del CT3 nudo a nudo y por orden. Además, se detalla la potencia en cada tramo. Véase *Tabla 20*.

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	P (kW)
3-1	CT3	23.1	106
	23.1	21.1	71
3-2	CT3	21.2	71
3-3	CT3	18.1	99
	18.1	8.1	69
	8.1	9.1	15
3-4	CT3	10.1	104
	10.1	6.2	44
3-5	CT3	13.1	91
	13.1	12.1	46
3-6	CT3	11.1	81
3-7	CT3	19.1	68
	19.1	20.2	47
3-8	CT3	24.1	97
	24.1	22.1	43
3-9	CT3	22.2	86
	22.2	22.3	43

Tabla 20. Longitud y potencia entre nudos CT3.

Gráficamente se representa en el Plano RBT-01 del apartado de Planos, junto con sus unifilares, RBT-04.

6.3.2 Alumbrado

El CT3, deberá cubrir una potencia total de 3,76 kVA. Véase la siguiente tabla.

Salida	Zona	P (kW)	Pt (kW)	S (kVA)
3-10	Calles	3,38	3,38	3,76

Tabla 21. Potencia por salida del CT3 para alumbrado.

Todo el alumbrado se calculará para un coeficiente de simultaneidad de 1.

Por la complejidad resultante de la cantidad de luminarias que existen, el trazado se detalla en el *Plano RA-01* del apartado de planos.

Véase también los planos RA-01 y los unifilares RA-04.

6.4 CT4

6.4.1 Parcelas de consumo

El CT4 deberá cubrir una potencia total con 0,6 de coeficiente de simultaneidad de 906,66 kVA = 816 kW de parcelas de consumo más 5,01 kW de alumbrado, sumando un total de 821 kW. En lo detallado en la *Tabla 22*, se identifican 9 salidas desde este CT, que corresponden a la cantidad de circuitos que deben salir del cuadro de BT para alimentar a las CGPs de cada instalación. Es por ello, por lo que para cada salida existe un número de parcelas asociadas como se puede observar en la columna de "Parcela".

Salida	Parcela	P (kW)	Coef. Simult.	Pt (kW)	S (kVA)
4-1	31.2-34.1-35.1	176	0,6	816	906,66
4-2	37.1-38.1-39.1	156	0,6		
4-3	42.1-46.1-47.1- 47.2	173	0,6		
4-4	42.2-42.3-43.1- 44.1-45.1	193	0,6		
4-5	42.4-42.5	106	0,6		
4-6	37.2-40.1	127	0,6		
4-7	41.1-41.2	160	0,6		
4-8	35.2-36.1	129	0,6		
4-9	32.2-33.1	140	0,6		

Tabla 22. Potencias por parcela y salida para CT4.

Para este caso, como se detalla en las *Tabla 22* se aplicará un coeficiente de simultaneidad de 0,6 sobre la columna de $P(kW)$ que detalla la potencia sin ningún coeficiente de simultaneidad. Finalmente en la columna de $Pt(kW)$ se halla el valor de la potencia total habiéndose aplicado ya el coeficiente de simultaneidad. Véase *Tabla 22*.

En la *Tabla 23* se puede observar el recorrido que efectúa cada línea que sale del CT3 nudo a nudo y por orden. Además, se detalla la potencia en cada tramo. Véase *Tabla 23*.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	P (kW)
4-1	CT4	35.1	141,6
	35.1	31.2	90,4
	31.2	34.1	28
4-2	CT4	39.1	125,6
	39.1	38.1	77,6
	38.1	37.1	32
4-3	CT4	47.1	138,4
	47.1	47.2	104
	47.2	46.1	68,8
	46.1	42.1	42,4
4-4	CT4	43.1	154,4
	43.1	44.1	32
	44.1	45.1	16
	CT4	42.2	84,8
	43.1	42.3	42,4
4-5	CT4	42.4	84,8
	42.4	42.5	42,4
4-6	CT4	40.1	101,6
	40.1	37.2	31,2
4-7	CT4	41.1	128
	41.1	41.2	64
4-8	CT4	36.1	103,2
	36.1	35.2	51,2
4-9	CT4	33.1	112
	33.1	32.2	58,4

Tabla 23. Longitud y potencia entre nudos CT4.

Gráficamente se representa en el Plano RBT-01 del apartado de Planos, junto con sus unifilares, RBT-05.

6.4.2 Alumbrado

El CT4, deberá cubrir una potencia total de 3,76 kVA. Véase la siguiente tabla.

Salida	Zona	P (kW)	Pt (kW)	S (kVA)
4-10	Calles	5,01	5,01	5,57

Tabla 24. Potencia por salida del CT4 para alumbrado.

Todo el alumbrado se calculará para un coeficiente de simultaneidad de 1.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Por la complejidad resultante de la cantidad de luminarias que existen, el trazado se detalla en el *Plano RA-01* del apartado de planos.

Véase también los planos RA-01 y los unifilares RA-05.

7 Cálculo de la sección y caída de tensión para cada línea

El cálculo de la sección de cada circuito se ha realizado con el programa de cálculo DMELECT.

Los parámetros que han sido introducidos en el programa en base a criterio del realizador del proyecto son los siguientes:

- **Tensión (V):** Trifásica 400, monofásica 230.9
- **C.d.t. máx:** Caída de tensión máxima desde el CT hasta la arqueta de derivación, valor 5 % y farola con 3 %.
- **Cos φ:** Factor de potencia igual a 0,9.
- **Coefficiente de simultaneidad:** 1 y 0,6, dependiendo del CT para las parcelas y de 1 para el alumbrado.
- **Temperatura** cálculo conductividad eléctrica °C:
 - XLPE, EPR: 90
 - PVC: 20
- **Fc:** Factor de corrección total.
- **Xu:** La reactancia del metal del conductor, Aluminio, 0,07 mΩ/m, para el Cobre no se tendrá en cuenta dada su sección.

Las secciones que se van a utilizar para todas las líneas para el consumo de parcelas son las siguientes:

3 x 240+120 mm²

Las secciones que se van a utilizar para todas las líneas para el consumo de parcelas son las siguientes:

2 x 6 mm²

Todos los conductores presentarán las siguientes características:

- **Canalización:** Entubada bajo tubo
- **Designación consumos de las parcelas:** XZ1(S) Eca 3
- **Designación alumbrado:** RV-K Eca 2

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

- **Polaridad:** Unipolares

7.1 CT1

7.1.1 Especificaciones del conductor y sus propiedades.

7.1.1.1 Salidas parcelas consumo del transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	I.Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1-1	TR1	3.1	35	Al/0.07	179,62	2	394,3/0,621	2(160)
1-2	TR1	2.1	112	Al/0.07	256,6	2	394,3/0,621	2(160)
1-2	2.1	1.1	20	Al/0.07	150,75	2	394,3/0,621	2(160)
1-5	TR1	AP	83	Al/0.07	250,19	2	394,3/0,621	2(160)
1-5	AP	5.1	5	Al/0.07	67,36	2	394,3/0,621	2(160)
1-5	5.1	7.1	8	Al/0.07	35,28	2	394,3/0,621	2(160)
1-5	AP	4.1	34	Al/0.07	182,83	2	394,3/0,621	2(160)
1-5	4.1	6.1	116	Al/0.07	118,68	2	394,3/0,621	2(160)

Tabla 25. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT1 que alimenta las parcelas de consumo.

Siendo:

- **Nudo Orig.:** Nudo origen.
- **Nudo Dest.:** Nudo destino.
- **Long.:** Longitud entre el nudo origen y el nudo destino.
- **Metal/Xu:** La resistividad unitaria del metal del conductor, Aluminio.
- **Admisi.:** Intensidad admisible del conductor, es la Iz.
- **Cálculo:** Intensidad demandada, es la It.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la *Tabla 26*.

TRAFO 1	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res.térm. ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1		0,621

Tabla 26. Fc aplicado a las salidas del transformador 1 del CT1.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

- **T°(terreno):** La temperatura del terreno, en [°C].
- **Núm.tubos:** El número de tubos juntos en la misma zanja.
- **Res.térm. ter.:** Resistividad térmica del terreno, en [K*m/W].
- **Prof.:** Profundidad a la que están enterrados los tubos, en [m].

Para todos los casos el programa de cálculo especifica que para una resistividad térmica del terreno de 1,5 (K*m/W) el F es de valor igual a la unidad.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.1.1.2 Salidas alumbrado del transformador 1

7.1.1.2.1 Zona Verde 1

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR1	Nudo	13	3,76	10	25/30	70/0,8	90
2	Nudo	F4.1	13	1,33	6		70/0,8	90
9	Nudo	AP	9	1,33			70/0,8	90
4	AP	F6.1	5	1,33	6		70/0,8	90
5	F6.1	F6.2	13	1,11	6		70/0,8	90
6	F6.2	F6.3	13	0,89	6		70/0,8	90
7	F6.3	F6.4	13	0,66	6		70/0,8	90
8	F6.4	F6.5	13	0,44	6		70/0,8	90
9	F6.5	F6.6	13	0,22	6		70/0,8	90
10	Nudo	F5.1	10	1,11	6		70/0,8	90
11	F5.1	F5.2	13	0,89	6		70/0,8	90
12	F5.2	F5.3	13	0,66	6		70/0,8	90
13	F5.3	F5.4	13	0,44	6		70/0,8	90
14	F5.4	F5.5	13	0,22	6		70/0,8	90
15	F4.1	F4.2	13	1,11	6		70/0,8	90
16	F4.2	F4.3	13	0,89	6		70/0,8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

17	F4.3	F4.4	13	0,66	6		70/0,8	90
18	F4.4	F4.5	13	0,44	6		70/0,8	90
19	F4.5	F4.6	13	0,22	6		70/0,8	90

Tabla 27. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT1 que alimenta el alumbrado de la Zona Verde 1.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.1.1.2.2 Zona Verde 2

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR1	Nudo	2	5,09	10	25/30	70/0,8	90
2	Nudo	F3.1	13	1,77	6		70/0,8	90
3	Nudo	F1.1	15	1,77	6		70/0,8	90
45	F3.1	F3.2	16	1,55	6		70/0,8	90
46	F3.2	F3.3	16	1,33	6		70/0,8	90
47	F3.3	F3.4	16	1,11	6		70/0,8	90
48	F3.4	F3.5	16	0,89	6		70/0,8	90
49	F3.5	F3.6	16	0,66	6		70/0,8	90
50	F3.6	F3.7	16	0,44	6		70/0,8	90
51	F3.7	F3.8	13	0,22	6		70/0,8	90
35	Nudo	F2.1	15	1,55	6		70/0,8	90
36	F2.1	F2.2	16	1,33	6		70/0,8	90
37	F2.2	F2.3	16	1,11	6		70/0,8	90
38	F2.3	F2.4	16	0,89	6		70/0,8	90
39	F2.4	F2.5	16	0,66	6		70/0,8	90
40	F2.5	F2.6	16	0,44	6		70/0,8	90
41	F2.6	F2.7	15	0,22	6		70/0,8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

30	F1.1	F1.2	15	1,55	6		70/0,8	90
31	F1.2	F1.3	16	1,33	6		70/0,8	90
32	F1.3	F1.4	16	1,11	6		70/0,8	90
33	F1.4	F1.5	16	0,89	6		70/0,8	90
34	F1.5	F1.6	16	0,66	6		70/0,8	90
35	F1.6	F1.7	16	0,44	6		70/0,8	90
36	F1.7	F1.8	13	0,22	6		70/0,8	90

Tabla 28. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT1 que alimenta el alumbrado de la Zona Verde 2.

7.1.1.3 Salidas parcelas del transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1-3	TR2	14.2	83	147,55	1	218,72/0,689	160
1-4	TR2	14.1	26	396,13	3	656,15/0,689	3(160)
1-4	14.1	15.1	60	248,58	3	656,15/0,689	3(160)
1-4	15.1	16.1	32	145,94	3	656,15/0,689	3(160)
1-4	16.1	17.1	17	97,83	3	656,15/0,689	3(160)

Tabla 29. Salidas de las parcelas del transformador 2.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la Tabla 29.

TRAFO 2	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	4	1	1	
Fc	1	0,71	1	0,97	0,689

Tabla 30. Fc aplicado a las salidas del transformador 2 del CT1.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.1.1.4 Salidas alumbrado del transformador 2

7.1.1.4.1 Calles

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR2	Nudo	8	3,67 3,67 3,15	10	25/30	57/0,8	90
4	A4	A5	8	1,57 1,05 2,1			57/0,8	90
5	A4	A3	15	1,05 1,57 1,05	10	25/30	57/0,8	90
7	A3	5	8	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
8	5	6	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
9	6	7	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
10	A3	A6	12	0,52 1,05 0,52			57/0,8	90
11	A6	9	24	0,52 0,52 0	6		57/0,8	90
12	9	8	30	0 0,52 0	6		57/0,8	90
13	A5	A9	12	1,05 0,52 1,57			57/0,8	90
14	A9	15	8	0,52 0,52 1,05	6		57/0,8	90
15	15	16	30	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
16	16	14	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
17	14	13	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
18	A5	10	24	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
19	10	11	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
20	11	12	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
20	Nudo	A1	11	0,52 0,52 0			57/0,8	90
21	A1	1	8	0 0,52 0	6		57/0,8	90
20	A1	2	22	0,52 0 0	6		57/0,8	90
21	Nudo	3	15	3,15 3,15 3,15	6		57/0,8	90
22	3	4	30	2,62 3,15 3,15	6		57/0,8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

23	4	A4	13	2,62 2,62 3,15	6		57/0,8	90
24	A6	A7	4	0 0,52 0,52			57/0,8	90
25	A7	17	10	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
26	17	18	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
27	A9	A8	3	0,52 0 0,52			57/0,8	90
28	A8	19	24	0,52 0 0,52	6		57/0,8	90
29	19	20	30	0,52 0 0	6		57/0,8	90

Tabla 31. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 2 del CT1 que alimenta el alumbrado de las calles que le corresponden.

7.1.2 C.d.t en V y % por nudo.

7.1.2.1 Salidas parcelas consumo del transformador 1

Salida	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1-1	0	400	0	686,405(428 kW)
1-2	0,906		0,227	-179,62 A(-112 kW)
1-2	4,142		1,035	-105,85 A(-66 kW)
1-5	4,576		1,144	-150,75 A(-94 kW)
1-5	2,993		0,748	0 A(0 kW)
1-5	3,041		0,76	-32,08 A(-20 kW)
1-5	3,082		0,77	-35,28 A(-22 kW)
1-5	3,889		0,972	-64,15 A(-40 kW)
1-5	5,873		1,468*	-118,68 A(-74 kW)

Tabla 32. Resultados C.d.t por salida y carga de nudo del transformador 1 del CT1 para parcelas de consumo.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR1-3.1 = 0.23 %
- TR1-2.1-1.1 = 1.14 %
- TR1-AP-5.1-7.1 = 0.77 %
- TR1-AP-4.1-6.1 = 1.47 %

7.1.2.2 Salidas alumbrado del transformador 1

7.1.2.2.1 Zona Verde 1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR1	0	230,94	0	(782 W)	12,00	10,00
Nudo	0,323		0,14	(0 W)	3,04	1,50
AP	0,401		0,174	(0 W)	1,86	0,90
F4.1	0,436		0,189	(-46 W)	1,58	0,76
F4.2	0,531		0,23	(-46 W)	1,07	0,51
F4.3	0,607		0,263	(-46 W)	0,80	0,38
F4.4	0,664		0,288	(-46 W)	0,64	0,31
F4.5	0,702		0,304	(-46 W)	0,54	0,26
F4.6	0,721		0,312	(-46 W)	0,46	0,22
F5.1	0,396		0,171	(-46 W)	1,78	0,86
F5.2	0,471		0,204	(-46 W)	1,15	0,55
F5.3	0,528		0,229	(-46 W)	0,85	0,41
F5.4	0,566		0,245	(-46 W)	0,67	0,32
F5.5	0,585		0,253	(-46 W)	0,56	0,27
F6.1	0,445		0,193	(-46 W)	1,52	0,73
F6.2	0,54		0,234	(-46 W)	1,04	0,50
F6.3	0,616		0,267	(-46 W)	0,79	0,38
F6.4	0,673		0,291	(-46 W)	0,63	0,30
F6.5	0,711		0,308	(-46 W)	0,53	0,25
F6.6	0,73		0,316*	(-46 W)	0,46	0,22

Tabla 33. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo y corrientes de cortocircuito máximas y mínimas del transformador 1 del CT1 para alumbrado Zona Verde 1.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR1-Nudo-F4.1-F4.2-F4.3-F4.4-F4.5-F4.6 = 0.31 %
- CuadroTR1-Nudo-F5.1-F5.2-F5.3-F5.4-F5.5 = 0.25 %
- CuadroTR1-Nudo-AP-F6.1-F6.2-F6.3-F6.4-F6.5-F6.6 = 0.32 %

7.1.2.2.2 Zona Verde 2

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR1	0	230,94	0	(1.058 W)	12,00	10,00
Nudo	0,067		0,029	(0 W)	9,90	6,71
F1.1	0,242		0,105	(-46 W)	2,37	1,16
F1.2	0,396		0,171	(-46 W)	1,29	0,62
F1.3	0,536		0,232	(-46 W)	0,87	0,42
F1.4	0,652		0,283	(-46 W)	0,65	0,31
F1.5	0,746		0,323	(-46 W)	0,52	0,25
F1.6	0,816		0,353	(-46 W)	0,44	0,21
F1.7	0,863		0,374	(-46 W)	0,37	0,18
F3.1	0,219		0,095	(-46 W)	2,66	1,31
F3.2	0,382		0,166	(-46 W)	1,33	0,64
F3.3	0,523		0,226	(-46 W)	0,89	0,42
F3.4	0,639		0,277	(-46 W)	0,66	0,32
F3.5	0,733		0,317	(-46 W)	0,53	0,25
F3.6	0,803		0,348	(-46 W)	0,44	0,21
F3.7	0,849		0,368	(-46 W)	0,38	0,18
F1.8	0,882		0,382*	(-46 W)	0,34	0,16
F3.8	0,868		0,376	(-46 W)	0,34	0,16
F2.1	0,22		0,095	(-46 W)	2,37	1,16
F2.2	0,361		0,156	(-46 W)	1,25	0,60
F2.3	0,477		0,207	(-46 W)	0,85	0,41
F2.4	0,571		0,247	(-46 W)	0,64	0,31
F2.5	0,641		0,277	(-46 W)	0,52	0,25
F2.6	0,687		0,298	(-46 W)	0,43	0,21
F2.7	0,709		0,307	(-46 W)	0,37	0,18

Tabla 34. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo y corrientes de cortocircuito máximas y mínimas del transformador 1 del CT1 para alumbrado Zona Verde 2.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR1-Nudo-F1.1-F1.2-F1.3-F1.4-F1.5-F1.6-F1.7-F1.8 = 0.38 %
- CuadroTR1-Nudo-F3.1-F3.2-F3.3-F3.4-F3.5-F3.6-F3.7-F3.8 = 0.38 %
- CuadroTR1-Nudo-F2.1-F2.2-F2.3-F2.4-F2.5-F2.6-F2.7 = 0.31 %

7.1.2.3 Salidas consumo parcelas del transformador 2

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
TR2	0	400	0	543,672(339 kW)
14.2	3,53		0,882*	-147,55 A(-92 kW)
15.1	2,423		0,606	-102,64 A(-64 kW)
16.1	2,871		0,718	-48,11 A(-30 kW)
17.1	3,031		0,758	-97,83 A(-61 kW)
14.1	0,99		0,247	-147,55 A(-92 kW)

Tabla 35. Resultados C.d.t por salida y carga de nudo del transformador 2 del CT1 para parcelas de consumo.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR2-14.2 = 0.88 %
- TR2-14.1-15.1-16.1-17.1 = 0.76 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.1.2.4 Salidas alumbrado del transformador 2

7.1.2.4.1 Calles

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR2	0	230,94	0	(2.180 W)	12,00	10,00
Nudo-R	0,111		0,048		4,62	2,37
Nudo-S	0,111		0,048		4,62	2,37
Nudo-T	0,097		0,042		4,62	2,37
A4-R	0,738		0,32		0,63	0,30
A4-S	0,79		0,342		0,63	0,30
A4-T	0,799		0,346		0,63	0,30
A5-R	0,794		0,344		0,57	0,27
A5-S	0,832		0,36		0,57	0,27
A5-T	0,868		0,376		0,57	0,27
A3-R	0,816		0,353		0,52	0,25
A3-S	0,894		0,387		0,52	0,25
A3-T	0,877		0,38		0,52	0,25
5-R	0,844		0,365	(-109 W)	0,47	0,22
5-S	0,922		0,399		0,47	0,22
5-T	0,904		0,392		0,47	0,22
6-R	0,844		0,365		0,35	0,17
6-S	1,025		0,444	(-109 W)	0,35	0,17
6-T	1,008		0,437		0,35	0,17
7-R	0,844		0,365		0,28	0,13
7-S	1,025		0,444		0,28	0,13
7-T	1,112		0,481	(-109 W)	0,28	0,13
A6-R	0,858		0,371		0,45	0,22
A6-S	0,956		0,414		0,45	0,22
A6-T	0,918		0,398		0,45	0,22
9-R	0,941		0,407	(-109 W)	0,36	0,17
9-S	1,039		0,45		0,36	0,17
9-T	0,918		0,398		0,36	0,17
8-R	0,941		0,407		0,29	0,14

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

8-S	1,143		0,495	(-109 W)	0,29	0,14
8-T	0,918		0,398		0,29	0,14
A9-R	0,856		0,371		0,49	0,23
A9-S	0,873		0,378		0,49	0,23
A9-T	0,951		0,412		0,49	0,23
15-R	0,884		0,383		0,45	0,21
15-S	0,901		0,39		0,45	0,21
15-T	0,993		0,43	(-109 W)	0,45	0,21
16-R	0,987		0,428	(-109 W)	0,34	0,16
16-S	1,005		0,435		0,34	0,16
16-T	1,096		0,475		0,34	0,16
14-R	0,987		0,428		0,27	0,13
14-S	1,108		0,48	(-109 W)	0,27	0,13
14-T	1,2		0,52		0,27	0,13
13-R	0,987		0,428		0,23	0,11
13-S	1,108		0,48		0,23	0,11
13-T	1,304		0,565*	(-109 W)	0,23	0,11
10-R	0,877		0,38	(-109 W)	0,43	0,20
10-S	0,915		0,396		0,43	0,20
10-T	0,951		0,412		0,43	0,20
11-R	0,877		0,38		0,33	0,16
11-S	1,019		0,441	(-109 W)	0,33	0,16
11-T	1,055		0,457		0,33	0,16
12-R	0,877		0,38		0,27	0,13
12-S	1,019		0,441		0,27	0,13
12-T	1,159		0,502	(-109 W)	0,27	0,13
1-R	0,149		0,064		1,52	0,73
1-S	0,176		0,076	(-109 W)	1,52	0,73
1-T	0,097		0,042		1,52	0,73
2-R	0,225		0,097	(-109 W)	1,01	0,49
2-S	0,149		0,064		1,01	0,49
2-T	0,097		0,042		1,01	0,49
A1-R	0,149		0,064		2,13	1,04

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

A1-S	0,149		0,064		2,13	1,04
A1-T	0,097		0,042		2,13	1,04
3-R	0,292		0,127	(-109 W)	1,78	0,86
3-S	0,292		0,127		1,78	0,86
3-T	0,278		0,121		1,78	0,86
4-R	0,604		0,261		0,79	0,38
4-S	0,655		0,284	(-109 W)	0,79	0,38
4-T	0,642		0,278		0,79	0,38
A7-R	0,858		0,371		0,43	0,21
A7-S	0,97		0,42		0,43	0,21
A7-T	0,932		0,404		0,43	0,21
17-R	0,858		0,371		0,39	0,19
17-S	1,005		0,435	(-109 W)	0,39	0,19
17-T	0,967		0,419		0,39	0,19
18-R	0,858		0,371		0,31	0,15
18-S	1,005		0,435		0,31	0,15
18-T	1,07		0,464	(-109 W)	0,31	0,15
A8-R	0,866		0,375		0,47	0,22
A8-S	0,873		0,378		0,47	0,22
A8-T	0,961		0,416		0,47	0,22
19-R	0,949		0,411		0,37	0,18
19-S	0,873		0,378		0,37	0,18
19-T	1,044		0,452	(-109 W)	0,37	0,18
20-R	1,053		0,456	(-109 W)	0,29	0,14
20-S	0,873		0,378		0,29	0,14
20-T	1,044		0,452		0,29	0,14

Tabla 36. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo y corrientes de cortocircuito máximas y mínimas del transformador 2 del CT1 para alumbrado de calles.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR2-Nudo-3-4-A4-A3-5-6-7 = 0.48 %
- CuadroTR2-Nudo-3-4-A4-A3-A6-9-8 = 0.4 %
- CuadroTR2-Nudo-3-4-A4-A5-A9-15-16-14-13 = 0.56 %
- CuadroTR2-Nudo-3-4-A4-A5-10-11-12 = 0.5 %
- CuadroTR2-Nudo-A1-1 = 0.04 %
- CuadroTR2-Nudo-A1-2 = 0.04 %
- CuadroTR2-Nudo-3-4-A4-A3-A6-A7-17-18 = 0.46 %
- CuadroTR2-Nudo-3-4-A4-A5-A9-A8-19-20 = 0.45 %

7.2 CT2

7.2.1 Especificaciones del conductor y sus propiedades.

7.2.1.1 Salidas parcelas consumo del transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I. Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2-3	TR1	E.1	24	264,62	2	394,3/0,62	2(160)
2-3	E1	25.1	95	240,56	2	394,3/0,62	2(160)
2-4	TR1	26.1	177	269,43	2	394,3/0,62	2(160)
2-4	26.1	27.1	24	168,39	2	394,3/0,62	2(160)
2-4	27.1	29.1	21	85	2	394,3/0,62	2(160)
2-5	TR1	28.1	244	210,09	2	394,3/0,62	2(160)
2-5	28.1	28.1	32	85	2	394,3/0,62	2(160)

Tabla 37. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT2 que alimenta las parcelas de consumo.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la *Tabla 38*.

TRAFO 1	T°(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1	0,97	0,62

Tabla 38. Fc aplicado a las salidas del transformador 1 del CT2.

1.1.1.1 Salidas alumbrado del transformador 1

7.2.1.1.1 Zona Verde 3

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR1	Nudo	6	7,08	10	25/30	70/0,8	90
2	Nudo	F1.1	13	2,43	6		70/0,8	90
14	Nudo	F3.1	12	2,43	6		70/0,8	90
64	F3.1	F3.2	14	2,21	6		70/0,8	90
65	F3.2	F3.3	14	1,99	6		70/0,8	90
66	F3.3	F3.4	14	1,77	6		70/0,8	90
67	F3.4	F3.5	14	1,55	6		70/0,8	90
68	F3.5	F3.6	15	1,33	6		70/0,8	90
69	F3.6	F3.7	13	1,11	6		70/0,8	90
70	F3.7	F3.8	14	0,89	6		70/0,8	90
71	F3.8	F3.9	14	0,66	6		70/0,8	90
72	F3.9	F3.10	14	0,44	6		70/0,8	90
73	F3.10	F3.11	10	0,22	6		70/0,8	90
54	Nudo	F2.1	11	2,21	6		70/0,8	90
55	F2.1	F2.2	14	1,99	6		70/0,8	90
56	F2.2	F2.3	14	1,77	6		70/0,8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

57	F2.3	F2.4	14	1,55	6		70/0,8	90
58	F2.4	2.5	14	1,33	6		70/0,8	90
59	2.5	2.6	15	1,11	6		70/0,8	90
60	2.6	2.7	14	0,89	6		70/0,8	90
61	2.7	2.8	14	0,66	6		70/0,8	90
62	2.8	2.9	14	0,44	6		70/0,8	90
63	2.9	2.10	12	0,22	6		70/0,8	90
64	F1.11	F1.10	9	-0,22	6		70/0,8	90
65	F1.10	F1.9	14	-0,44	6		70/0,8	90
66	F1.9	F1.8	14	-0,66	6		70/0,8	90
67	F1.8	F1.7	14	-0,89	6		70/0,8	90
68	F1.7	F1.6	14	-1,11	6		70/0,8	90
69	F1.6	F1.5	14	-1,33	6		70/0,8	90
70	F1.5	F1.4	14	-1,55	6		70/0,8	90
71	F1.4	F1.3	14	-1,77	6		70/0,8	90
72	F1.3	F1.2	14	-1,99	6		70/0,8	90
73	F1.2	F1.1	14	-2,21	6		70/0,8	90

Tabla 39. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT2 que alimenta el alumbrado Zona Verde 3.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.2.1.2 Salidas parcelas consumo del transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
2-1	TR2	E.2	43	287,07	2	437,43/0,688	2(160)
2-1	E.2	E.3	22	246,98	2	437,43/0,688	2(160)
2-1	E.3	17.2	36	222,92	2	437,43/0,688	2(160)
2-1	17.2	20.1	27	125,09	2	437,43/0,688	2(160)
2-2	TR2	30.1	118	303,11	2	437,43/0,688	2(160)
2-2	30.1	31.1	32	242,17	2	437,43/0,688	2(160)
2-2	31.1	32.1	28	117,07	2	437,43/0,688	2(160)

Tabla 39.1. Resultados salidas parcelas consumo del transformador 2.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la Tabla 40.

TRAFO 2	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	4	1	1	
Fc	1	0,71	1	0,97	0,688

Tabla 40. Fc aplicado a las salidas del transformador 2 del CT2.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.2.1.3 Salidas alumbrado del transformador 2

7.2.1.3.1 Calles

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR2	Nudo	5	4,2 4,2 4,2	10	25/30	57/0,8	90
2	Nudo	A38	4	0,52 0,52 1,05			57/0,8	90
4	Nudo	A39	10	3,67 3,67 3,15			57/0,8	90
7	101	103	30	0,52 0 0	6		57/0,8	90
6	A38	100	6	0 0 0,52	6		57/0,8	90
7	A39	102	11	3,67 3,67 3,15	6		57/0,8	90
8	102	104	30	3,15 3,67 3,15	6		57/0,8	90
8	A38	A40	19	0,52 0,52 0,52			57/0,8	90
9	A40	99	5	0 0,52 0	6		57/0,8	90
10	A40	101	25	0,52 0 0,52	6		57/0,8	90
11	104	A41	9	3,15 3,15 3,15	6		57/0,8	90
12	A41	105	11	2,1 2,1 2,1	6		57/0,8	90
13	105	107	30	2,1 2,1 1,57	6		57/0,8	90
14	107	109	30	1,57 2,1 1,57	6		57/0,8	90
15	109	111	30	1,57 1,57 1,57	6		57/0,8	90
16	111	113	30	1,57 1,57 1,05	6		57/0,8	90
17	113	115	30	1,05 1,57 1,05	6		57/0,8	90
18	115	117	30	1,05 1,05 1,05	6		57/0,8	90
19	A41	A42	14	1,05 1,05 1,05			57/0,8	90
20	A42	106	26	1,05 1,05 1,05	6		57/0,8	90
21	106	108	30	1,05 1,05 0,52	6		57/0,8	90
22	108	110	30	0,52 1,05 0,52	6		57/0,8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

23	110	112	30	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
24	112	114	30	0,52 0,52 0	6		57/0,8	90
25	114	116	30	0 0,52 0	6		57/0,8	90
26	117	A43	11	1,05 1,05 0,52	6		57/0,8	90
27	A43	A44	12	0,52 0,52 0,52			57/0,8	90
28	A44	118	12	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
29	118	120	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
30	120	122	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
31	A43	119	26	0,52 0,52 0	6		57/0,8	90
32	119	121	30	0 0,52 0	6		57/0,8	90

Tabla 41. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 2 del CT2 que alimenta el alumbrado de calles.

7.2.2 C.d.t en V y % por nudo.

7.2.2.1 Salidas consumo parcelas del transformador 1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
TR1	0	400	0	744,14(464 kW)
E1	0,915		0,229	-24,06 A(-15 kW)
25.1	4,209		1,052	-240,56 A(-150 kW)
26.1	6,873		1,718	-101,04 A(-63 kW)
27.1	7,455		1,864	-83,4 A(-52 kW)
29.1	7,713		1,928	-85 A(-53 kW)
28.1	7,388		1,847	-125,09 A(-78 kW)
28.1	7,78		1,945*	-85 A(-53 kW)

Tabla 42. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 1 del CT2 para parcelas de consumo.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR1-E1-25.1 = 1.05 %
- TR1-26.1-27.1-29.1 = 1.93 %
- TR1-28.1-28.1 = 1.94 %

7.2.2.2 Salidas alumbrado del transformador 1

7.2.2.2.1 Zona Verde 3

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR1	0	230,94	0	(1.472 W)	12,00	10,00
Nudo	0,28		0,121	(0 W)	5,75	3,07
F1.1	0,489		0,212	(-46 W)	2,13	1,04
F1.2	0,693		0,3	(-46 W)	1,25	0,60
F1.3	0,877		0,38	(-46 W)	0,89	0,42
F1.4	1,041		0,451	(-46 W)	0,69	0,33
F1.5	1,184		0,513	(-46 W)	0,56	0,27
F1.6	1,306		0,566	(-46 W)	0,47	0,22
F1.7	1,408		0,61	(-46 W)	0,41	0,19
F1.8	1,49		0,645	(-46 W)	0,36	0,17
F1.9	1,552		0,672	(-46 W)	0,32	0,15
F1.10	1,592		0,69	(-46 W)	0,29	0,14
F1.11	1,606		0,695*	(-46 W)	0,27	0,13
F3.1	0,457		0,198	(-46 W)	2,37	1,16
F3.2	0,661		0,286	(-46 W)	1,33	0,64
F3.3	0,845		0,366	(-46 W)	0,93	0,44
F3.4	1,009		0,437	(-46 W)	0,71	0,34
F3.5	1,152		0,499	(-46 W)	0,57	0,27
F3.6	1,283		0,556	(-46 W)	0,48	0,23
F3.7	1,378		0,597	(-46 W)	0,42	0,20
F3.8	1,46		0,632	(-46 W)	0,37	0,17
F3.9	1,521		0,659	(-46 W)	0,33	0,16
F3.10	1,562		0,676	(-46 W)	0,29	0,14
F3.11	1,576		0,683	(-46 W)	0,27	0,13
F2.1	0,441		0,191	(-46 W)	2,37	1,16
F2.2	0,625		0,27	(-46 W)	1,33	0,64

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

F2.3	0,788		0,341	(-46 W)	0,93	0,44
F2.4	0,931		0,403	(-46 W)	0,71	0,34
2.5	1,054		0,456	(-46 W)	0,57	0,27
2.6	1,163		0,504	(-46 W)	0,48	0,23
2.7	1,245		0,539	(-46 W)	0,41	0,20
2.8	1,306		0,566	(-46 W)	0,36	0,17
2.9	1,347		0,583	(-46 W)	0,32	0,15
2.10	1,365		0,591	(-46 W)	0,30	0,14

Tabla 43. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo y corrientes de cortocircuito máximas y mínimas del transformador 1 del CT2 para alumbrado Zona Verde3.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR1-Nudo-F1.1-F1.2-F1.3-F1.4-F1.5-F1.6-F1.7-F1.8-F1.9-F1.10-F1.11 = 0.7 %
- CuadroTR1-Nudo-F3.1-F3.2-F3.3-F3.4-F3.5-F3.6-F3.7-F3.8-F3.9-F3.10-F3.11 = 0.68 %
- CuadroTR1-Nudo-F2.1-F2.2-F2.3-F2.4-2.5-2.6-2.7-2.8-2.9-2.10 = 0.59 %

7.2.2.3 Salidas consumo parcelas del transformador 2

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
TR2	0	400	0	590,18(368 kW)
E2	1,779		0,445	-40,09 A(-25 kW)
E3	2,562		0,641	-24,06 A(-15 kW)
17.2	3,719		0,93	-97,83 A(-61 kW)
20.1	4,205		1,051	-125,09 A(-78 kW)
30.1	5,155		1,289	-60,94 A(-38 kW)
31.1	6,272		1,568	-125,09 A(-78 kW)
32.1	6,744		1,686*	-117,07 A(-73 kW)

Tabla 44. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 2 del CT2 para parcelas consumo.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR1-E2-E3-17.2-20.1 = 1.05 %
- TR1-30.1-31.1-32.1 = 1.69 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.2.2.4 Salidas consumo alumbrado del transformador 2

7.2.2.4.1 Calles

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR2	0	230,94	0	(2.616 W)	12,00	10,00
Nudo-R	0,075		0,032		6,52	3,58
Nudo-S	0,075		0,032		6,52	3,58
Nudo-T	0,075		0,032		6,52	3,58
A38-R	0,086		0,037		4,19	2,12
A38-S	0,086		0,037		4,19	2,12
A38-T	0,093		0,04		4,19	2,12
A39-R	0,208		0,09		2,66	1,31
A39-S	0,208		0,09		2,66	1,31
A39-T	0,19		0,082		2,66	1,31
99-R	0,141		0,061		1,25	0,60
99-S	0,156		0,067	(-109 W)	1,25	0,60
99-T	0,148		0,064		1,25	0,60
101-R	0,213		0,092		0,79	0,38
101-S	0,141		0,061		0,79	0,38
101-T	0,22		0,095	(-109 W)	0,79	0,38
103-R	0,3		0,13	(-109 W)	0,51	0,24
103-S	0,141		0,061		0,51	0,24
103-T	0,22		0,095		0,51	0,24
100-R	0,086		0,037		2,66	1,31
100-S	0,086		0,037		2,66	1,31
100-T	0,111		0,048	(-109 W)	2,66	1,31
102-R	0,353		0,153	(-109 W)	1,58	0,76
102-S	0,353		0,153		1,58	0,76
102-T	0,317		0,137		1,58	0,76
104-R	0,699		0,303		0,75	0,36
104-S	0,751		0,325	(-109 W)	0,75	0,36
104-T	0,663		0,287		0,75	0,36
A40-R	0,141		0,061		1,47	0,71

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

A40-S	0,141		0,061		1,47	0,71
A40-T	0,148		0,064		1,47	0,71
A41-R	0,803		0,348		0,64	0,31
A41-S	0,855		0,37		0,64	0,31
A41-T	0,767		0,332		0,64	0,31
105-R	0,892		0,386		0,55	0,26
105-S	0,944		0,409		0,55	0,26
105-T	0,855		0,37	(-109 W)	0,55	0,26
107-R	1,134		0,491	(-109 W)	0,40	0,19
107-S	1,186		0,513		0,40	0,19
107-T	1,046		0,453		0,40	0,19
109-R	1,324		0,573		0,31	0,15
109-S	1,428		0,618	(-109 W)	0,31	0,15
109-T	1,236		0,535		0,31	0,15
111-R	1,514		0,656		0,25	0,12
111-S	1,618		0,701		0,25	0,12
111-T	1,426		0,618	(-109 W)	0,25	0,12
113-R	1,704		0,738	(-109 W)	0,21	0,10
113-S	1,808		0,783		0,21	0,10
113-T	1,564		0,677		0,21	0,10
115-R	1,843		0,798		0,19	0,09
115-S	1,998		0,865	(-109 W)	0,19	0,09
115-T	1,703		0,737		0,19	0,09
117-R	1,981		0,858		0,16	0,08
117-S	2,137		0,925		0,16	0,08
117-T	1,841		0,797	(-109 W)	0,16	0,08
A42-R	0,868		0,376		0,53	0,25
A42-S	0,919		0,398		0,53	0,25
A42-T	0,831		0,36		0,53	0,25
106-R	0,987		0,428		0,40	0,19
106-S	1,039		0,45		0,40	0,19
106-T	0,951		0,412	(-109 W)	0,40	0,19
108-R	1,126		0,487	(-109 W)	0,31	0,15
108-S	1,178		0,51		0,31	0,15

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

108-T	1,038		0,449		0,31	0,15
110-R	1,212		0,525		0,25	0,12
110-S	1,316		0,57	(-109 W)	0,25	0,12
110-T	1,124		0,487		0,25	0,12
112-R	1,299		0,562		0,22	0,10
112-S	1,402		0,607		0,22	0,10
112-T	1,21		0,524	(-109 W)	0,22	0,10
114-R	1,385		0,6	(-109 W)	0,19	0,09
114-S	1,489		0,645		0,19	0,09
114-T	1,21		0,524		0,19	0,09
116-R	1,385		0,6		0,17	0,08
116-S	1,575		0,682	(-109 W)	0,17	0,08
116-T	1,21		0,524		0,17	0,08
A43-R	2,032		0,88		0,16	0,08
A43-S	2,188		0,947		0,16	0,08
A43-T	1,873		0,811		0,16	0,08
A44-R	2,066		0,895		0,15	0,07
A44-S	2,222		0,962		0,15	0,07
A44-T	1,907		0,826		0,15	0,07
118-R	2,101		0,91	(-109 W)	0,14	0,07
118-S	2,257		0,977		0,14	0,07
118-T	1,942		0,841		0,14	0,07
120-R	2,101		0,91		0,13	0,06
120-S	2,343		1,015	(-109 W)	0,13	0,06
120-T	2,028		0,878		0,13	0,06
122-R	2,101		0,91		0,12	0,06
122-S	2,343		1,015		0,12	0,06
122-T	2,115		0,916	(-109 W)	0,12	0,06
119-R	2,107		0,912	(-109 W)	0,14	0,07
119-S	2,262		0,98		0,14	0,07
119-T	1,873		0,811		0,14	0,07
121-R	2,107		0,912		0,13	0,06
121-S	2,349		1,017*	(-109 W)	0,13	0,06
121-T	1,873		0,811		0,13	0,06

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Resultados C.d.t por salida, carga de nudo y corrientes de cortocircuito máximas y mínimas del transformador 2 del CT2 para alumbrado calles. Tabla 45. Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR2-Nudo-A38-A40-99 = 0.06 %
- CuadroTR2-Nudo-A38-A40-101-103 = 0.1 %
- CuadroTR2-Nudo-A38-100 = 0.05 %
- CuadroTR2-Nudo-A39-102-104-A41-A42-106-108-110-112-114-116 = 0.52 %
- CuadroTR2-Nudo-A39-102-104-A41-105-107-109-111-113-115-117-A43-A44-118-120-122 = 0.92 %
- CuadroTR2-Nudo-A39-102-104-A41-105-107-109-111-113-115-117-A43-119-121 = 0.81 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.3 CT3

7.3.1 Especificaciones del conductor y sus propiedades.

7.3.1.1 Salidas consumo parcelas del transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3-3	TR1	18.1	95	158,77	1	197,15/0,62	160
3-3	18.1	8.1	23	110,66	1	197,15/0,62	160
3-3	8.1	9.1	16	24,06	1	197,15/0,62	160
3-2	TR1	21.2	76	114,51	1	197,15/0,62	160
3-8	TR1	24.1	56	155,88	1	197,15/0,62	160
3-8	24.1	22.1	35	69,28	1	197,15/0,62	160
3-9	TR1	22.2	158	138,56	1	197,15/0,62	160
3-9	22.2	22.3	58	69,28	1	197,15/0,62	160
3-1	TR1	23.1	13	169,36	2	394,3/0,62	2(160)
3-1	23.1	21.1	10	113,55	2	394,3/0,62	2(160)

Tabla 46. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT3 que alimenta parcelas de consumo.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la Tabla 47.

TRAFO 1	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1	0,97	0,62

Tabla 47. Fc aplicado a las salidas del transformador 2 del CT2.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.3.1.2 Salidas alumbrado del transformador 1

7.3.1.2.1 Calles

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálc. (R S T) (A)	In/lreg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3	32	33	30	1,05 1,05 1,57	6		57/0,8	90
2	32	31	30	-1,05 -1,57 -1,57	6		57/0,8	90
3	CuadroTR1	Nudo	21	3,67 3,15 3,15	10	25/30	57/0,8	90
4	Nudo	30	4	2,1 1,57 1,57	6		57/0,8	90
5	30	29	30	1,57 1,57 1,57	6		57/0,8	90
6	33	A10	15	1,05 1,05 1,05			57/0,8	90
7	29	A11	28	1,57 1,05 1,57			57/0,8	90
8	A10	34	12	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
9	34	35	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
10	35	36	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
11	A10	A13	17	0,52 0,52 0,52			57/0,8	90
12	A13	39	12	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
13	39	38	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
14	38	37	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
15	A11	A12	18	0,52 0,52 1,05			57/0,8	90
16	A11	28	8	1,05 0,52 0,52	6		57/0,8	90
17	28	27	30	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
18	27	26	30	0,52 0 0,52	6		57/0,8	90
19	26	21	30	0,52 0 0	6		57/0,8	90
20	A12	22	7	0,52 0,52 1,05	6		57/0,8	90
21	22	23	30	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
22	23	24	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

23	24	25	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
24	Nudo	A14	15	1,57 1,57 1,57			57/0,8	90
25	A15	31	5	1,57 1,57 1,57	6		57/0,8	90
26	A14	A15	11	1,57 1,57 1,57			57/0,8	90

Tabla 48. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT3 que alimenta alumbrado calles.

7.3.1.3 Salidas parcelas consumo del transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
3-7	TR2	19.1	130	108,73	1	206,39/0,649	160
3-7		19.1 20.2	16	75,06	1	206,39/0,649	160
3-5	TR2	13.1	33	146,26	1	206,39/0,649	160
3-5		13.1 12.1	7	73,13	1	218,72/0,649	160
3-6	TR2	11.1	65	129,9	1	206,39/0,649	160
3-4	TR2	10.1	142	166,47	2	412,79/0,649	2(160)
3-4		10.1 6.1	11	70,24	2	412,79/0,649	2(160)

Tabla 49. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 2 del CT3 que alimenta parcelas de consumo.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la Tabla 50.

TRAFO 2	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	5	1	1	
Fc	1	0,67	1	0,97	0,649

Tabla 50. Fc aplicado a las salidas del transformador 2 del CT3.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.3.1.4 Salidas alumbrado del transformador 2

7.3.1.4.1 Calles

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR2	Nudo	5	2,62 2,1 2,1	10	25/30	57/1	90
2	Nudo	A17	23	2,62 2,1 2,1			57/1	90
3	A17	A16	14	1,57 1,57 1,05			57/1	90
4	A16	40	4	0 0,52 0,52	6		57/1	90
5	40	41	30	0 0 0,52	6		57/1	90
6	A16	A18	15	1,57 1,05 0,52			57/1	90
7	A18	42	13	0,52 0 0	6		57/1	90
8	A18	43	24	1,05 1,05 0,52	6		57/1	90
10	44	47	30	1,05 0,52 0,52	6		57/1	90
10	43	45	30	0,52 1,05 0,52	6		57/1	90
11	45	46	30	0,52 0,52 0,52	6		57/1	90
12	44	A17	29	-1,05 -0,52 -1,05	6		57/1	90
13	47	A21	19	0,52 0,52 0,52	6		57/1	90
14	A21	48	4	0,52 0,52 0,52	6		57/1	90
15	48	51	27	0,52 0 0,52	6		57/1	90
16	51	52	30	0,52 0 0	6		57/1	90
17	46	A19	23	0,52 0,52 0	6		57/1	90
18	A19	A20	12	0,52 0,52 0			57/1	90
19	A20	49	5	0,52 0,52 0	6		57/1	90
20	49	50	22	0 0,52 0	6		57/1	90

Tabla 51. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 2 del CT3 que alimenta alumbrado de calles.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.3.2 C.d.t en V y % por nudo.

7.3.2.1 Salidas consumo parcelas del transformador 1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
TR1	0	400	0	737,084(459,6 kW)
18.1	4,348		1,087	-48,11 A(-30 kW)
8.1	5,081		1,27	-86,6 A(-54 kW)
9.1	5,192		1,298	-24,06 A(-15 kW)
21.2	2,508		0,627	-114,51 A(-71,4 kW)
24.1	2,516		0,629	-86,6 A(-54 kW)
22.1	3,215		0,804	-69,28 A(-43,2 kW)
22.2	6,311		1,578	-69,28 A(-43,2 kW)
22.3	7,469		1,867*	-69,28 A(-43,2 kW)
23.1	0,317		0,079	-55,81 A(-34,8 kW)
21.1	0,481		0,12	-113,55 A(-70,8 kW)

Tabla 52. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 1 del CT3 para parcelas de consumo.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR1-18.1-8.1-9.1 = 1.3 %
- TR1-21.2 = 0.63 %
- TR1-24.1-22.1 = 0.8 %
- TR1-22.2-22.3 = 1.87 %
- TR1-23.1-21.1 = 0.12 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.3.2.2 Salidas alumbrado del transformador 1

7.3.2.2.1 Calles

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR1	0	230,94	0	(2.071 W)	12,00	10,00
32-R	0,661		0,286		0,51	0,24
32-S	0,676		0,293	(-109 W)	0,51	0,24
32-T	0,676		0,293		0,51	0,24
33-R	0,816		0,353		0,37	0,18
33-S	0,832		0,36		0,37	0,18
33-T	0,884		0,383	(-109 W)	0,37	0,18
31-R	0,505		0,219	(-109 W)	0,80	0,38
31-S	0,469		0,203		0,80	0,38
31-T	0,469		0,203		0,80	0,38
Nudo-R	0,291		0,126		1,94	0,94
Nudo-S	0,254		0,11		1,94	0,94
Nudo-T	0,254		0,11		1,94	0,94
30-R	0,325		0,141	(-109 W)	1,64	0,79
30-S	0,282		0,122		1,64	0,79
30-T	0,282		0,122		1,64	0,79
29-R	0,533		0,231		0,76	0,36
29-S	0,489		0,212	(-109 W)	0,76	0,36
29-T	0,489		0,212		0,76	0,36
A10-R	0,894		0,387		0,33	0,16
A10-S	0,91		0,394		0,33	0,16
A10-T	0,961		0,416		0,33	0,16
A11-R	0,726		0,314		0,51	0,24
A11-S	0,635		0,275		0,51	0,24
A11-T	0,683		0,296		0,51	0,24
34-R	0,936		0,405	(-109 W)	0,30	0,14
34-S	0,951		0,412		0,30	0,14
34-T	1,003		0,434		0,30	0,14

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

35-R	0,936		0,405		0,25	0,12
35-S	1,055		0,457	(-109 W)	0,25	0,12
35-T	1,107		0,479		0,25	0,12
36-R	0,936		0,405		0,21	0,10
36-S	1,055		0,457		0,21	0,10
36-T	1,21		0,524	(-109 W)	0,21	0,10
A13-R	0,953		0,413		0,29	0,14
A13-S	0,968		0,419		0,29	0,14
A13-T	1,02		0,442		0,29	0,14
39-R	0,994		0,431	(-109 W)	0,27	0,13
39-S	1,01		0,437		0,27	0,13
39-T	1,062		0,46		0,27	0,13
38-R	0,994		0,431		0,23	0,11
38-S	1,114		0,482	(-109 W)	0,23	0,11
38-T	1,166		0,505		0,23	0,11
37-R	0,994		0,431		0,19	0,09
37-S	1,114		0,482		0,19	0,09
37-T	1,269		0,55*	(-109 W)	0,19	0,09
A12-R	0,789		0,341		0,42	0,20
A12-S	0,697		0,302		0,42	0,20
A12-T	0,776		0,336		0,42	0,20
28-R	0,768		0,332	(-109 W)	0,46	0,22
28-S	0,662		0,287		0,46	0,22
28-T	0,711		0,308		0,46	0,22
27-R	0,872		0,377		0,35	0,17
27-S	0,766		0,332	(-109 W)	0,35	0,17
27-T	0,814		0,353		0,35	0,17
26-R	0,975		0,422		0,28	0,13
26-S	0,766		0,332		0,28	0,13
26-T	0,918		0,398	(-109 W)	0,28	0,13
21-R	1,079		0,467	(-109 W)	0,23	0,11
21-S	0,766		0,332		0,23	0,11
21-T	0,918		0,398		0,23	0,11
22-R	0,813		0,352		0,39	0,19

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

22-S	0,721		0,312		0,39	0,19
22-T	0,813		0,352	(-109 W)	0,39	0,19
23-R	0,917		0,397	(-109 W)	0,30	0,15
23-S	0,825		0,357		0,30	0,15
23-T	0,917		0,397		0,30	0,15
24-R	0,917		0,397		0,25	0,12
24-S	0,929		0,402	(-109 W)	0,25	0,12
24-T	1,02		0,442		0,25	0,12
25-R	0,917		0,397		0,21	0,10
25-S	0,929		0,402		0,21	0,10
25-T	1,124		0,487	(-109 W)	0,21	0,10
A14-R	0,394		0,171		1,15	0,55
A14-S	0,358		0,155		1,15	0,55
A14-T	0,358		0,155		1,15	0,55
A15-R	0,47		0,204		0,89	0,42
A15-S	0,434		0,188		0,89	0,42
A15-T	0,434		0,188		0,89	0,42

Tabla 53. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 1 del CT3 para parcelas de consumo.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR1-Nudo-A14-A15-31-32-33-A10-34-35-36 = 0.52 %
- CuadroTR1-Nudo-A14-A15-31-32-33-A10-A13-39-38-37 = 0.55 %
- CuadroTR1-Nudo-30-29-A11-28-27-26-21 = 0.4 %
- CuadroTR1-Nudo-30-29-A11-A12-22-23-24-25 = 0.49 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.3.2.3 Salidas consumo parcelas del transformador 2

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
TR2	0	400	0	551,37(343,8 kW)
19.1	4,074		1,019	-33,68 A(-21 kW)
20.2	4,421		1,105*	-75,06 A(-46,8 kW)
13.1	1,391		0,348	-73,13 A(-45,6 kW)
12.1	1,539		0,385	-73,13 A(-45,6 kW)
11.1	2,434		0,608	-129,9 A(-81 kW)
10.1	3,407		0,852	-96,23 A(-60 kW)
6.1	3,518		0,88	-70,24 A(-43,8 kW)

Tabla 54. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 2 del CT3 para parcelas de consumo.

Siendo:

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

Caía de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR2-19.1-20.2 = 1.11 %
- TR2-13.1-12.1 = 0.38 %
- TR2-11.1 = 0.61 %
- TR2-10.1-6.1 = 0.88 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.3.2.4 Salidas alumbrado del transformador 2

7.3.2.4.1 Calles

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR2	0	230,94	0	(1.417 W)	12,00	10,00
Nudo-R	0,052		0,022		6,52	3,58
Nudo-S	0,043		0,019		6,52	3,58
Nudo-T	0,043		0,019		6,52	3,58
A17-R	0,291		0,126		1,47	0,71
A17-S	0,242		0,105		1,47	0,71
A17-T	0,242		0,105		1,47	0,71
A16-R	0,387		0,168		0,99	0,47
A16-S	0,339		0,147		0,99	0,47
A16-T	0,315		0,136		0,99	0,47
40-R	0,387		0,168		0,91	0,43
40-S	0,353		0,153	(-109 W)	0,91	0,43
40-T	0,329		0,142		0,91	0,43
41-R	0,387		0,168		0,55	0,26
41-S	0,353		0,153		0,55	0,26
41-T	0,432		0,187	(-109 W)	0,55	0,26
A18-R	0,491		0,213		0,73	0,35
A18-S	0,417		0,18		0,73	0,35
A18-T	0,367		0,159		0,73	0,35
42-R	0,536		0,232	(-109 W)	0,60	0,29
42-S	0,417		0,18		0,60	0,29
42-T	0,367		0,159		0,60	0,29
43-R	0,616		0,267	(-109 W)	0,52	0,25
43-S	0,541		0,234		0,52	0,25
43-T	0,45		0,195		0,52	0,25
44-R	0,441		0,191		0,73	0,35
44-S	0,342		0,148		0,73	0,35
44-T	0,393		0,17	(-109 W)	0,73	0,35
47-R	0,597		0,258	(-109 W)	0,48	0,23

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

47-S	0,446		0,193		0,48	0,23
47-T	0,496		0,215		0,48	0,23
45-R	0,719		0,311		0,38	0,18
45-S	0,697		0,302	(-109 W)	0,38	0,18
45-T	0,553		0,24		0,38	0,18
46-R	0,823		0,356		0,30	0,14
46-S	0,801		0,347		0,30	0,14
46-T	0,657		0,285	(-109 W)	0,30	0,14
A21-R	0,662		0,287		0,40	0,19
A21-S	0,512		0,222		0,40	0,19
A21-T	0,562		0,243		0,40	0,19
48-R	0,676		0,293		0,38	0,18
48-S	0,526		0,228	(-109 W)	0,38	0,18
48-T	0,576		0,249		0,38	0,18
51-R	0,77		0,333		0,31	0,15
51-S	0,526		0,228		0,31	0,15
51-T	0,669		0,29	(-109 W)	0,31	0,15
52-R	0,873		0,378	(-109 W)	0,25	0,12
52-S	0,526		0,228		0,25	0,12
52-T	0,669		0,29		0,25	0,12
A19-R	0,903		0,391		0,26	0,12
A19-S	0,88		0,381		0,26	0,12
A19-T	0,657		0,285		0,26	0,12
A20-R	0,944		0,409		0,24	0,11
A20-S	0,922		0,399		0,24	0,11
A20-T	0,657		0,285		0,24	0,11
49-R	0,961		0,416	(-109 W)	0,23	0,11
49-S	0,939		0,407		0,23	0,11
49-T	0,657		0,285		0,23	0,11
50-R	0,961		0,416		0,21	0,10
50-S	1,015		0,44*	(-109 W)	0,21	0,10
50-T	0,657		0,285		0,21	0,10

Tabla 55. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 2 del CT3 para alumbrado calles.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR2-Nudo-A17-A16-40-41 = 0.19 %
- CuadroTR2-Nudo-A17-A16-A18-42 = 0.16 %
- CuadroTR2-Nudo-A17-44-47-A21-48-51-52 = 0.29 %
- CuadroTR2-Nudo-A17-A16-A18-43-45-46-A19-A20-49-50 = 0.28 %

7.4 CT4

7.4.1 Especificaciones del conductor y sus propiedades

7.4.1.1 Salidas parcelas consumo del transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
4-7	TR1	41.1	33	153,96	1	197,15/0,62	160
4-7	41.1	41.2	62	76,98	1	197,15/0,62	160
4-6	TR1	40.1	120	122,21	1	197,15/0,62	160
4-6	40.1	37.2	76	37,53	1	197,15/0,62	160
4-2	TR1	39.1	11	150,11	1	197,15/0,62	160
4-2	39.1	38.1	62	92,38	1	197,15/0,62	160
4-2	38.1	37.1	39	37,53	1	197,15/0,62	160
4-1	TR1	35.1	93	169,36	2	394,3/0,62	2(160)
4-1	35.1	31.2	46	107,77	2	394,3/0,62	2(160)
4-1	31.2	34.1	33	33,68	2	394,3/0,62	2(160)
4-8	TR1	36.1	66	123,17	1	197,15/0,62	160
4-8	36.1	35.2	26	60,62	1	197,15/0,62	160

Tabla 56. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT4 que alimenta parcelas de consumo.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la *Tabla 57*.

TRAFO 1	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	6	1	1	
Fc	1	0,64	1	0,97	0,62

Tabla 57. Fc aplicado a las salidas del transformador 1 del CT4.

7.4.1.2 Salidas alumbrado del transformador 1

7.4.1.2.1 Calles

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR1	Nudo	6	4,2 4,2 4,2	10	25/30	57/0.8	90
2	Nudo	A22	14	0 0 0,52			57/0.8	90
3	A22	54	16	0 0 0,52	6		57/0.8	90
4	Nudo	53	14	1,57 1,57 1,57	6		57/0.8	90
5	Nudo	A23	27	2,62 2,62 2,1			57/0.8	90
8	55	57	30	1,57 2,1 1,57	6		57/0.8	90
9	57	60	30	1,57 1,57 1,57	6		57/0.8	90
8	A23	55	13	2,1 2,1 1,57	6		57/0.8	90
9	60	61	30	1,57 1,57 1,05	6		57/0.8	90
10	A23	A24	16	0,52 0,52 0,52			57/0.8	90
11	A24	56	25	0,52 0,52 0,52	6		57/0.8	90
12	56	58	30	0,52 0,52 0	6		57/0.8	90
13	58	59	30	0 0,52 0	6		57/0.8	90
14	61	62	17	1,05 1,57 1,05	6		57/0.8	90
15	62	63	18	1,05 1,05 1,05	6		57/0.8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

16	63	64	30	1,05 1,05 0,52	6		57/0.8	90
17	64	A26	15	0,52 1,05 0,52	6		57/0.8	90
18	A26	65	22	0,52 1,05 0,52	6		57/0.8	90
19	65	66	30	0,52 0,52 0,52	6		57/0.8	90
20	66	67	30	0,52 0,52 0	6		57/0.8	90
21	67	68	30	0 0,52 0	6		57/0.8	90
22	53	A25	28	1,57 1,57 1,05			57/0.8	90
23	A25	69	21	1,57 1,57 1,05	6		57/0.8	90
24	69	70	30	1,05 1,57 1,05	6		57/0.8	90
25	70	71	30	1,05 1,05 1,05	6		57/0.8	90
26	71	72	30	1,05 1,05 0,52	6		57/0.8	90
27	72	A27	19	0,52 1,05 0,52	6		57/0.8	90
28	A27	73	17	0,52 0,52 0	6		57/0.8	90
29	73	74	30	0 0,52 0	6		57/0.8	90
30	A27	A28	17	0 0,52 0,52			57/0.8	90
31	A28	75	16	0 0,52 0,52	6		57/0.8	90
32	75	76	30	0 0 0,52	6		57/0.8	90

Tabla 58. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 1 del CT4 que alimenta alumbrado de calles.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.4.1.3 Salidas parcelas consumo del transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	Circuitos	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
4-9	TR2	33.1	106	133,75	1	206,39/0,649	225
4-9	33.1	32.2	62	69,28	1	206,39/0,649	160
4-3	TR2	47.1	67	166,47	2	412,79/0,649	2(160)
4-3	47.1	47.2	34	124,13	2	412,79/0,649	2(160)
4-3	47.2	46.1	49	82,75	2	412,79/0,649	2(160)
4-3	46.1	42.1	48	51	2	412,79/0,649	2(160)
4-4	TR2	AP	65	159,73	1	206,39/0,649	160
4-4	AP	43.1	5	57,73	1	206,39/0,649	160
4-4	43.1	44.1	12	38,49	1	206,39/0,649	160
4-4	44.1	45.1	13	19,25	1	206,39/0,649	160
4-4	AP	42.2	24	102	1	206,39/0,649	160
4-4	42.2	42.3	53	51	1	206,39/0,649	160
4-5	TR2	42.4	205	102	1	206,39/0,649	160
4-5	42.4	42.5	36	51	1	206,39/0,649	160

Tabla 59. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 2 del CT4 que alimenta parcelas de consumo.

El Fc utilizado para estas salidas está calculado en base a las siguientes especificaciones de la Tabla 60.

TRAFO 2	Tº(terreno) (°C)	Núm.tubos	Res. Térm.ter. (K*m/W)	Prof. (m)	TOTAL
	25	5	1	1	
Fc	1	0,67	1	0,97	0,649

Tabla 60. Fc aplicado a las salidas del transformador 1 del CT4.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.4.1.4 Salidas alumbrado del transformador 2

7.4.1.4.1 Calles

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálc. (R S T) (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	CuadroTR2	Nudo	20	4,2 3,67 3,67	10	25/30	57/0,8	90
2	Nudo	A29	22	3,15 3,15 3,15			57/0,8	90
3	Nudo	A34	29	1,05 0,52 0,52			57/0,8	90
4	A34	A36	19	1,05 0,52 0,52			57/0,8	90
5	A29	A30	13	0,52 0,52 0,52			57/0,8	90
6	A30	77	10	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
7	77	79	30	0,52 0,52 0	6		57/0,8	90
8	79	80	31	0 0,52 0	6		57/0,8	90
9	A29	78	25	2,62 2,62 2,62	6		57/0,8	90
10	78	81	30	2,1 2,62 2,62	6		57/0,8	90
11	81	A31	10	2,1 2,1 2,62	6		57/0,8	90
12	A31	82	10	1,57 1,57 1,57	6		57/0,8	90
13	82	84	30	1,05 1,57 1,57	6		57/0,8	90
14	A31	A32	13	0,52 0,52 1,05	6		57/0,8	90
15	A32	83	25	0,52 0,52 1,05	6		57/0,8	90
16	83	90	30	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
17	90	91	30	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
18	91	93	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90
22	84	A33	8	1,05 1,05 1,57			57/0,8	90
23	A33	A35	17	1,05 0,52 1,05			57/0,8	90
24	A33	85	16	0 0,52 0,52	6		57/0,8	90
25	85	86	30	0 0 0,52	6		57/0,8	90

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

26	A35	88	16	0,52 0 0,52	6		57/0,8	90
27	88	87	30	0,52 0 0	6		57/0,8	90
25	A35	89	5	0,52 0,52 0,52	6		57/0,8	90
26	89	92	30	0,52 0,52 0	6		57/0,8	90
27	92	94	25	0 0,52 0	6		57/0,8	90
28	A36	98	8	0,52 0 0,52	6		57/0,8	90
29	98	96	30	0,52 0 0	6		57/0,8	90
30	A36	A37	12	0,52 0,52 0			57/0,8	90
31	A37	97	24	0,52 0,52 0	6		57/0,8	90
32	97	95	30	0 0,52 0	6		57/0,8	90

Tabla 61. Resultados conductor, tubo protector, longitudes y propiedades eléctricas de las líneas del transformador 2 del CT4 que alimenta alumbrado calles.

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.4.2 C.d.t en V y % por nudo.

7.4.2.1 Salidas parcelas consumo del transformador 1

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
TR1	0	400	0	718,801(448,2 kW)
41.1	1,464		0,366	-76,98 A(-48 kW)
41.2	2,84		0,71	-76,98 A(-48 kW)
40.1	4,227		1,057	-84,68 A(-52,8 kW)
37.2	5,049		1,262*	-37,53 A(-23,4 kW)
39.1	0,476		0,119	-57,74 A(-36 kW)
38.1	2,127		0,532	-54,85 A(-34,2 kW)
37.1	2,549		0,637	-37,53 A(-23,4 kW)
35.1	2,27		0,567	-61,58 A(-38,4 kW)
31.2	2,984		0,746	-74,09 A(-46,2 kW)
34.1	3,145		0,786	-33,68 A(-21 kW)
36.1	2,343		0,586	-62,55 A(-39 kW)
35.2	2,797		0,699	-60,62 A(-37,8 kW)

Tabla 62. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 1 del CT4 para parcelas consumo.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR1-41.1-41.2 = 0.71 %
- TR1-40.1-37.2 = 1.26 %
- TR1-39.1-38.1-37.1 = 0.64 %
- TR1-35.1-31.2-34.1 = 0.79 %
- TR1-36.1-35.2 = 0.7 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.4.2.2 Salidas alumbrado del transformador 1

7.4.2.2.1 Calles

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR1	0	230,94	0	(2.616 W)	12,00	10,00
Nudo-R	0,09		0,039		5,75	3,07
Nudo-S	0,09		0,039		5,75	3,07
Nudo-T	0,09		0,039		5,75	3,07
A22-R	0,09		0,039		2,03	0,99
A22-S	0,09		0,039		2,03	0,99
A22-T	0,13		0,056		2,03	0,99
54-R	0,09		0,039		1,15	0,55
54-S	0,09		0,039		1,15	0,55
54-T	0,176		0,076	(-109 W)	1,15	0,55
53-R	0,179		0,077		2,03	0,99
53-S	0,179		0,077		2,03	0,99
53-T	0,179		0,077	(-109 W)	2,03	0,99
A23-R	0,354		0,154		1,25	0,60
A23-S	0,354		0,154		1,25	0,60
A23-T	0,308		0,133		1,25	0,60
55-R	0,459		0,199	(-109 W)	0,91	0,43
55-S	0,459		0,199		0,91	0,43
55-T	0,39		0,169		0,91	0,43
57-R	0,65		0,281		0,55	0,26
57-S	0,702		0,304	(-109 W)	0,55	0,26
57-T	0,58		0,251		0,55	0,26
60-R	0,84		0,364		0,40	0,19
60-S	0,892		0,386		0,40	0,19
60-T	0,771		0,334	(-109 W)	0,40	0,19
61-R	1,03		0,446	(-109 W)	0,31	0,15
61-S	1,082		0,468		0,31	0,15
61-T	0,909		0,394		0,31	0,15
A24-R	0,401		0,173		0,85	0,41

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

A24-S	0,401		0,173		0,85	0,41
A24-T	0,354		0,153		0,85	0,41
56-R	0,473		0,205		0,57	0,27
56-S	0,473		0,205		0,57	0,27
56-T	0,426		0,184	(-109 W)	0,57	0,27
58-R	0,559		0,242	(-109 W)	0,40	0,19
58-S	0,559		0,242		0,40	0,19
58-T	0,426		0,184		0,40	0,19
59-R	0,559		0,242		0,31	0,15
59-S	0,646		0,28	(-109 W)	0,31	0,15
59-T	0,426		0,184		0,31	0,15
62-R	1,108		0,48		0,27	0,13
62-S	1,19		0,515	(-109 W)	0,27	0,13
62-T	0,987		0,428		0,27	0,13
63-R	1,191		0,516		0,25	0,12
63-S	1,273		0,551		0,25	0,12
63-T	1,07		0,464	(-109 W)	0,25	0,12
64-R	1,33		0,576	(-109 W)	0,21	0,10
64-S	1,411		0,611		0,21	0,10
64-T	1,157		0,501		0,21	0,10
A26-R	1,373		0,595		0,19	0,09
A26-S	1,48		0,641		0,19	0,09
A26-T	1,2		0,52		0,19	0,09
65-R	1,436		0,622		0,18	0,08
65-S	1,582		0,685	(-109 W)	0,18	0,08
65-T	1,264		0,547		0,18	0,08
66-R	1,523		0,659		0,16	0,07
66-S	1,668		0,722		0,16	0,07
66-T	1,35		0,585	(-109 W)	0,16	0,07
67-R	1,609		0,697	(-109 W)	0,14	0,07
67-S	1,755		0,76		0,14	0,07
67-T	1,35		0,585		0,14	0,07
68-R	1,609		0,697		0,13	0,06

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

68-S	1,841		0,797*	(-109 W)	0,13	0,06
68-T	1,35		0,585		0,13	0,06
A25-R	0,356		0,154		0,87	0,42
A25-S	0,356		0,154		0,87	0,42
A25-T	0,308		0,133		0,87	0,42
69-R	0,489		0,212	(-109 W)	0,61	0,29
69-S	0,489		0,212		0,61	0,29
69-T	0,405		0,175		0,61	0,29
70-R	0,628		0,272		0,42	0,20
70-S	0,68		0,294	(-109 W)	0,42	0,20
70-T	0,543		0,235		0,42	0,20
71-R	0,766		0,332		0,33	0,16
71-S	0,818		0,354		0,33	0,16
71-T	0,681		0,295	(-109 W)	0,33	0,16
72-R	0,904		0,392	(-109 W)	0,26	0,13
72-S	0,956		0,414		0,26	0,13
72-T	0,768		0,332		0,26	0,13
A27-R	0,959		0,415		0,24	0,11
A27-S	1,044		0,452		0,24	0,11
A27-T	0,823		0,356		0,24	0,11
73-R	1,008		0,437	(-109 W)	0,22	0,10
73-S	1,093		0,473		0,22	0,10
73-T	0,823		0,356		0,22	0,10
74-R	1,008		0,437		0,19	0,09
74-S	1,179		0,511	(-109 W)	0,19	0,09
74-T	0,823		0,356		0,19	0,09
A28-R	0,959		0,415		0,22	0,10
A28-S	1,093		0,473		0,22	0,10
A28-T	0,872		0,377		0,22	0,10
75-R	0,959		0,415		0,20	0,09
75-S	1,139		0,493	(-109 W)	0,20	0,09
75-T	0,918		0,397		0,20	0,09
76-R	0,959		0,415		0,17	0,08
76-S	1,139		0,493		0,17	0,08

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

76-T	1,004		0,435	(-109 W)	0,17	0,08
-------------	-------	--	-------	----------	------	------

Tabla 63. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 1 del CT4 para alumbrado calles.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- CuadroTR1-Nudo-A22-54 = 0.08 %
- CuadroTR1-Nudo-A23-A24-56-58-59 = 0.18 %
- CuadroTR1-Nudo-A23-55-57-60-61-62-63-64-A26-65-66-67-68 = 0.58 %
- CuadroTR1-Nudo-53-A25-69-70-71-72-A27-73-74 = 0.36 %
- CuadroTR1-Nudo-53-A25-69-70-71-72-A27-A28-75-76 = 0.43 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.4.2.3 Salidas consumo parcelas del transformador 2

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
TR2	0	400	0	561,954(350,4 kW)
33.1	4,087		1,022	-64,47 A(-40,2 kW)
32.2	5,325		1,331	-69,28 A(-43,2 kW)
47.1	1,607		0,402	-42,34 A(-26,4 kW)
47.2	2,216		0,554	-41,38 A(-25,8 kW)
46.1	2,8		0,7	-31,75 A(-19,8 kW)
42.1	3,153		0,788	-51 A(-31,8 kW)
AP	2,993		0,748	0 A(0 kW)
43.1	3,076		0,769	-19,25 A(-12 kW)
44.1	3,209		0,802	-19,25 A(-12 kW)
45.1	3,281		0,82	-19,25 A(-12 kW)
42.2	3,698		0,925	-51 A(-31,8 kW)
42.3	4,477		1,119	-51 A(-31,8 kW)
42.4	6,027		1,507	-51 A(-31,8 kW)
42.5	6,556		1,639*	-51 A(-31,8 kW)

Tabla 64. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 2 del CT4 para parcelas consumo.

Siendo:

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

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

- TR2-33.1-32.2 = 1.33 %
- TR2-47.1-47.2-46.1-42.1 = 0.79 %
- TR2-AP-43.1-44.1-45.1 = 0.82 %
- TR2-AP-42.2-42.3 = 1.12 %
- TR2-42.4-42.5 = 1.64 %

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

7.4.2.4 Salidas alumbrado del transformador 2

7.4.2.4.1 Calles

Nudo	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo	Ik1Max (kA)	Ik1Min (kA)
CuadroTR2	0	230,94	0	(2.398 W)	12,00	10,00
Nudo-R	0,311		0,135		2,03	0,99
Nudo-S	0,277		0,12		2,03	0,99
Nudo-T	0,277		0,12		2,03	0,99
A29-R	0,578		0,25		0,99	0,47
A29-S	0,543		0,235		0,99	0,47
A29-T	0,543		0,235		0,99	0,47
A34-R	0,462		0,2		0,85	0,41
A34-S	0,377		0,163		0,85	0,41
A34-T	0,377		0,163		0,85	0,41
A36-R	0,56		0,243		0,62	0,29
A36-S	0,443		0,192		0,62	0,29
A36-T	0,443		0,192		0,62	0,29
A30-R	0,623		0,27		0,76	0,36
A30-S	0,588		0,255		0,76	0,36
A30-T	0,588		0,255		0,76	0,36
77-R	0,657		0,285		0,64	0,31
77-S	0,623		0,27		0,64	0,31
77-T	0,623		0,27	(-109 W)	0,64	0,31
79-R	0,761		0,329	(-109 W)	0,44	0,21
79-S	0,726		0,314		0,44	0,21
79-T	0,623		0,27		0,44	0,21
80-R	0,761		0,329		0,33	0,16
80-S	0,834		0,361	(-109 W)	0,33	0,16
80-T	0,623		0,27		0,33	0,16
78-R	0,837		0,362	(-109 W)	0,62	0,30
78-S	0,802		0,347		0,62	0,30
78-T	0,802		0,347		0,62	0,30
81-R	1,096		0,475		0,43	0,21
81-S	1,114		0,482	(-109 W)	0,43	0,21

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

81-T	1,114		0,482		0,43	0,21
A31-R	1,183		0,512		0,39	0,19
A31-S	1,2		0,52		0,39	0,19
A31-T	1,217		0,527		0,39	0,19
82-R	1,252		0,542	(-109 W)	0,36	0,17
82-S	1,269		0,55		0,36	0,17
82-T	1,287		0,557		0,36	0,17
84-R	1,408		0,61		0,29	0,14
84-S	1,477		0,639	(-109 W)	0,29	0,14
84-T	1,494		0,647		0,29	0,14
A32-R	1,228		0,532		0,35	0,17
A32-S	1,245		0,539		0,35	0,17
A32-T	1,285		0,556		0,35	0,17
83-R	1,314		0,569		0,29	0,14
83-S	1,332		0,577		0,29	0,14
83-T	1,415		0,613	(-109 W)	0,29	0,14
90-R	1,418		0,614	(-109 W)	0,24	0,11
90-S	1,435		0,621		0,24	0,11
90-T	1,518		0,657		0,24	0,11
91-R	1,418		0,614		0,21	0,10
91-S	1,539		0,666	(-109 W)	0,21	0,10
91-T	1,622		0,702		0,21	0,10
93-R	1,418		0,614		0,18	0,09
93-S	1,539		0,666		0,18	0,09
93-T	1,726		0,747	(-109 W)	0,18	0,09
A33-R	1,449		0,627		0,27	0,13
A33-S	1,518		0,657		0,27	0,13
A33-T	1,549		0,671		0,27	0,13
A35-R	1,537		0,666		0,24	0,12
A35-S	1,577		0,683		0,24	0,12
A35-T	1,638		0,709		0,24	0,12
85-R	1,449		0,627		0,25	0,12
85-S	1,574		0,681	(-109 W)	0,25	0,12
85-T	1,605		0,695		0,25	0,12
86-R	1,449		0,627		0,21	0,10
86-S	1,574		0,681		0,21	0,10

Anexo III. Cálculo red de baja tensión.

86-T	1,709		0,74	(-109 W)	0,21	0,10
88-R	1,593		0,69		0,22	0,11
88-S	1,577		0,683		0,22	0,11
88-T	1,693		0,733	(-109 W)	0,22	0,11
87-R	1,696		0,735	(-109 W)	0,19	0,09
87-S	1,577		0,683		0,19	0,09
87-T	1,693		0,733		0,19	0,09
89-R	1,555		0,673		0,24	0,11
89-S	1,594		0,69		0,24	0,11
89-T	1,655		0,717	(-109 W)	0,24	0,11
92-R	1,658		0,718	(-109 W)	0,20	0,10
92-S	1,698		0,735		0,20	0,10
92-T	1,655		0,717		0,20	0,10
94-R	1,658		0,718		0,18	0,09
94-S	1,785		0,773*	(-109 W)	0,18	0,09
94-T	1,655		0,717		0,18	0,09
98-R	0,588		0,255		0,55	0,26
98-S	0,443		0,192		0,55	0,26
98-T	0,47		0,204	(-109 W)	0,55	0,26
96-R	0,692		0,3	(-109 W)	0,40	0,19
96-S	0,443		0,192		0,40	0,19
96-T	0,47		0,204		0,40	0,19
A37-R	0,602		0,261		0,52	0,25
A37-S	0,484		0,21		0,52	0,25
A37-T	0,443		0,192		0,52	0,25
97-R	0,685		0,297	(-109 W)	0,40	0,19
97-S	0,567		0,246		0,40	0,19
97-T	0,443		0,192		0,40	0,19
95-R	0,685		0,297		0,31	0,15
95-S	0,671		0,291	(-109 W)	0,31	0,15
95-T	0,443		0,192		0,31	0,15

Tabla 65. Resultados C.d.t por salida, carga de nudo del transformador 2 del CT4 para parcelas consumo.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

1	Intensidad de MT	5
2	Intensidad de BT.....	5
3	Icc.....	6
3.1	Icc en el lado de MT	6
3.2	Icc en el lado de BT	7
4	Icc de choque	7
4.1	Icc de choque en el primario.....	7
4.2	Icc de choque en el secundario	8
5	Dimensionado del embarrado	8
5.1	Comprobación por densidad de corriente	8
5.2	Comprobación por sollicitación de electrodinámica	8
5.3	Comprobación por sollicitación de térmica	9
6	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	9
6.1	Selección de fusibles de MT	9
6.2	Selección de fusibles de BT.....	10
6.2.1	Cortocircuito	10
6.2.2	Sobrecarga.....	18
7	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	19
7.1	Investigación de las características del suelo	19
7.2	Diseño preliminar de la instalación Pa-T.....	20
7.3	Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.....	21
7.4	Puesta a tierra de las masas (Pat-P) del CT	22
7.5	Cálculo de la resistencia del sistema Pa-t.....	24
7.6	Intensidad de defecto, Id.....	25
7.7	Tensión de defecto, Ud.....	25
7.7.1	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación	26
7.7.2	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación	29
7.7.3	Cálculo de las tensiones en el acceso de la instalación.....	30
7.8	Separación de la PaT-P y PaT-S.....	31
8	CT1.....	32
8.1	Intensidad de MT	32
8.2	Intensidad de BT	32

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

8.3	Icc.....	33
8.3.1	Icc en el lado de MT	33
8.3.2	Icc en el lado de BT	33
8.4	Icc de choque	34
8.4.1	Icc de choque en MT	34
8.4.2	Icc de choque en BT	34
8.5	Dimensionado del embarrado.....	34
8.5.1	Comprobación por densidad de corriente	34
8.5.2	Comprobación por sollicitación electrodinámica	35
8.5.3	Comprobación por sollicitación térmica	35
8.6	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	35
8.6.1	Selección de fusibles en MT	35
8.6.2	Selección de fusibles en BT.....	36
8.7	Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra	38
8.7.1	Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.....	38
8.7.2	Puesta a tierra de las masas (PaT-P) del CT.....	39
8.8	Intensidad de defecto, Id.....	40
8.9	Tensión de defecto, Ud.....	40
8.10	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación	41
8.10.1	Tensión de paso máxima en el interior de la instalación	41
8.10.2	Tensión de contacto máxima en el interior de la instalación	42
8.10.3	Tensión de paso objeto máxima en el interior de la instalación	42
8.11	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación	43
8.11.1	Tensión máxima admisible de paso en el exterior de la instalación	43
8.11.2	Tensión de paso objeto de medición en exterior de la instalación.....	44
8.12	Cálculo de las tensiones en el acceso a la instalación.....	45
8.12.1	Tensión máxima admisible de paso en el acceso a la instalación.....	45
8.12.2	Tensión de paso objeto de medición en acceso a la instalación	45
8.13	Comparación de las tensiones máximas permitidas con las calculadas con el diseño seleccionado.....	46
8.14	Separación de la PaT-P y PaT-S.....	46
10	CT2.....	48
10.1	Selección de fusibles en MT	48
10.2	Selección de fusibles en BT.....	48
10.2.1	Cortocircuito	48

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

10.2.2	Sobrecarga.....	49
11	CT3.....	51
11.1	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	51
11.1.1	Selección de fusibles en MT.....	51
11.1.2	Selección de fusibles en BT.....	51
11.2	Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra.....	54
11.2.1	Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S.....	54
11.2.2	Puesta a tierra de las masas [Pat-P] del CT.....	54
11.3	Intensidad de defecto, Id.....	55
11.4	Tensión de defecto, Ud.....	55
11.5	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	56
11.5.1	Tensión de paso máxima en el interior de la instalación.....	56
11.5.2	Tensión de contacto máxima en el interior de la instalación.....	57
11.5.3	Tensión de objeto máxima en el interior de la instalación.....	57
11.6	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	58
11.6.1	Tensión máxima admisible de paso en el exterior de la instalación.....	58
11.6.2	Tensión de paso objeto de medición en el exterior de la instalación.....	59
11.7	Cálculo de las tensiones en el acceso a la instalación.....	60
11.7.1	Tensión máxima admisible de paso en el acceso a la instalación.....	60
11.7.2	Tensión de paso objeto de medición en el acceso a la instalación.....	61
11.8	Comparación de las tensiones máximas permitidas con las calculadas con el diseño seleccionado.....	61
11.9	Separación de la PaT-P y PaT-S.....	62
12	CT4.....	63
12.1	Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	63
12.1.1	Selección de fusibles en MT.....	63
12.1.2	Selección de fusibles en BT.....	63
13	Protecciones cuadro de BT alumbrado.....	68
13.1	CT1.....	68
13.1.1	Transformador 1.....	68
13.1.2	Transformador 2.....	68
13.2	CT2.....	69
13.2.1	Transformador 1.....	69
13.2.2	Transformador 2.....	69
13.3	CT3.....	69

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

13.3.1	Transformador 1	69
13.3.2	Transformador 2	69
13.4	CT4	70
13.4.1	Transformador 1	70
13.4.2	Transformador 2	70

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

1 Intensidad de MT

El cálculo de la intensidad del primario, en el lado de MT, de un transformador trifásico se corresponde con la siguiente ecuación:

$$In1 = \frac{Sn}{\sqrt{3} * Un1}$$

Ecuación 1. Intensidad nominal en el primario del transformador.

Siendo:

- In1= Intensidad nominal en el primario del transformador, en A.
- Sn=Potencia nominal aparente del transformador, en kVA.
- Un1=Tensión nominal compuesta en el lado primario/ tensión de vacío del primario, en kV.

La corriente total del primario, $In1t$, de todo el CT se calculará como la suma de la $In1$ de cada transformador que lo constituye.

2 Intensidad de BT

El cálculo de la intensidad del secundario, en el lado de BT, de un transformador trifásico se corresponde con la siguiente expresión:

$$In2 = \frac{Sn}{\sqrt{3} * Un2}$$

Ecuación 2. Intensidad nominal en el secundario del transformador.

Siendo:

- In2= Intensidad nominal en el secundario del transformador, en A.
- Sn=Potencia nominal aparente del transformador, en kVA.
- Un2=Tensión nominal compuesta en el lado secundario/tensión de vacío del secundario, en kV.
-

La corriente total del secundario, $In2t$, de todo el CT se calculará como la suma de la $In2$ de cada transformador que lo constituye.

3 Icc

3.1 Icc en el lado de MT

Para el cálculo de la I_{cc1} , lado de MT, se recurre a la *Ecuación 3* pero esta vez teniendo en cuenta la potencia de CC, S_{cc} , de la propia línea de MT, dato que proporciona la propia empresa distribuidora.

Para una red de MT en zona industrial, de la empresa distribuidora Iberdrola Distribución, se corresponde el siguiente valor:

$$S_{cc} = 500MVA$$

En cambio, para este proyecto, por datos proporcionados por la empresa se conoce que la S_{cc} es la siguiente:

$$S_{cc} = 350 MVA$$

$$I_{cc1} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_{n1}}$$

Ecuación3. Intensidad de cortocircuito en el lado de media tensión.

Dónde:

- I_{cc1} = Corriente de CC en el lado de MT, en kA.
- U_{n1} = Tensión de vacío en el lado primario de 20 kV, valor 20 kV.
-

El valor de la tensión para este caso es de 20kV de forma ideal, todo y que si existiese un cortocircuito con la S_{cc} de la red de MT no es infinita la tensión en bornes del transformador no podría mantenerse constante y durante los pocos segundos que dure el fallo la tensión se vería afectando, reduciéndose por debajo de la nominal. Todo y esto, como se ha dicho, se consideran de manera ideal los 20 kV.

3.2 Icc en el lado de BT

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito en el lado de BT se utilizará la siguiente ecuación.

$$I_{cc2} = \frac{100 * S_n(TR)}{\sqrt{3} * E_{cc} * U_{n2}}$$

Ecuación 4. Intensidad de cortocircuito en el lado de baja tensión.

Siendo:

- I_{cc2} = Intensidad de CC en BT, en kA.
- $S_n(TR)$ =Potencia aparente del transformador, en kVA.
- E_{cc} =Tensión de cortocircuito del transformador, en %.
- U_{n2} =Tensión en el secundario, en V.

4 Icc de choque

El valor eficaz de la corriente de cresta se determinará, de forma aproximada, como 1.8 veces el valor de la corriente eficaz de cortocircuito, por lo que el valor máximo de la corriente de cresta será, en cada lado del transformador, el calculado a continuación.

4.1 Icc de choque en el primario

Se calcula con la siguiente expresión:

$$I_{s1} = 1,8 * \sqrt{2} * I_{cc1}$$

Ecuación 5. Intensidad de cortocircuito de choque en el primario del transformador.

4.2 Icc de choque en el secundario

Se calcula con la siguiente expresión:

$$Is2 = 1,8 * \sqrt{2} * Icc2$$

Ecuación 6. Intensidad de cortocircuito de choque en el secundario del transformador.

5 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

5.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal.

Con la finalidad de tener un amplio margen de seguridad, se considerará que es la intensidad de bucle de cada trafo.

5.2 Comprobación por sollicitación de electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se define para cada transformador como 2,5 veces la intensidad de cortocircuito en el lado de MT.

Se define con la siguiente expresión:

$$Icc(din) = 2,5 * Icc1 \text{ kA}$$

Ecuación 7. Intensidad de cortocircuito dinámica del transformador.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

5.3 Comprobación por solicitud de térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor.

En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, es decir, la I_{cc1} de cada transformador, expresada como:

$$I_{cc(ter)} = I_{cc1} \text{ kA.}$$

6 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

6.1 Selección de fusibles de MT

Los fusibles limitadores instalados en las celdas de MT han de ser los de la categoría "Fusibles Fríos", y sus características técnicas se recogen en la Norma particular de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U, NI 75.06.31 "Fusibles limitadores de corriente asociados a AT hasta 36 kV. Véase la siguiente imagen.

Tabla 3

Cartuchos fusibles apropiados para cada transformador: serie 24 kV

Tensión de red kV	Potencia del transformador kVA			
	250	400	630	1000
11	25	40	63	100
13,2	25	40	63	100
15	25	40	63	100
20	25	40	63	100

Imagen 1. Cartuchos estandarizados para transformador. (fuente NI 75.06.31)

6.2 Selección de fusibles de BT

6.2.1 Cortocircuito

Para la selección de los fusibles a instalar en cada salida del cuadro de BT del CT es necesario realizar el cálculo de CC teniendo en cuenta todos elementos resistivos e inductivos hasta el punto donde se produce el fallo, siendo la suma de todos ellos la impedancia de CC, Z_{cc} .

En este caso, como la línea tiene una S_{cc} limitada a 350MVA y no se considera infinita la tensión en bornes del primario del transformador no se mantendrá constante mientras este dure. Es por ello, por lo que se toma como tensión constante, a 20kV, el origen de la línea de MT, por lo que para los cálculos se tiene en cuenta la resistencia y reactancia de la línea de MT que llega hasta el transformador vistos desde el secundario, siendo la suma de estas la impedancia de la red de MT, Z_{cc1red} .

Para ello se utilizarán las siguientes ecuaciones.

$$S_{cc} = \sqrt{3} * U_{n1} * I_{cc1}$$

$$S_{cc} = \frac{U_{n1}^2}{Z_{1red}}$$

$$Z_{1red} = \frac{U_{n1}^2}{S_{cc}}$$

Ecuación 8. Cálculo de la impedancia de la línea de media tensión vista desde 20 kV.

Obtenida en el primario del trafo, se calcula en el secundario:

$$Z_{2red} = 1,1 * \frac{U_{n2}^2}{S_{cc}}$$

Ecuación 9. Cálculo de la impedancia de la línea de media tensión vista desde 0,4 kV.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Siendo.

- 1,1= el factor establecido por la normativa (Norma VDE 0102 Alemania)
- Un1=Tensión nominal del primario, de valor 20.000V.
- Un2=Tensión nominal del secundario, de valor 400V.
- Scc= Potencia de cortocircuito de la red de media tensión, en MVA.

Obteniendo:

$$\mathbf{Z_{cc2red} = 0,502 \text{ (m}\Omega\text{)}}$$

Calculada la Z_{c2red} se determinan la resistencia y reactancia de la red de MT, también vista desde el lado secundario, a 400V.

$$R_{cc2red} = 0,1 * Z_{red}(BT)$$

$$\mathbf{R_{cc2red} = 0,0502 \text{ (m}\Omega\text{)}}$$

$$X_{cc2red} = 0,995 * Z_{red}(BT)$$

$$\mathbf{X_{cc2red} = 0,49 \text{ (m}\Omega\text{)}}$$

Los cálculos de la puesta a tierra del neutro del secundario del transformador se detallan en el punto 7.4 de este mismo anexo de cálculo.

A demás, se tendrá en cuenta la impedancia del transformador causada por las componentes inductiva y resistiva de los devanados. Véase *Ecuación 10, 11 y 12*:

$$\frac{\varepsilon_{cc}(\%)}{100} = \frac{Z_{cc}(TR) * I_{cc}(TR)}{\left(\frac{U_{n2}}{\sqrt{3}}\right)}$$

Ecuación 10. Caída de tensión porcentual de los circuitos del transformador ante cortocircuito.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

$$R_{cc}(TR) = \frac{\varepsilon(R_{cc}\%)}{100} * \frac{Un2(TR)^2}{Sn(TR)}$$

Ecuación 11. Resistencia del devanado de Cu del transformador ante cortocircuito.

$$X_{cc}(TR) = \frac{\varepsilon(X_{cc}\%)}{100} * \frac{Un2(TR)^2}{Sn(TR)}$$

Ecuación 12. Reactancia del devanado de Cu del transformador ante cortocircuito.

Siendo:

- $R_{cc}(TR)$ =Resistencia de cortocircuito del Cu del trafo, en mΩ.
- $X_{cc}(TR)$ =Reactancia de cortocircuito del Cu del trafo, en mΩ.
- $Un2(TR)$ =Tensión nominal del trafo en el secundario, en V.
- $\varepsilon(R_{cc}\%)$ = Caída de tensión porcentual en el trafo, parte resistiva, en %.
- $\varepsilon(X_{cc}\%)$ = Caída de tensión porcentual en el trafo, parte reactiva, en %.

Para este proyecto, como el fabricante no proporciona en las características del transformador ni la $R_{cc}(TR)$ ni $X_{cc}(TR)$ se calcularán con los siguientes datos, la potencia de cortocircuito, P_{cc} (kW).

Así pues, la P_{cc} se define con la siguiente expresión:

$$P_{cc} = 3 * R_{cc}(TR) * I_{cc}(TR)$$

Ecuación 13. Potencia de cortocircuito de los devanados de cobre de un transformador.

Siendo:

- $I_{cc}(TR)$ = Intensidad de cortocircuito del transformador, en A.

Para el cálculo mediante la P_{cc} es necesario realizar el ensayo de cortocircuito del transformador. En la siguiente imagen, obtenida de los apuntes de la asignatura EE1025 "Máquinas Eléctricas", se detalla cómo es el ensayo de CC de un transformador.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

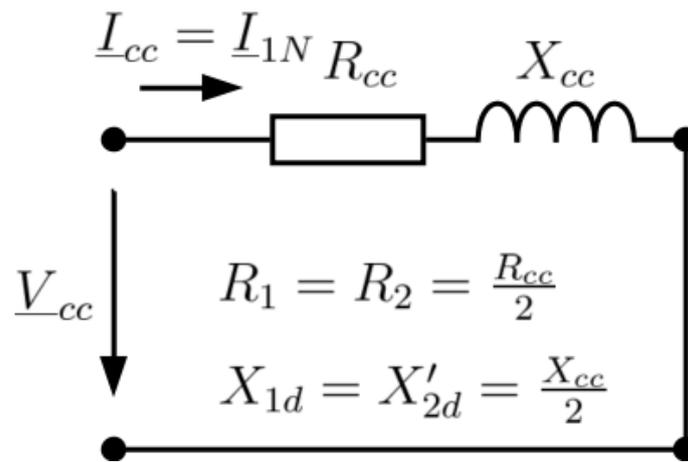


Imagen 2. Esquema de ensayo a cortocircuito de un transformador. (fuente asignatura EE1025 “Máquinas Eléctricas”).

Por definición, la I_{cc} del transformador, visto desde el secundario (lado de baja tensión en este proyecto), es su intensidad nominal, viene dada por la siguiente ecuación:

$$I_n(TR) = \frac{S_n}{\sqrt{3} * U_{n2}}$$

Ecuación 14. Intensidad nominal de un transformador desde el lado de baja tensión.

Dónde:

- S_n =Potencia nominal aparente del transformador, en kVA.
- U_{n2} =Tensión nominal del secundario del transformador, en V.

$$I_n(TR) = \frac{630}{\sqrt{3} * 400}$$

$$I_n(TR) = 909,32 \text{ (A)}$$

Aplicando el valor de $I_n(TR)$ a la Ecuación 13 se obtiene la $R_{cc}(TR)$:

$$R_{cc}(TR) = 2,17 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

De nuevo, con el valor de $\ln(\text{TR})$, se aplica a la *Ecuación 10* y se despeja la Z_{cc} .

El valor de la $\varepsilon_{cc}(\%)$ viene dado en las características del trafo, siendo:

$$\varepsilon_{cc}(\%) = 4 (\%)$$

Resultando:

$$\frac{4}{100} = \frac{Z_{cc}(\text{TR}) * 909,32}{\left(\frac{400}{\sqrt{3}}\right)}$$

$$Z_{cc}(\text{TR}) = 10,15 (\text{m}\Omega)$$

Siendo que la $Z_{cc}(\text{TR})$ es la suma vectorial de las componentes $R_{cc}(\text{TR})$ y la $X_{cc}(\text{TR})$, tal y como se muestra en la siguiente imagen, realizada en Autocad, y que, los ángulos de la parte resistiva, $R_{cc}(\text{TR})$, y reactiva, $X_{cc}(\text{TR})$, tienen ángulo 0° y 90° respectivamente, se aplica la ecuación de la Z_{cc} en módulo ($Z_{cc}(\text{TR})$).

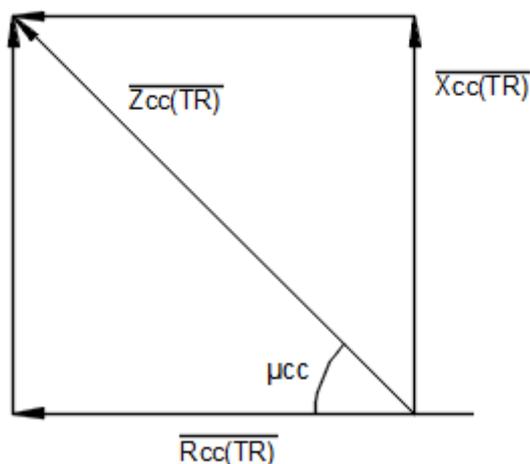


Imagen 3. Representación vectorial de la resistencia, reactancia e impedancia de cortocircuito de un transformador. (fuente propia).

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

La Z_{cc} en módulo, dado que el ángulo entre $R_{cc}(TR)$ y $X_{cc}(TR)$ es de 90° se aplica el teorema de Pitágoras:

$$Z_{cc}(TR) = \sqrt{R_{cc}(TR)^2 + X_{cc}(TR)^2}$$

De donde se despeja el valor de la $X_{cc}(TR)$.

$$X_{cc}(TR) = 9,91 \text{ (m}\Omega\text{)}$$

Concluyendo así, en los siguientes parámetros de cortocircuito del transformador. Véase *Tabla 1*.

Ecc(%)	R_{cc}(TR)(mΩ)	X_{cc}(TR)(mΩ)	Z_{cc}(TR)(mΩ)
4	2,17	9,91	10,15

Tabla 1. Parámetros a cortocircuito del transformador.

Del mismo modo, también se calcula la resistencia y reactancia de los conductores de las líneas que salen de los CTs hasta el punto de fallo. Para ello, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$Rl = \rho \frac{l}{S}$$

Ecuación 15. Cálculo de la resistencia de una línea a lo largo de todo su recorrido.

$$Xl = X_{unit} * l$$

Ecuación 16. Cálculo de la reactancia de una línea a lo largo de todo su recorrido.

Siendo:

- Rl = Resistencia del conductor a lo largo de toda su longitud, en Ω
- ρ = Resistividad eléctrica del Aluminio, valor $1/28 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a temperatura 90°C , la máxima de trabajo del aislante XLPE, siendo este el limitante de la temperatura máxima a la que va a poder trabajar el metal y que, por consiguiente, se verá afectado a su resistividad.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

$$\rho = \rho(20) * [1 + \alpha * (T - 20)]$$

- $\rho 20$ = Resistividad del conductor a 20 °C.
- $Cu = 0.017241 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$
 $Al = 0.028264 \text{ ohmiosxmm}^2/\text{m}$
- α = Coeficiente de temperatura:
 $Cu = 0.003929$
 $Al = 0.004032$
- T = Temperatura del conductor °C.
- $T0$ = Temperatura ambiente °C.

Cables enterrados = 25 °C

Cables al aire = 40 °C
- $Tmax$ = Temperatura máxima admisible del conductor °C:

XLPE, EPR = 90 °C

PVC = 70 °C
- I = Intensidad prevista por el conductor A.
- I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor [A].

- l = Longitud del conductor, en m.
- S = Sección del conductor, en mm^2
- Xl = Reactancia del conductor a lo largo de toda su longitud, en Ω
- X_{unit} = Reactancia del conductor, valor 0,07 m Ω /m, valor para sección estándar Iberdrola de 240 mm^2 .

Por ello, se calculan sólo dos casos para cada línea:

- **El más desfavorable:** El CC ocurre justo a la salida del trafo, por lo que el valor de la I_{cc} es el máximo debido a que la única impedancia que existe es la de la línea de MT y la del trafo. Así pues, se le denominará $I_{cc(max)}$.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

$$I_{cc(max)} = \frac{Un2/\sqrt{3}}{\sqrt{(R(MT) + R_{cc}(TR))^2 + (X(MT) + X_{cc}(TR))^2}}$$

Ecuación 17. Intensidad de cortocircuito máxima de las líneas.

- **El menos desfavorable:** El CC ocurre justo antes del punto de consumo, es decir, a una distancia de CT-CGP. En este caso, se sumarán todas las resistencias de los conductores desde el CT hasta el punto de falta y los descritos en el caso más desfavorable. Para que sea el caso menos desfavorable se calcula para la CGP con más longitud de cable, desde el CT, para cada una de las líneas. Así pues, se le denominará $I_{cc(min)}$.

$$I_{cc(min)} = \frac{Un2/\sqrt{3}}{\sqrt{(R(MT) + R_{cc}(TR) + R_{li})^2 + (X(MT) + X_{cc}(TR) + X_{li})^2}}$$

Ecuación 18. Intensidad de cortocircuito mínima de las líneas.

Siendo:

- R_{li} = Resistencia del conductor estudiado hasta su punto más alejado del CT, en Ω .
- X_{li} = Reactancia del conductor estudiado hasta su punto más alejado del CT, en Ω .

Los fusibles para la protección de las salidas de BT variarán su intensidad nominal y poder de corte dependiendo de la sección y longitud de la línea a proteger. Con todo lo que ello representa, cada fusible tendrá una intensidad nominal, $I_n(\text{fusible})$, menor que la $I_{cc(min)}$ de manera que no se funda cuando esté trabajando en régimen nominal. Además, el poder de corte, PdC, debe ser mayor que la $I_{cc(max)}$. Así pues, se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$I_n(\text{fusible}) < I_{cc(min)}$$

Condición 1. Intensidad de cortocircuito mínima mayor que la intensidad nominal del fusible de protección.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

$$PdC > I_{cc}(\max)$$

Condición 2. Intensidad de cortocircuito máxima menor que el poder de corte del fusible de protección.

6.2.2 Sobrecarga

Para asegurar que durante una sobrecarga los conductores no se quemen las protecciones a instalar deben cumplir las siguientes condiciones:

$$I_t \leq I_n \leq I_z$$

Condición 3. Intensidad nominal del fusible para sobrecarga.

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

Condición 4. Aseguramiento de la funcionalidad efectiva del fusible para sobrecarga.

Dónde:

- I_t =Corriente de utilización/diseño del circuito, en A.
- I_z =Corriente admisible del conductor en régimen permanente, en A.
- I_n =Corriente nominal asignada regulada del dispositivo de protección, en A.
- I_2 =Corriente convencional que asegura el funcionamiento efectivo del dispositivo de protección (disparo o fusión), en A.

Teniendo en cuenta que:

Protección con relés magnetotérmicos:

$$I_2 = 1,45 * I_n$$

Protección con fusibles gG:

$$I_n \approx I_z$$

$$I_2 = 1.6 * I_n$$

Concluyendo en:

$$I_2 \approx 1,6 * I_n$$

7 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

7.1 Investigación de las características del suelo

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determinará una resistividad media del terreno, ρ_t , de $60 \Omega m$, según el mapa litológico de Meliana, concretando que la naturaleza del terreno es del tipo "Limo". El valor de la resistividad del terreno ha sido obtenido según *tabla 2* de la *ITC-RAT 13 "Instalaciones de puesta a tierra"* del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por lo que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y normativas de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias *ITC-RAT-01 a 23*.

Tabla 2

Naturaleza del terreno	Resistividad en ohmios.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500

Imagen 4. Resistividad del terreno en función de su naturaleza. (fuente ITC-RAT 13).

7.2 Diseño preliminar de la instalación Pa-T

Se trata de una instalación de tercera categoría por tener una tensión nominal de 20 kV, véase apartado “d” del artículo 3 del Real Decreto 337/2014 citado en el apartado 7.1 *Investigación de las características del suelo*.

La conexión del cable de puesta a tierra del neutro que va desde el trafo hasta la primera pica enterrada en el suelo se hará mediante cable de Cu de 50 mm² aislado de 0.6/1 kV protegido por un tubo de PVC con grado de protección de 7, como mínimo. A este conductor se conectará el neutro del secundario del transformador.

Para la conexión del cable de puesta a tierra de todas las masas del CT los conductores que unen los electrodos con los elementos que han de quedar puestos a tierra serán de Cu con recubrimiento de material aislante y con una densidad de corriente máxima de 160 A/mm² y sección mínima de 25 mm² de tal forma que sean capaces de soportar un defecto de como mínimo 1 segundo de duración, según lo especificado en *MIE RAT 13* en el punto 3.1 *Líneas de puesta a tierra*.

Se conectarán a esta puesta a tierra todas las masas del CT a excepción de:

- Puertas y rejas metálicas que den al exterior del CT

Además, con el objetivo de que las tensiones de paso, contacto en el interior y la tensión de contacto en el exterior sean prácticamente de valor 0 V, se instalará un mallado electrosoldado construido con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,3 x 0.3 m. Esta malla se conecta como mínima a dos puntos opuestos del electrodo de puesta a tierra de las masas de MT i las cubre con una capa de hormigón de grosor no inferior a 10 cm, creando así una superficie equipotencial.

7.3 Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S

Según las recomendaciones de UNESA, se recomienda que para un sistema de distribución TT, como es este, la resistencia de la puesta a tierra del conductor neutro del transformador ha de ser menor a 37Ω (tensión de 24 V con diferencial de 650 mA).

La expresión para el cálculo de la PaT-S es la siguiente:

$$R_n > K_r * \rho_t$$

Condición 5. Resistencia del electrodo de puesta a tierra del neutro transformador.

Siendo:

- R_n = Resistencia de la puesta a tierra del conductor neutro, en Ω .
- K_r = Coeficiente del electrodo para la resistencia, en m^{-1} .
- ρ_t = Resistividad del terreno, en $\Omega \cdot m$.

Por lo que:

$$K_r < \frac{R_n}{\rho_t}$$

$$K_r < \frac{37}{60}$$

$$K_r < 0,616$$

Obtenido este valor de referencia de K_r se selecciona cualquier configuración de puesta a tierra que proporcione un $K_r < 0,616$ de las tablas proporcionadas por UNESA y, con dicho valor se realiza el cálculo de la resistencia de puesta a tierra del neutro del trafo. Véase *Ecuación 19*.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

$$R_n = K_r * \rho_t$$

Ecuación 19. Cálculo del valor real del electrodo de la puesta a tierra del neutro del transformador.

7.4 Puesta a tierra de las masas (Pat-P) del CT

Para la elección de la PaT-P se han de cumplir las siguientes condiciones:

$$R_t * I_d < V_{bt}$$

Condición 6. Tensión de defecto menor a la de aislamiento de los equipos de baja tensión.

$$I_d > I_a$$

Condición 7. Intensidad de defecto mayor a la de activación del relé de la subestación.

Siendo:

- R_t = Resistencia total de la PaT-P, en Ω
- I_d = Intensidad de defecto, creada por el flujo de corriente de una masa metálica hasta el suelo por el conductor de protección debido a un contacto con elemento a tensión, en A.

Se define con la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U_{n1}/\sqrt{3}}{\sqrt{(R_n(MT) + R_t)^2 + (X_n(MT) + X_t)^2}}$$

Ecuación 20. Intensidad de defecto debida a puesta a tensión de masas en un CT.

- U_{n1} = Tensión nominal del primario del transformador, en V.
- V_{bt} = Tensión máxima de aislamiento de los equipos de BT del CT, proporcionada por el fabricante, en V. Queda definida en el apartado de cálculo de cada transformador.
- I_a = Intensidad de activación del relé de protección ubicado en la SB, en A.
- $R_n(MT)$ = Resistencia del neutro del trafo de la SB, en Ω
- $X_n(MT)$ = Reactancia del neutro del trafo de la SB, en Ω

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

- X_t = Reactancia del electrodo de puesta a tierra, de valor 0Ω

$$Z_n(MT) = 0 + 25,4j \Omega$$

La $Z_n(MT)$ se obtiene debido a que el secundario del transformador de la subestación está conectado a tierra, formando un neutro virtual. Ha sido proporcionada por la empresa distribuidora en base a las tablas estandarizadas de la compañía distribuidora. Véase *Tabla 2*.

Tensión nominal red U_n (kV)	Tipo de puesta a tierra	Reactancia equivalente X_{LTH} (Ω)	Intensidad máxima de defecto a tierra (A)
20	Zig-Zag 500 A	25,4	500

Tabla 2. Intensidad máxima de puesta a tierra e impedancia equivalente para 20 kV y tipo de puesta a tierra del neutro de la subestación. (fuente MT 2.11.33).

Siendo:

- I_a = Valor de intensidad a partir de la cual el relé de la subestación se activa, de valor $I_a = 150$ A, dato proporcionado por la empresa.

Con todo ello y desarrollando la *Ecuación 20* y aplicándola a la *Ecuación 6*, se obtiene la siguiente ecuación de segundo grado:

$$R_t * \frac{\frac{U_n}{\sqrt{3}}}{\sqrt{(R_n + R_t)^2 + (X_n + X_t)^2}} < V_{bt}$$

Si se despeja R_t se obtiene lo siguiente:

$$R_t^2 * \left(\frac{U_n^2}{3} - V_{bt} \right) - R_t * (2 * R_n * V_{bt}) - V_{bt}^2 * (R_n^2 + X_n^2) < 0$$

Inecuación 1. Cálculo de la R_t aplicando la Condición 6.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Con ella se obtiene el primer valor de referencia para la R_t , la cual deberá ser menor al obtenido.

La *Ecuación 7* proporciona otro valor máximo para la R_t , por lo que su valor real deberá ser estrictamente menor a este. Sustituyendo se obtiene:

$$\frac{Un1/\sqrt{3}}{\sqrt{(Rn + Rt)^2 + (Xn + Xt)^2}} > Ia$$

$$Rt^2 * Ia^2 + Rt * 2 * Ia^2 * Rn + Ia^2 * (Rn^2 + Xn^2) - \frac{Un1^2}{3} < 0$$

Inecuación 2. Cálculo de la R_t aplicando la Condición 7.

Para escoger el valor máximo de la R_t de la PaT-P del CT se escogerá el valor más restrictivo obtenido de ambas ecuaciones, es decir, el de valor inferior.

7.5 Cálculo de la resistencia del sistema Pa-t

Con el valor mínimo de la R_t se aplica a la *Condición 5* adaptada a estos valores. De este se despeja el parámetro K_r .

$$K_r < \frac{R_t}{\rho t}$$

Conociendo que el valor máximo que puede tener K_r se escoge de entre todas las configuraciones de puesta a tierra que proporciona UNESA la configuración que posea un K_r menor al obtenido.

Junto con él, también se obtiene para la configuración seleccionada los parámetros de:

- K_p = Coeficiente del electrodo para para la tensión de paso.
- $K_p(\text{acc})$ = Coeficiente del electrodo para la tensión de contacto con exterior y tensión de paso en el acceso, ambos son el mismo.

Seleccionada la configuración se calcula la nueva R_t con el valor de K_r .

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

$$R_t = K_r * \rho_t$$

Este valor calculado de la R_t ha de ser inferior a 100 Ω por normativa de la empresa distribuidora. Dicho valor se encuentra en el “Manual Técnico de Distribución para el Diseño de Puestas a Tierra en Centros de Transformación en Edificios de Otros Usos, de Tensión Nominal ≤ 30 kV”. Véase Tabla 3.

Tensión nominal red Un (kV)	Valor máximo de la resistencia de puesta a tierra (Ω)
≤ 20	100
30	60

Tabla 3. Valor máximo de resistencia de puesta a tierra de protección para distintos valores de tensión nominal de la red. (fuente Manual Técnico de Distribución para el Diseño de Puestas a Tierra en Centros de Transformación en Edificios de Otros Usos, de Tensión Nominal ≤ 30 kV”).

7.6 Intensidad de defecto, I_d

Conociendo el valor de la R_t se calcula la I_d , dada por la Ecuación 20.

Por lo citado en la Tabla 2, no puede superar el valor de 500A.

7.7 Tensión de defecto, U_d

Obtenido el valor de la R_t e I_d se calcula la U_d , dada por la Condición 6.

$$U_d = R_t * I_d$$

Con el valor calculado de la R_t en base a la K_r de la configuración seleccionada, junto con la K_p y $K_p(acc)$, se comprueba que se cumplen todas las siguientes condiciones en caso de contacto con una masa.

7.7.1 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

7.7.1.1 Tensión de paso máxima en el interior de la instalación

Se define con la siguiente expresión:

$$V_{pm}(int) = K_p * \rho_t * I_d$$

Ecuación 21. Tensión de paso máxima en el interior de la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{pm}(int) < V_{p_adm}(int)$$

Condición 7. Tensión de paso máxima y tensión de paso admisible en el interior de la instalación.

$$V_{p_adm}(int) = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6\rho_h}{1000}\right)$$

$$U_{ca} = \frac{k}{t^n}$$

Siendo:

- U_{ca} = Tensión máxima aplicable al cuerpo humano, para $t=0,2$ s $V_{ca}=528$ V.
- $U_{p_adm}(int)$ = Tensión de paso admisible, en V.
- t = Tiempo de arranque del relé de protección de MT en la SB, en s. Valor 0,2 s proporcionado por la empresa distribuidora Iberdrola Distribución.
- k = Función del tiempo de arranque del relé de protección de la SB, de valor 72. Parámetro que define la forma de la curva de respuesta del relé de protección de la línea de MT que sale desde la subestación. Véase *Tabla 4*.
- n = Función del tiempo de arranque del relé de protección de la SB, de valor 1. Parámetro que define la forma de la curva de respuesta del relé de protección de la línea de MT que sale desde la subestación. Véase *Tabla 4*.
- $Ra1$ = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante, 2000 Ω .
- ρ_h = Resistividad de la plataforma de hormigón, 3000 Ω .

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

t(s)	k	n
$0,9 \geq t > 0,1$	72	1
$3 \geq t > 0,9$	78,5	0,18
$5 \geq t > 3$	64	0
$t > 5$	50	0

Tabla 4. Parámetros del relé de protección en la subestación.

De forma más restrictiva se establece la U_{ca} en base a la siguiente tabla recogida de "Manual Técnico de Distribución para el Diseño de Puestas a Tierra en Centros de Transformación en Edificios de Otros Usos, de Tensión Nominal ≤ 30 kV".

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
0,60	185
0,70	165
0,80	146
0,90	126
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10	50

Tabla 5. Tensión de contacto aplicada admisible en función de la duración de la corriente de falta. (fuente "Manual Técnico de Distribución para el Diseño de Puestas a Tierra en Centros de Transformación en Edificios de Otros Usos, de Tensión Nominal ≤ 30 kV").

Dado que para este caso el tiempo de duración es de 0,2 s, resulta lo siguiente:

$$U_{ca} = 528 \text{ (V)}$$

Al ser este el valor más elevado y, por consiguiente el caso más desfavorable, se escogerá este valor para los siguientes cálculos.

7.7.1.2 Tensión de contacto máxima en el interior de la instalación

Se define con la siguiente expresión.

$$V_{cm}(int) = Kc * \rho t * Id$$

Ecuación 22. Tensión de contacto máxima en el interior de la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición.

$$V_{cm}(int) < V_{c_adm}(int)$$

Condición 8. Tensión de contacto máxima y tensión de contacto admisible en el interior de la instalación.

$$V_{c_adm}(int) = U_{ca} * \left(1 + \frac{0,5 * Ra1 + 1,5 * \rho h}{1000}\right)$$

Siendo:

- $V_{c_adm}(int)$ = Tensión de contacto admisible en el interior, en V.

7.7.1.3 Tensión de paso objeto de medición en interior de la instalación

Se define con la siguiente expresión:

$$V_{p(med)}(int) = \left(\frac{V_{pm}(int)}{1 + 6 * \frac{\rho h}{1000}}\right)$$

Ecuación 23. Tensión de paso objeto de medición en interior de la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{p(med)}(int) < U_{ca}$$

Condición 9. Tensión de paso objeto y tensión de contacto admisible en el interior de la instalación.

7.7.2 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

7.7.2.1 Tensión máxima admisible de paso en el exterior de la instalación

Se define con la siguiente expresión:

$$V_{pm}(ext) = K_p * \rho_t * I_d$$

Ecuación 24. Tensión máxima de paso en el exterior de la instalación.

Siendo:

- K_p =Coeficiente del electrodo de protección para tensión de paso.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{pm}(ext) < V_{p_adm}(ext)$$

Condición 10. Tensión de paso máxima y tensión de paso admisible en el exterior de la instalación.

$$V_{p_adm}(ext) = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6 * \rho_t}{1000}\right)$$

7.7.2.2 Tensión de paso objeto de medición en exterior de la instalación

Se define con la siguiente expresión:

$$V_{p(med)}(ext) = \left(\frac{V_{pm}(ext)}{1 + 6 * \frac{\rho_t}{1000}}\right)$$

Ecuación 25. Tensión de paso objeto máxima de medición en exterior de la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{p(med)}(ext) < U_{ca}$$

Condición 11. Tensión de paso objeto máxima y tensión de contacto admisible en el exterior de la instalación.

7.7.3 Cálculo de las tensiones en el acceso de la instalación

7.7.3.1 Tensión máxima admisible de paso en el acceso a la instalación

Se define con la siguiente expresión:

$$V_{pm(acc)} = Kp(acc) * \rho t * Id$$

Ecuación 26. Tensión máxima de paso en el acceso a la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$U_{pm(acc)adm} = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{3 * \rho t + 3 * \rho h}{1000}\right)$$

$$V_{pm(acc)} < U_{p(acc)adm}$$

Condición 12. Tensión de paso máxima y tensión de paso admisible en el acceso a la instalación.

7.7.3.2 Tensión de paso objeto de medición en acceso a la instalación

Se define con la siguiente expresión:

$$U_{p(med)(acc)} = \left(\frac{V_{pm(acc)}}{1 + \frac{3 * \rho t + 3 * \rho h}{1000}}\right)$$

Ecuación 27. Tensión de paso objeto de medición en el acceso a la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$U_{p(med)(acc)} < U_{ca}$$

Condición 13. Tensión de paso objeto de medición y tensión de paso objeto admisible en el exterior de la instalación.

7.8 Separación de la PaT-P y PaT-S

En los CT, como en todas las normativas de las instalaciones de BT, de acuerdo con la normativa, han de resistir durante un tiempo de un minuto un ensayo a una tensión de prueba a frecuencia industrial, dada por la siguiente expresión:

$$U_{prueba} = 2 * U_d + 1000 \geq 1500 V$$

Dónde:

- U_d =Tensión de defecto, transferida al electrodo del neutro del trafo desde la puesta a tierra de MT, valor máximo (U_{dmax}) 1000 V según UNESA. De este modo, los aislamientos de la parte de CT nunca se verán sometidos a tensiones superiores a su rigidez dieléctrica ensayada.

En caso de que se cumpla la siguiente condición:

$$U_d > U_{dmax}$$

La PaT-P y PaT-S se separarán a una distancia mínima en base a la siguiente expresión:

$$D \geq \frac{\rho_t * I_d}{2 * \pi * U_{sep}}$$

Siendo:

- D =Distancia mínima entre la PaT-P y PaT-S, en m.
- U_{sep} =Tensión de valor 1200 V según la normativa *ITC-BT-18* en el punto 11 “Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación” del REBT para el cálculo de la D , en V.

8 CT1

El CT1 debe proporcionar una potencia máxima simultánea de 771 kW, es por ello por lo que este edificio consta de dos transformadores de 630 kVA cada uno, sumando un total de 1.260 kVA.

El edificio del CT1 es un centro de transformación prefabricado de hormigón de la empresa Ormazabal con 2 transformadores de 630 kVA. Así pues, es totalmente capaz de proporcionar los 856,6 kVA de potencia máxima simultánea.

Los cálculos han sido realizados por el programa de cálculo AMIKIT de la empresa Ormazabal y supervisados por el realizador de este proyecto.

8.1 Intensidad de MT

Aplicando la *Ecuación 1* se obtiene el valor de la intensidad total que demandarían los dos trafos, si trabajaran en condiciones nominales, a la línea de MT.

- Int= Suma de ambas intensidades nominales, del transformador 1 y 2. Siendo que están en paralelo la intensidad total debe ser la suma de la correspondiente a cada uno de los trafos.

Transformador	Sn (kVA)	Un1(kV)	In1(A)	Int(A)
1	630	20	18,19	36,37
2	630	20	18,19	

Tabla 6. Intensidad y características de los transformadores.

8.2 Intensidad de BT

Aplicando la *Ecuación 2* se obtiene el valor de la intensidad total que proporcionaría cada transformador en condiciones nominales para la red de BT. Véase *Tabla 7* a continuación.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Transformador	Sn (kVA)	Unc2(f-f)(kV)	In2(f-f)(A)	Unc2(f-N)(kV)	In2(f-N)(A)
1	630	0,42	866,03	0,23	1581,44
2	630	0,42	866,03	0,23	1581,44

Tabla 7. Intensidades para baja tensión en función de la tensión de distribución.

Se diferencia para distribución trifásica (f-f) y monofásica (f-N).

En este caso las intensidades de cada transformador no son sumadas porque cada uno de ellos distribuye para varias salidas.

8.3 Icc

A continuación se detallan los resultados de las I_{cc} para cada transformador y CT para el lado de MT y BT.

Como se ha especificado en el punto 3.1 la S_{cc} no es infinita, posee un valor de 350MVA.

8.3.1 Icc en el lado de MT

Aplicando la *Ecuación 3* se obtiene el valor de la intensidad de cortocircuito para cada transformador en el lado de MT, tal y como se detalla en la siguiente tabla.

Transformador	Scc (MVA)	Un1 (kV)	Icc1 (kA)
1	350	20	10,10
2	350	20	10,10

Tabla 8. Intensidad de cortocircuito en media tensión para cada transformador.

8.3.2 Icc en el lado de BT

Aplicando la *Ecuación 4* se obtiene el valor de la intensidad de cortocircuito para cada transformador en el lado de BT, tal y como se detalla en la siguiente tabla.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Transformador	Sn(kVA)	Ecc(%)	Unc2(f-f)(kV)	In2(f-f)(KA)	Unc2(f-N)(kV)	In2(f-N)(kA)
1	630	4	420	21,65	230	39,54
2	630	4	420	21,65	230	39,54

Tabla 9. Intensidad de cortocircuito en baja tensión para cada transformador.

8.4 Icc de choque

8.4.1 Icc de choque en MT

Transformador	Icc1(kA)	Is1(kA)
1	10,1	25,71
2	10,1	25,71

Tabla 10. Intensidad de cortocircuito de choque en media tensión para cada transformador.

8.4.2 Icc de choque en BT

Transformador	Icc2(f-f)(kA)	Icc2(f-N)(kA)	Is2(f-f)(kA)	Is2(f-N)(kA)
1	21,65	39,54	55,11	100,65
2	21,65	21,65	55,11	100,65

Tabla 11. Intensidad de cortocircuito de choque en baja tensión para cada transformador.

8.5 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

8.5.1 Comprobación por densidad de corriente

En base a lo expuesto en el punto 5.1 de este mismo anexo de cálculo, las *I_{bucle}* para cada trafo se recogen en la siguiente tabla. Véase *Tabla 12* a continuación.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Transformador	Ibucle (A)
1	400
2	400

Tabla 12. Intensidad de bucle para cada transformador.

8.5.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica

Como resultado del cálculo de la *Ecuación 7* se obtiene la intensidad dinámica de cortocircuito para cada transformador:

$$I_{cc}(din) = 2,5 * 10,10$$

$$I_{cc}(din) = 25,25 \text{ (kA)}$$

8.5.3 Comprobación por sollicitación térmica

Como resultado de lo especificado en el punto 5.3 *Comprobación por sollicitación de térmica* se obtiene la intensidad por sollicitación térmica ante un cortocircuito. Véase *Tabla 13*.

Transformador	I _{cc} (ter) (kA)
1	10,10
2	10,10

Tabla 13. Intensidad de cortocircuito para comprobación por sollicitación térmica.

8.6 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

8.6.1 Selección de fusibles en MT

En base a lo explicado en el *punto 6.1 Selección de fusibles de MT* los trafos serán protegidos contra cortocircuitos con fusibles. Véase *Tabla 14* a continuación.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Transformador	Inf(A)
1	63
2	63

Tabla 14. Calibres de los fusibles a implementar para la protección de cada transformador.

8.6.2 Selección de fusibles en BT

Con el programa de cálculo DMELECT se han calculado las Inf y PdC de los fusibles.

8.6.2.1 Cortocircuito

8.6.2.1.1 Transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Icc(max) (kA)	PdC (kA)	Icc(min) (kA)	In;Curvas
1-1	TR1	3.1	23,35	50	13,35	200
1-2	TR1	2.1	23,35	50	6,53	315
1-2	2.1	1.1	14,12		5,73	
1-5	TR1	AP	23,35	50	8,15	315
1-5	AP	5.1	15,82		7,82	
1-5	5.1	7.1	15,50		7,34	
1-5	AP	4.1	15,82		6,31	
1-5	4.1	6.1	13,86		3,53	

Tabla 15. Resultados cortocircuito del transformador 1.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

8.6.2.1.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Icc(max) (kA)	PdC (kA)	Icc(min) (kA)	In;Curvas
1-3	TR2	14.2	23,35	50	4,74	160
1-4	TR2	14.1	23,35	50	16,25	400
1-4	15.1	16.1	17,64		8,46	
1-4	16.1	17.1	16,11		7,69	
1-4	14.1	15.1	21,23		10,36	

Tabla 16. Resultados cortocircuito del transformador 2.

8.6.2.2 Sobrecarga

8.6.2.2.1 Transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	I. Admisi. (A)/Fc
1-1	TR1	3.1	35	179,62	200	394,3/0,646
1-2	TR1	2.1	112	256,6	315	394,3/0,646
1-2	2.1	1.1	20	150,75		394,3/0,646
1-5	TR1	AP	83	250,19	315	394,3/0,646
1-5	AP	5.1	5	67,36		394,3/0,646
1-5	5.1	7.1	8	35,28		394,3/0,646
1-5	AP	4.1	34	182,83		394,3/0,646
1-5	4.1	6.1	116	118,68		394,3/0,646

Tabla 17. Resultados sobrecarga del transformador 1.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

8.6.2.2.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	I. Admisi. (A)/Fc
1-3	TR2	14.2	83	147,55	160	218,72/0,717
1-4	TR2	14.1	26	396,13	400	656,15/0,717
1-4	15.1	16.1	32	145,94		656,15/0,717
1-4	16.1	17.1	17	97,83		656,15/0,717
1-4	14.1	15.1	60	248,58		656,15/0,717

Tabla 18. Resultados sobrecarga del transformador 2.

8.7 Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra

8.7.1 Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S

Por lo explicado en el apartado 7.3 se obtiene:

$$Kr < 0,616$$

La configuración escogida para la PaT-S se corresponde con la configuración **UNESA 40-30/5/00**.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 4 m x 3 m
- Longitud de la pica: 0 m
- Número de picas: 0
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Resistencia $Kr = 0,1370$
- Tensión de paso $Kp = 0,0287$
- Tensión de paso en acceso $Kp(\text{acc}) = 0,0858$

Finalmente se obtiene aplicando la *Ecuación 19*.

$$Rn = 0,1370 * 60$$

$$Rn = 8,22 \Omega$$

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

8.7.2 Puesta a tierra de las masas (PaT-P) del CT

Por lo explicado en el apartado 7.4 *Puesta a tierra de las masas (Pat-P) del CT* de este mismo anexo se calcula la máxima R_t , teniendo en cuenta esta primera condición, para los siguientes parámetros de la *Tabla 19*.

Un1 (V)	Rn(MT)(Ω)	Xn(MT)(Ω)	Xt(Ω)	Vbt (V)
20.000	0	25,4	0	10.000

Tabla 19. Parámetros del neutro de la subestación, tensión nominal de la línea de media tensión y aislamiento de los equipos de baja tensión.

Se obtiene la R_t para la *Inecuación 1*.

$$R_t < 43,99 \Omega$$

Tomando la segunda condición del punto 7.4 se ha calculado el otro valor de R_t , para los siguientes parámetros de la *Tabla 20*.

Un1 (V)	Rn(MT)(Ω)	Xn(MT)(Ω)	Xt(Ω)	Ia (A)
20.000	0	25,4	0	150

Tabla 20. Parámetros del neutro de la subestación, tensión nominal de la línea de media tensión e intensidad de arranque del relé.

$$R_t < 72,66 \Omega$$

Por consiguiente, se escoge el primer valor obtenido para la R_t .

Como el valor real de la R_t ha de ser menor a este se calcula el valor correspondiente a la K_r , tal y como se ha explicado en el punto 7.5.

$$k_r < 0,7331$$

La configuración escogida para la PaT-P se corresponde con la configuración **UNESA 70-25/5/42**.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 7,5 m x 2,5 m

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

- Longitud de la pica: 2 m
- Número de picas: 4
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Resistencia $K_r = 0,084$
- Tensión de paso $K_p = 0,0186$
- Tensión de paso en acceso $K_p(\text{acc}) = 0,0409$

Se obtiene el valor de la R_t .

$$R_t = 0,084 * 60$$

$$R_t = 5,04 \Omega$$

8.8 Intensidad de defecto, I_d

Aplicando la Ecuación 20 se obtiene el valor de I_d mostrado en la siguiente Tabla.

Un1 (V)	Rn(MT)(Ω)	Xn(MT)(Ω)	Xt(Ω)	Rt(Ω)	Id (A)
20.000	0	25	0	5,04	445,91

Tabla 21. Intensidad de defecto.

8.9 Tensión de defecto, U_d

Se obtiene el valor de la tensión de defecto. Véase Tabla 22.

Un1 (V)	Rn(MT)(Ω)	Xn(MT)(Ω)	Xt(Ω)	Rt(Ω)	Id (A)	Ud (V)
20.000	0	25	0	5,04	445,91	2.247,41

Tabla 22. Tensión de defecto.

Se cumple la condición.

$$2.247,41 \text{ (V)} < 10.000 \text{ (V)}$$

8.10 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

La configuración escogida tiene las siguientes características:

kr	kp	kp(acc)
0.084	0,0186	0,0409

Tabla 23. Características de la configuración escogida para la puesta a tierra de protección.

8.10.1 Tensión de paso máxima en el interior de la instalación

Se obtiene el valor de la $V_{pm(int)}$.

$$V_{pm(int)} = 0,0186 * 60 * 445,91$$

$$V_{pm(int)} = 498 \text{ (V)}$$

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{pm(int)} < V_{p_adm(int)}$$

$$V_{p_adm(int)} = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6\rho h}{1000}\right)$$

Uca(V)	Ra1(Ω)	ρh(Ω*m)	Vp_adm(int) (V)
528	2000	3000	121.440

Tabla 24. Resumen de parámetros calculados para la tensión de paso máximo en el interior de la instalación.

Por lo que se cumple esta condición.

$$7.498 \text{ (V)} < 121.440 \text{ (V)}$$

8.10.2 Tensión de contacto máxima en el interior de la instalación

Se obtiene el valor de la $V_{cm}(int)$.

$$V_{cm}(int) = 0,0409 * 60 * 445,91$$

$$\mathbf{V_{cm}(int) = 1.094 (V)}$$

Debe cumplirse la siguiente expresión:

$$V_{cm}(int) < V_{c_adm}(int)$$

$$V_{c_adm}(int) = U_{ca} * \left(1 + \frac{0,5 * Ra1 + 1,5 * \rho h}{1000}\right)$$

Uca(V)	Ra1(Ω)	ρh(Ω*m)	Vc_adm(int) (V)
528	2000	3000	3.432

Tabla 25. Resumen de parámetros calculados para la tensión de contacto máximo en el interior de la instalación.

Por lo que se cumple esta condición.

$$\mathbf{1.094 (V) < 3.432(V)}$$

8.10.3 Tensión de paso objeto máxima en el interior de la instalación

Se obtiene el valor de la $V_{p}(med)(int)$.

$$U_{p}(med)(int) = \left(\frac{V_{pm}(int)}{1 + 6 * \frac{\rho h}{1000}}\right)$$

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$Up(med)(int) < Uca$$

Uca(V)	Vpm(int) (V)	ρh(Ω*m)	Up(med)(int) (V)
528	773,11	3000	26

Tabla 26. Resumen de parámetros calculados para la tensión de paso objeto máximo en el interior de la instalación.

Por lo que se cumple esta condición.

$$26 \text{ (V)} < 528 \text{ (V)}$$

8.11 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

8.11.1 Tensión máxima admisible de paso en el exterior de la instalación

Se obtiene el valor de la Vpm(ext).

$$Vpm(ext) = 0,0186 * 60 * 445,91$$

$$Vpm(ext) = 498 \text{ (V)}$$

Se calcula la tensión admisible de paso en el exterior de la instalación.

$$Up_{adm(ext)} = 10 * Uca * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6 * \rho t}{1000}\right)$$

Uca(V)	Ra1(Ω)	ρt(Ω*m)	Up_adm(ext) (V)
528	2000	60	28.301

Tabla 27. Resumen de parámetros calculados para la tensión máxima admisible de paso en el exterior de la instalación.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{pm(ext)} < V_{p_adm(ext)}$$

Se cumple la condición:

$$498 \text{ (V)} < 28.301 \text{ (V)}$$

8.11.2 Tensión de paso objeto de medición en exterior de la instalación

Se calcula el valor de $U_{p(med)(ext)}$.

Uca(V)	pt(Ω*m)	Vpm(ext) (V)	Up(med)(ext) (V)
528	60	346	366

Tabla 28. Resumen de parámetros calculados para la tensión de paso objeto de medición en el exterior de la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$U_{p(med)(ext)} < U_{ca}$$

Cumpléndose la condición:

$$366 \text{ (V)} < 528 \text{ (V)}$$

8.12 Cálculo de las tensiones en el acceso a la instalación

8.12.1 Tensión máxima admisible de paso en el acceso a la instalación

A continuación, se muestran los resultados obtenidos.

$$V_{pm}(acc) = 0.0409 * 60 * 445.91$$

$$V_{pm}(acc) = 1.094 \text{ (V)}$$

Se calcula la tensión admisible de paso en el acceso a la instalación.

Uca(V)	pt(Ω *m)	ph(Ω *m)	Up(acc)adm (V)
528	60	3000	53.750

Tabla 29. Tensión máxima admisible de paso en el acceso a la instalación.

Se cumple la condición.

$$V_{pm}(acc) < U_{p}(acc)adm$$

$$1.094 \text{ (V)} < 53.750 \text{ (V)}$$

8.12.2 Tensión de paso objeto de medición en acceso a la instalación

Se obtiene el siguiente valor.

Vpm(acc) (V)	pt(Ω *m)	ph(Ω *m)	Up(med)acc (V)
1.094	60	3000	107

Tabla 30. Tensión de paso objeto de medición en acceso a la instalación.

Se cumple la condición.

$$U_{p}(med)(acc) < U_{ca}$$

$$107 \text{ (V)} < 528 \text{ (V)}$$

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

8.13 Comparación de las tensiones máximas permitidas con las calculadas con el diseño seleccionado.

En la siguiente tabla creada en una hoja Excel se encuentra el resumen de todas las condiciones, especificando que todas cumplen.

	Voltios (V)	Condición		Voltios (V)	Verificación
Vpm(int)	498	<	Vp_adm(int)	121.440	CUMPLE
Vcm(int)	1.094	<	Vc_adm(int)	3.432	CUMPLE
Up(med)(int)	26	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(ext)	498	<	Up_adm(ext)	28.301	CUMPLE
Up(med)(ext)	366	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(acc)	1.094	<	Up(acc)adm (V)	53.750	CUMPLE
Up(med)acc (V)	107	<	Uca	528	CUMPLE

Tabla 31. Resumen de todas las condiciones calculadas para el exterior, paso, objeto e interior de la instalación.

8.14 Separación de la PaT-P y PaT-S

Según la condición del punto 7.8 de este mismo anexo de cálculo, se tiene lo siguiente:

$$2247,40 \text{ (V)} > 1000 \text{ (V)}$$

Por consiguiente, las PaT-P y PaT-S han de estar separadas.

En base a lo explicado en el punto 7.8, se tiene lo siguiente:

$$D \geq \frac{60 * 448,96}{2 * \pi * 1200}$$

$$D \geq 3,55 \text{ (m)}$$

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Las diferentes puestas a tierra deberán estar separadas a una distancia mínima de 3,55 m.

10 CT2

El CT2 debe proporcionar una potencia máxima simultánea de 834 kW, es por ello por lo que este edificio consta de dos transformadores de 630 kVA cada uno, sumando un total de 1.260 kVA, siendo la suma de la potencia de estos totalmente capaz para cubrir toda la demanda máxima simultánea de 927 kVA.

Dado que el edificio del centro de transformación es exactamente igual en cuanto a características técnicas que el CT1 no se precisa de ningún cálculo ni resultado diferente al del CT1 salvo el de las protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas.

10.1 Selección de fusibles en MT

Mismo procedimiento y resultados que para el CT1

10.2 Selección de fusibles en BT

10.2.1 Cortocircuito

10.2.1.1 Transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Icc(max) (kA)	PdC (kA)	Icc(min) (kA)	In;Curvas
2-3	TR1	E.1	23,35	50	15,37	315
2-3	E.1	25.1	20,56		6,23	
2-4	TR1	26.1	23,35	50	4,49	315
2-4	26.1	27.1	11,30		4,02	
2-4	27.1	29.1	10,51		3,68	
2-5	TR1	28.1	23,35	50	3,38	250
2-5	28.1	28.1	9,32		3,03	

Tabla 32. Resultados cortocircuito del transformador 1.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

10.2.1.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	I _{cc} (max) (kA)	PdC (kA)	I _{cc} (min) (kA)	In;Curvas
2-1	TR2	E.2	23,35	50	12,13	315
2-1	E.2	E.3	18,82		9,59	
2-1	E.3	17.2	17,07		7,07	
2-2	TR2	30.1	23,35	50	6,27	315
2-2	30.1	31.1	13,81		5,16	
2-2	31.1	32.1	12,33		4,47	
2-1	17.2	20.1	14,72		5,88	

Tabla 33. Resultados cortocircuito del transformador 2.

10.2.2 Sobrecarga

10.2.2.1 Transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/I _{reg} (A)	I. Admisi. (A)/Fc
2-3	TR1	E.1	24	264,62	315	394,3/0,646
2-3	E.1	25.1	95	240,56		394,3/0,646
2-4	TR1	26.1	177	269,43	315	394,3/0,646
2-4	26.1	27.1	24	168,39		394,3/0,646
2-4	27.1	29.1	21	85		394,3/0,646
2-5	TR1	28.1	244	210,09	250	394,3/0,646
2-5	28.1	28.1	32	85		394,3/0,646

Tabla 34. Resultados sobrecarga del transformador 1.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

10.2.2.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	I. Admisi. (A)/Fc
2-1	TR2	E.2	43	287,07	315	437,43/0,717
2-1	E.2	E.3	22	246,98		437,43/0,717
2-1	E.3	17.2	36	222,92		437,43/0,717
2-2	TR2	30.1	118	303,11	315	437,43/0,717
2-2	30.1	31.1	32	242,17		437,43/0,717
2-2	31.1	32.1	28	117,07		437,43/0,717
2-1	17.2	20.1	27	125,09		437,43/0,717

Tabla 35. Resultados sobrecarga del transformador 1.

11 CT3

El CT3 debe proporcionar una potencia máxima simultánea de 808 kW, es por ello por lo que este edificio consta de dos transformadores de 630 kVA cada uno, sumando un total de 1.260 kVA, siendo la suma de la potencia de estos totalmente capaz para cubrir toda la demanda máxima simultánea de 898 kVA.

Este CT, a diferencia de los CT1 y CT2, es de obra civil en edificio destinado a otros usos. Todos los apartados se calculan del mismo modo que en el CT1 y CT2 a excepción de las puestas a tierra y las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos.

11.1 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

11.1.1 Selección de fusibles en MT

El cálculo y los resultados son los mismos que para el CT1.

11.1.2 Selección de fusibles en BT

11.1.2.1 Cortocircuito

11.1.2.1.1 Transformador 1

Véase *Tabla 36* a continuación.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Icc(max) (kA)	PdC (kA)	Icc(min)(kA)	In;Curvas
3-3	TR1	18.1	23,35	50	4,22	160
3-3	18.1	8.1	10,86		3,49	
3-3	8.1	9.1	9,52		3,11	
3-2	TR1	21.2	23,35	50	5,10	125
3-8	TR1	24.1	23,35	50	6,53	160
3-8	24.1	22.1	14,12		4,38	
3-9	TR1	22.2	23,35	50	2,67	160
3-9	22.2	22.3	7,83		1,99	
3-1	TR1	23.1	23,35	50	16,72	200
3-1	23.1	21.1	21,68		15,58	

Tabla 36. Resultados cortocircuito del transformador 1.

11.1.2.1.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Icc(max) (kA)	PdC (kA)	Icc(min) (kA)	In;Curvas
3-7	TR2	19.1	23,35	50	3,19	125
3-7	19.1	20.2	8,95		2,87	
3-5	TR2	13.1	23,35	50	9,50	160
3-5	13.1	12.1	16,99		8,36	
3-6	TR2	11.1	23,35	50	5,80	160
3-4	TR2	10.1	23,35	50	5,40	200
3-4	10.1	6.1	12,67		5,08	

Tabla 37. Resultados cortocircuito del transformador 2.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

11.1.2.2 Sobrecarga

11.1.2.2.1 Transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	I. Admisi. (A)/Fc
3-3	TR1	18.1	95	158,77	160	197,15/0,646
3-3	18.1	8.1	23	110,66		197,15/0,646
3-3	8.1	9.1	16	24,06		197,15/0,646
3-2	TR1	21.2	76	114,51	125	197,15/0,646
3-8	TR1	24.1	56	155,88	160	197,15/0,646
3-8	24.1	22.1	35	69,28		197,15/0,646
3-9	TR1	22.2	158	138,56	160	197,15/0,646
3-9	22.2	22.3	58	69,28		197,15/0,646
3-1	TR1	23.1	13	169,36	200	394,3/0,646
3-1	23.1	21.1	10	113,55		394,3/0,646

Tabla 38. Resultados sobrecarga del transformador 1.

11.1.2.2.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	I. Admisi. (A)/Fc
3-7	TR2	19.1	130	108,73	125	206,39/0,677
3-7	19.1	20.2	16	75,06		206,39/0,677
3-5	TR2	13.1	33	146,26	160	206,39/0,677
3-5	13.1	12.1	7	73,13		218,72/0,677
3-6	TR2	11.1	65	129,9	160	206,39/0,677
3-4	TR2	10.1	142	166,47	200	412,79/0,677
3-4	10.1	6.1	11	70,24		412,79/0,677

Tabla 39. Resultados sobrecarga del transformador 2.

11.2 Cálculos de las instalaciones de puesta a tierra

11.2.1 Puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S

Por lo explicado en el apartado 7.3 se obtiene:

$$Kr < 0,616$$

La configuración escogida para la PaT-S se corresponde con la configuración **UNESA 40-30/5/00**.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 2,5 m x 2,5 m
- Longitud de la pica: 0 m
- Número de picas: 0
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Resistencia $Kr = 0,1370$
- Tensión de paso $Kp = 0,0287$
- Tensión de paso en acceso $Kp(\text{acc}) = 0,0858$

Finalmente se obtiene:

$$Rn = 0,1370 * 60$$

$$Rn = 8,22 \Omega$$

11.2.2 Puesta a tierra de las masas [Pat-P] del CT

El procedimiento es el mismo que el que se ha llevado a cabo en el CT1.

La configuración escogida para la PaT-P se corresponde con la configuración **UNESA 25-25/8/42**.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

- Dimensiones del electrodo: Electrodo rectangular: 2,5 m x 2,5 m
- Longitud de la pica: 2 m
- Número de picas: 4
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,8 m
- Resistencia $K_r = 0,116$
- Tensión de paso $K_p = 0,0201$
- Tensión de paso en acceso $K_p(\text{acc}) = 0,0612$

Se obtiene el valor de la R_t .

$$R_t = 0,166 * 60$$

$$R_t = 6,96 \Omega$$

11.3 Intensidad de defecto, I_d

Se obtiene el valor de la I_d .

Un1 (V)	Rn(MT)(Ω)	Xn(MT)(Ω)	Xt(Ω)	Rt(Ω)	Id (A)
20.000	0	25,4	0	6,96	438,44

Tabla 40. Intensidad de defecto.

11.4 Tensión de defecto, U_d

Se obtiene la tensión de defecto, U_d , mostrada en la siguiente tabla.

Un1 (V)	Rn(MT)(Ω)	Xn(MT)(Ω)	Xt(Ω)	Rt(Ω)	Id (A)	Ud(V)
20.000	0	25,4	0	6,96	438,44	3.051,57

Tabla 41. Tensión de defecto.

Se cumple la condición.

$$3.051,57 \text{ (V)} < 10.000 \text{ (V)}$$

11.5 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

La configuración escogida tiene las características de la siguiente tabla. Véase *Tabla 42*.

kr	kp	kp(acc)
0,116	0,018	0,047

Tabla 42. Características de la configuración para la puesta a tierra de protección seleccionada.

11.5.1 Tensión de paso máxima en el interior de la instalación

Se obtiene el valor de la $V_{pm(int)}$.

$$V_{pm(int)} = 0,018 * 60 * 438,44$$

$$\mathbf{V_{pm(int)} = 474 (V)}$$

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{pm(int)} < V_{p_adm(int)}$$

$$V_{p_adm(int)} = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6\rho_h}{1000}\right)$$

Uca(V)	Ra1(Ω)	ρh(Ω*m)	Vp_adm(int) (V)
528	2000	3000	121.440

Tabla 44. Tensión de paso máxima admisible en el interior de la instalación.

Por lo que se cumple esta condición.

$$\mathbf{474 (V) < 121.440 (V)}$$

11.5.2 Tensión de contacto máxima en el interior de la instalación

Se obtiene el valor de la $V_{cm}(int)$.

$$V_{cm}(int) = 0,047 * 60 * 438,44$$

$$\mathbf{V_{cm}(int) = 1.236 (V)}$$

Debe cumplirse la siguiente expresión:

$$V_{cm}(int) < V_{c_adm}(int)$$

$$V_{c_adm}(int) = U_{ca} * \left(1 + \frac{0,5 * Ra1 + 1,5 * \rho h}{1000}\right)$$

Uca (V)	Ra1 (Ω)	Ph (Ω*m)	Vc_adm(int) (V)
528	2000	3000	3.432

Tabla 45. Tensión de contacto máxima admisible en el interior de la instalación.

Por lo que se cumple esta condición.

$$\mathbf{1.236 (V) < 3.432(V)}$$

11.5.3 Tensión de objeto máxima en el interior de la instalación

Se obtiene el valor de la $V_p(med)(int)$.

$$U_{p(med)}(int) = \left(\frac{V_{pm}(int)}{1 + 6 * \frac{\rho h}{1000}}\right)$$

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$Up_{(med)}(int) < Uca$$

Uca (V)	Vpm(int) (V)	Ph ($\Omega \cdot m$)	Up (med)(int) (V)
528	773,11	3000	25

Tabla 46. Tensión de objeto máxima en el interior de la instalación.

Por lo que se cumple esta condición.

$$25 \text{ (V)} < 528 \text{ (V)}$$

11.6 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

11.6.1 Tensión máxima admisible de paso en el exterior de la instalación

Se obtiene el valor de la Vpm(ext).

$$Vpm(ext) = 0,018 * 60 * 438,44$$

$$Vpm(ext) = 474 \text{ (V)}$$

Se calcula la tensión admisible de paso en el exterior de la instalación.

$$Up_{adm}(ext) = 10 * Uca * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6 * \rho t}{1000}\right)$$

Uca (V)	Ra1 (Ω)	Pt ($\Omega \cdot m$)	Up_adm(ext) (V)
528	2000	60	28.301

Tabla 47. Tensión máxima admisible de paso en el exterior de la instalación.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{pm}(ext) < V_{p_adm}(ext)$$

Se cumple la condición:

$$474(V) < 28.301 (V)$$

11.6.2 Tensión de paso objeto de medición en el exterior de la instalación

Tomando la ecuación del punto 7.7.2.2 se calcula el valor de $U_{p}(med)(ext)$.

Uca (V)	pt ($\Omega \cdot m$)	Vpm(ext) (V)	Up(med)(ext) (V)
528	60	474	348

Tabla 48. Tensión de paso objeto de medición en el exterior de la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$U_{p}(med)(ext) < U_{ca}$$

Cumpléndose la condición:

$$348 (V) < 528 (V)$$

11.7 Cálculo de las tensiones en el acceso a la instalación

11.7.1 Tensión máxima admisible de paso en el acceso a la instalación

Se obtiene el valor de la $V_{pm}(ext)$.

$$V_{pm}(ext) = 0,018 * 60 * 438,4$$

$$\mathbf{V_{pm}(ext) = 474 (V)}$$

Se calcula la tensión admisible de paso en el exterior de la instalación.

$$U_{p_adm}(ext) = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{2 * Ra1 + 6 * \rho t}{1000}\right)$$

Uca (V)	Ra1 (Ω)	ρt (Ω*m)	Up_adm(ext) (V)
528	2000	60	28.301

Tabla 49. Tensión máxima admisible de paso en el acceso a la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$V_{pm}(ext) < V_{p_adm}(ext)$$

Se cumple la condición:

$$\mathbf{474 (V) < 28.301 (V)}$$

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

11.7.2 Tensión de paso objeto de medición en el acceso a la instalación

Se calcula el valor de $Up(\text{med})(\text{ext})$.

Uca(V)	pt(Ω^*m)	Vpm(ext) (V)	Up(med)(ext) (V)
528	60	346	348

Tabla 50. Tensión de paso objeto de medición en el acceso a la instalación.

Debe cumplirse la siguiente condición:

$$Up(\text{med})(\text{ext}) < Uca$$

Cumpléndose la condición:

$$348 \text{ (V)} < 528 \text{ (V)}$$

11.8 Comparación de las tensiones máximas permitidas con las calculadas con el diseño seleccionado

En la siguiente tabla creada en una hoja Excel se encuentra el resumen de todas las condiciones, especificando que todas cumplen.

	Voltios (V)	Condición		Voltios (V)	Verificación
Vpm(int)	474	<	Vp_adm(int)	121.440	CUMPLE
Vcm(int)	1.236	<	Vc_adm(int)	3.432	CUMPLE
Up(med)(int)	25	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(ext)	474	<	Up_adm(ext)	28.301	CUMPLE
Up(med)(ext)	348	<	Uca	528	CUMPLE
Vpm(acc)	1.236	<	Up(acc)adm (V)	53.750	CUMPLE
Up(med)acc (V)	121	<	Uca	528	CUMPLE

Tabla 51. Resumen de todas las condiciones calculadas para el exterior, paso, objeto e interior de la instalación.

11.9 Separación de la PaT-P y PaT-S

Según la condición del punto 7.8 de este mismo anexo de cálculo, se tiene lo siguiente:

$$3.051,57 \text{ (V)} > 1000 \text{ (V)}$$

Por consiguiente, las PaT-P y PaT-S han de estar separadas.

Se obtiene lo siguiente:

$$D \geq \frac{60 * 448,96}{2 * \pi * 1200}$$

$$D \geq 3,49 \text{ (m)}$$

Las diferentes puestas a tierra deberán estar separadas a una distancia mínima de 3,49 m.

12 CT4

El CT4 debe proporcionar una potencia máxima simultánea de 821 kW, es por ello por lo que este edificio consta de dos transformadores de 630 kVA cada uno, sumando un total de 1.260 kVA, siendo la suma de la potencia de estos totalmente capaz para cubrir toda la demanda de 912 kVA.

Dado que el edificio del centro de transformación es exactamente igual en cuanto a características técnicas que el CT3 no se precisa de ningún cálculo diferente al del CT3. Es por ello, por lo que todo lo calculado para el CT3 es totalmente aplicable para el CT4 salvo los resultados de las protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos, que se son características físicas de las líneas que salen de cada CT.

12.1 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

12.1.1 Selección de fusibles en MT

El cálculo y los resultados son los mismos que para el CT1.

12.1.2 Selección de fusibles en BT

12.1.2.1 Cortocircuito

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

12.1.2.1.1 Transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Icc(max) (kA)	PdC (kA)	Icc(min) (kA)	In;Curvas
4-7	TR1	41.1	23,35	50	9,50	160
4-7	41.1	41.2	16,99		4,22	
4-6	TR1	40.1	23,35	50	3,43	125
4-6	40.1	37.2	9,42		2,19	
4-2	TR1	39.1	23,35	50	15,75	160
4-2	39.1	38.1	20,76		5,28	
4-2	38.1	37.1	12,50		3,65	
4-1	TR1	35.1	23,35	50	7,51	200
4-1	35.1	31.2	15,19		5,50	
4-1	31.2	34.1	12,80		4,60	
4-8	TR1	36.1	23,35	50	5,73	125
4-8	36.1	35.2	13,12		4,34	

Tabla 52. Resultados cortocircuito del transformador 1.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

12.1.2.1.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Icc(max) (kA)	PdC (kA)	Icc(min) (kA)	In;Curvas
4-9	TR2	33.1	23,35	50	3,83	160
4-9	33.1	32.2	10,18		2,52	
4-3	TR2	47.1	23,35	50	9,41	200
4-3	47.1	47.2	16,92		7,07	
4-3	47.2	46.1	14,73		5,16	
4-3	46.1	42.1	12,33		4,07	
4-4	TR2	AP	23,35	50	5,80	160
4-4	AP	43.1	13,22		5,46	
4-4	43.1	44.1	12,76		4,79	
4-4	44.1	45.1	11,77		4,22	
4-4	AP	42.2	13,22		4,47	
4-4	42.2	42.3	11,26		2,95	
4-5	TR2	42.4	23,35	50	2,09	125
4-5	42.4	42.5	6,46		1,80	

Tabla 53. Resultados cortocircuito del transformador 1.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

12.1.2.2 Sobrecarga

12.1.2.2.1 Transformador 1

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	I. Admisi. (A)/Fc
4-7	TR1	41.1	33	153,96	160	197,15/0,646
4-7	41.1	41.2	62	76,98		197,15/0,646
4-6	TR1	40.1	120	122,21	125	197,15/0,646
4-6	40.1	37.2	76	37,53		197,15/0,646
4-2	TR1	39.1	11	150,11	160	197,15/0,646
4-2	39.1	38.1	62	92,38		197,15/0,646
4-2	38.1	37.1	39	37,53		197,15/0,646
4-1	TR1	35.1	93	169,36	200	394,3/0,646
4-1	35.1	31.2	46	107,77		394,3/0,646
4-1	31.2	34.1	33	33,68		394,3/0,646
4-8	TR1	36.1	66	123,17	125	197,15/0,646
4-8	36.1	35.2	26	60,62		197,15/0,646

Tabla 54. Resultados sobrecarga del transformador 1.

Anexo IV. Cálculo centros de transformación.

12.1.2.2.2 Transformador 2

Salida	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	I.Cálculo (A)	In/lreg (A)	I. Admisi. (A)/Fc
4-9	TR2	33.1	106	133,75	160	206,39/0,677
4-9	33.1	32.2	62	69,28		206,39/0,677
4-3	TR2	47.1	67	166,47	200	412,79/0,677
4-3	47.1	47.2	34	124,13		412,79/0,677
4-3	47.2	46.1	49	82,75		412,79/0,677
4-3	46.1	42.1	48	51		412,79/0,677
4-4	TR2	AP	65	159,73	160	206,39/0,677
4-4	AP	43.1	5	57,73		206,39/0,677
4-4	43.1	44.1	12	38,49		206,39/0,677
4-4	44.1	45.1	13	19,25		206,39/0,677
4-4	AP	42.2	24	102		206,39/0,677
4-4	42.2	42.3	53	51		206,39/0,677
4-5	TR2	42.4	205	102	125	206,39/0,677
4-5	42.4	42.5	36	51		206,39/0,677

Tabla 55. Resultados sobrecarga del transformador 2.

13 Protecciones cuadro de BT alumbrado

Teniendo en cuenta lo especificado en el anexo de “*Calculo de Redes de Baja Tensión*” y, los resultados obtenidos de su implementación en el programa de cálculo dmELECT, se obtienen todas las protecciones que se instalarán en los cuadro de distribución de BT de cada transformador.

La I_n de cada fusible será superior a la de cada uno de los instalados en cada farola, así pues se establecerá una buena selectividad en caso de defecto.

13.1 CT1

13.1.1 Transformador 1

Zona Verde 1

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH “Dyfus AC” Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

Zona Verde 2

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH “Dyfus AC” Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

13.1.2 Transformador 2

Calles

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH “Dyfus AC” Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

13.2 CT2

13.2.1 Transformador 1

Calles

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH "Dyfus AC" Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

13.2.2 Transformador 2

Calles

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH "Dyfus AC" Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

13.3 CT3

13.3.1 Transformador 1

Calles

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH "Dyfus AC" Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

13.3.2 Transformador 2

Calles

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH "Dyfus AC" Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

13.4 CT4

13.4.1 Transformador 1

Calles

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH "Dyfus AC" Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA..

13.4.2 Transformador 2

Calles

Se utilizarán fusibles de cuchillas NH "Dyfus AC" Clase gG $I_n=25$ A con corte unipolar, uno para cada fase y $PdC=120$ kA.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

1	Cálculos eléctricos.....	5
1.1	Criterio de intensidad admisible.....	5
1.1.1	Líneas aéreas.....	5
1.1.2	Líneas subterráneas.....	7
1.2	Selección de los conductores.....	11
1.2.1	Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados.....	12
1.3	Caída de tensión.....	16
1.4	Pérdidas de potencia.....	17
1.5	Potencia máxima de la línea.....	18
1.6	Cálculo de la corriente de cortocircuito.....	18
1.7	Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el conductor.....	19
1.7.1	Redes aéreas.....	19
1.7.2	Redes subterráneas.....	19
2	Cálculos mecánicos.....	22
2.1	Conductor.....	22
2.1.1	Categoría de la línea.....	24
2.1.2	Clasificación geográfica.....	24
2.2	Cálculo mecánico del vano.....	24
2.2.1	Hipótesis de tracción máxima.....	24
2.2.2	Ecuación de cambio de condiciones.....	27
2.2.3	Comprobación de fenómenos vibratorios.....	28
2.2.4	Hipótesis de flecha máxima.....	30
2.2.5	Hipótesis de flecha mínima (-5 °C, son sobrecarga).....	30
2.2.6	Hipótesis para el cálculo de la desviación de la cadena de aisladores ..	30
2.2.7	Tabla de tendido.....	31
2.3	Nivel de aislamiento y formación de cadenas.....	31
2.3.1	Función eléctrica.....	31
2.3.2	Mecánica.....	35
2.4	Distancia de seguridad.....	35
2.4.1	Distancia de los conductores al terreno.....	36
2.4.2	Distancia entre conductores.....	37
2.4.3	Distancia entre conductores y accesorias en tensión y apoyos.....	37

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

2.4.4	Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra.....	38
2.4.5	Prescripciones especiales	38
2.5	Crucetas	38
2.6	Apoyos	40
2.6.1	Altura del apoyo.....	40
2.6.2	Fin de línea.....	41
2.6.3	Croquis esfuerzos.....	41
2.6.4	Anclaje de ángulo	47
2.7	Cimentación.....	51
2.7.1	Condición de estabilidad.....	51
2.7.2	Comprobación de compresión	53
2.8	Toma tierra en los apoyos	55
2.8.1	Criterio de la resistencia térmica.....	56
2.8.2	Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas.....	56
2.8.3	Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra.....	58
3	LAMT CV-300	59
3.1	Cálculos eléctricos.....	59
3.1.1	Criterio de intensidad admisible	59
3.1.2	Selección de los conductores	59
3.1.3	Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados	60
3.1.4	Potencia máxima de la línea	60
3.1.5	Cálculo de la corriente de cortocircuito en los conductores.....	61
3.2	Cálculos mecánicos.....	61
3.2.1	Cálculo mecánico del conductor del Vano 1	61
3.2.2	Nivel de aislamiento y formación de cadenas	65
3.2.3	Distancias de seguridad	65
3.2.4	Cruceta.....	66
3.2.5	Cálculo mecánico del conductor del Vano 2	66
3.2.6	Nivel de aislamiento y formación de cadenas	71
3.2.7	Distancias de seguridad	71
3.2.8	Cruceta.....	72
3.2.9	Cálculo de apoyos	72
3.2.10	Apoyo 2. Fin de línea.....	76
4	LAMT-1.....	80
4.1	Cálculos eléctricos.....	80

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

4.1.1	Criterio de intensidad admisible	80
4.1.2	Selección de los conductores	80
4.1.3	Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados	80
4.1.4	Potencia máxima de la línea	81
4.1.5	Cálculo de la corriente de cortocircuito en los conductores.....	81
4.2	Cálculos mecánicos.....	81
4.2.1	Cálculo mecánico del conductor del Vano	81
4.2.2	Nivel de aislamiento y formación de cadenas	86
4.2.3	Distancias de seguridad	86
4.2.4	Cruceta.....	87
4.2.5	Apoyo fin de línea LAMT-1	87
5	LAMT-2.....	91
5.1	Cálculos eléctricos.....	91
5.1.1	Criterio de intensidad admisible	91
5.1.2	Selección de los conductores	91
5.1.3	Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados	91
5.1.4	Potencia máxima de la línea	91
5.1.5	Cálculo de la corriente de cortocircuito en los conductores.....	92
5.2	Cálculos mecánicos.....	92
5.2.1	Cálculo mecánico del conductor del Vano	92
5.2.2	Nivel de aislamiento y formación de cadenas	96
5.2.3	Distancias de seguridad	97
5.2.4	Cruceta.....	97
5.2.5	Apoyo fin de línea LAMT-2	98
6	Líneas Subterráneas de Media Tensión	102
6.1	LSMT CV-300.....	102
6.2	LSMT-1.....	102
6.3	LSMT-2.....	102
6.4	Red Subterránea de Media Tensión	102
6.4.1	Criterio de intensidad admisible	102
6.4.2	Pérdidas de potencia de potencia.....	103
6.4.3	Caídas de tensión.....	103
6.4.4	Protecciones.....	104
6.4.5	Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:	104

1 Cálculos eléctricos

En este punto del anexo de cálculo se detalla cómo se realiza el cálculo eléctrico pertinente para el diseño y puesta en marcha de líneas de M, tanto aéreas como subterráneas.

Para ello, se tienen en cuenta los siguientes apartados.

1.1 Criterio de intensidad admisible

1.1.1 Líneas aéreas

Se calcula la intensidad demandada a la línea de MT que llega al polígono, I_t , como la suma de todas las intensidades de cada consumo. Para ello, se utiliza la *Ecuación 1*, tanto para el caso aéreo como subterráneo.

$$I_t = \frac{P_t}{\sqrt{3} * U_n(MT) * \cos\varphi}$$

Ecuación 1. Cálculo de la intensidad total del polígono, A.

Siendo:

- P_t = Potencia total que ha de suministrar, en kW.
- $U_n(MT)$ = Tensión compuesta, de valor 20.000 V.
- I_t = Intensidad que circula por la línea, en A.
- $\cos\varphi$ = Factor de potencia, de valor 0,9.

Obtenido el valor de la " I_t " en la *Ecuación 1* para la línea de MT, se selecciona la sección del conductor en función de la intensidad que este puede transportar.

Dicha intensidad, I_z , para el cálculo de conductores aéreos desnudos se calcula como la multiplicación de la densidad de corriente máxima del conductor en régimen permanente, *Tabla 2*, por la sección del mismo. Esto se debe a que la densidad de corriente de un cable se define con la siguiente expresión:

$$\delta_{max} = \frac{I_z}{S} \left(\frac{A}{\text{mm}^2} \right)$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Densidad de corriente máxima del conductor. Ecuación 2.

Siendo:

- I_z = Intensidad máxima admisible del conductor seleccionado, en A.
- S =Sección del conductor seleccionado, en mm^2 .
-

En ningún caso la densidad máxima de corriente superará los valores que aparecen en la siguiente tabla. (Hecha en Excel a partir de la que hay en el punto 4.2.1 de la guía ITC-LAT-07).

S(mm²)	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
	δ_{max} (A/mm²)	δ_{max} (A/mm²)	δ_{max} (A/mm²)
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

Tabla 1. Densidades máximas de corriente para distintos materiales conductores.

Los valores de la *Tabla 1* se aplicarán a materiales cuyas resistividades a 20°C son las siguientes:

- $\text{Cu}=0,017241$ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]
- $\text{Al duro}=0,028264$ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]
- $\text{Aleación Al}=0,03250$ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]
- $\text{Acero galvanizado}=0,192$ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]
- $\text{Acero recubierto de Al}=0,0848$ [$\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$]

Aplicando lo explicado anteriormente en este punto, se obtiene la siguiente tabla. Véase *Tabla 2*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

S(mm ²)	Cobre		Aluminio		Aleación de aluminio	
	δ_{max} (A/mm ²)	Iz (A)	δ_{max} (A/mm ²)	Iz (A)	δ_{max} (A/mm ²)	Iz (A)
10	8,75	87,5				
15	7,60	114	6,00	90	5,60	84
25	6,35	158,75	5,00	125	4,65	116,25
35	5,75	201,25	4,55	159,25	4,25	148,75
50	5,10	255	4,00	200	3,70	185
70	4,50	315	3,55	248,5	3,30	231
95	4,05	384,75	3,20	304	3,00	285
125	3,70	462,5	2,90	362,5	2,70	337,5
160	3,40	544	2,70	432	2,50	400
200	3,20	640	2,50	500	2,30	460
250	2,90	725	2,30	575	2,15	537,5
300	2,75	825	2,15	645	2,00	600
400	2,50	1000	1,95	780	1,80	720
500	2,30	1150	1,80	900	1,70	850
600	2,10	1260	1,65	990	1,55	930

Tabla 2. Densidad de corriente máxima e intensidad máxima de servicio permanente para diferentes materiales conductores.

1.1.2 Líneas subterráneas

Para el caso de conductores aislados y subterráneos bajo tubo se utilizará la *Tabla 3*, obtenida del punto 6.1.2.1 de *la ITC-LAT-06*, en la que la intensidad máxima del conductor para servicio permanente viene dado en función del material aislante que lo envuelve, para este proyecto todos serán con aislamiento HEPR.

S (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	115	90	120	90	125	95
35	135	105	145	110	150	115
50	160	125	170	130	180	135
70	200	155	205	160	220	170
95	235	185	245	190	260	200
120	270	210	280	215	295	230
150	305	235	315	245	330	255
185	345	270	355	280	375	290
240	40	310	415	320	440	345
300	450	355	460	365	500	390
400	510	405	520	415	565	450

Tabla 3. Intensidad máxima del conductor en función del aislamiento empleado. (fuente ITC-LAT-06).

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Para ambos casos, aéreo y subterráneo, en caso de que la “ I_t ” sea mayor que la “ $I_z(max)$ ” más alta de toda la tabla, se doblará el circuito, por lo que la “ I_t ” de cada terna se reducirá a la mitad. Este proceso se realizará tantas veces como sea necesario, hasta cumplir la siguiente condición.

$$I_t \leq I_z$$

Condición 1. Condición para selección por criterio térmico.

Siendo:

- I_z : Intensidad máxima admisible del conductor para servicio permanente, en A.

Para este proyecto, en caso de que ambas intensidades sean iguales, siendo este el caso límite, se escogerá la sección inmediatamente superior o, en caso de no existir, se volverá a dividir el circuito la “ $I_z(max)$ ” se multiplica por factores de corrección cuando las condiciones sean distintas a las detalladas a continuación y, con el nuevo valor de “ $I_z(max)$ ” se vuelve a realizar la comprobación de la *Condición 1* ($I_t < I_z(max)$). El factor de corrección total es la multiplicación de todos ellos.

Los factores de corrección que se van a tomar, en función de cada caso, son los siguientes.

1.1.2.1 Temperatura del terreno, distinta de 25°C.

En la siguiente imagen, *Imagen 1*, extraída del punto 6.1.2.2.1 de la *ITC-LAT-06 del 2008*, se detallan los distintos factores de corrección correspondientes a temperaturas del terreno distintas a 25 °C.

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno, θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Imagen 1. Factores de corrección correspondientes a temperaturas del terreno distintas a 25 °C. (fuente ITC-LAT-06 del 2008).

Siendo las temperaturas las correspondientes a las máximas de trabajo del aislante del conductor.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

El factor de corrección (F) para otras temperaturas no contempladas en la *Imagen 1*, se calculará con la siguiente expresión.

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

Ecuación 3. Cálculo factor de corrección para temperaturas distintas a las de la Imagen 1.

Siendo:

- Fc = Factor de corrección
- θ_s = Temperatura máxima de servicio, en °C.
- θ_t = Temperatura del terreno, en °C.

Para este proyecto se ha tomado una de temperatura del terreno de 25°C, por lo que el Fc por temperatura del terreno es de valor 1.

F (temperatura terreno) = 1

1.1.2.2 Resistividad térmica del terreno, distinta de 1,5 K*m/W.

En la siguiente imagen, *Imagen 2*, extraída del punto 6.1.2.2.2 de la *ITC-LAT-06 del 2008*, se detallan los distintos factores de corrección correspondientes para una resistividad del terreno distinta a 1,5 K*m/W.

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,26	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	

*Imagen 2. Factores de corrección correspondientes para una resistividad del terreno distinta a 1,5 K*m/W. (fuente ITC-LAT-06 del 2008).*

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

La resistividad térmica del terreno depende del tipo de terreno y de su humedad, aumentando cuando el terreno está más seco. En la *Imagen 3*, se muestran estos valores que detalla la misma normativa.

Resistividad térmica del terreno (K.m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza

Imagen 3. Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad. (fuente ITC-LAT-06 del 2008).

Para este proyecto se ha tomado una resistividad térmica del terreno de 1 (K*m/W), por lo que el F por resistividad térmica del terreno es de valor 1,10.

$$F (\text{resistividad térmica terreno}) = 1,10$$

1.1.2.3 Factores de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares.

Especificado en el punto 6.1.2.2.3 de la *ITC-LAT-06* siempre que exista más de una terna de cables o más de un cable tripolar en la misma zanja se aplicarán los siguientes F. El F para este caso se especifica en los puntos de cálculo para cada línea.

Tipo de instalación		Factor de corrección									
		Separación de los ternos	Número de ternos de la zanja								
			2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)		0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m		0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m		0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m		0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m		0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)		0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m		0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m		0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m		0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m		0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Imagen 4. Factores de corrección para agrupaciones de cables trifásico o ternas de cables unipolares. (fuente ITC-LAT-06).

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

1.1.2.4 Profundidad de soterramiento.

Para profundidades distintas a 1 m de soterramiento, se tiene la *Imagen 5* obtenida del punto 6.1.2.2.4 de la ITC-LAT-06.

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$	$\leq 185 \text{ mm}^2$	$> 185 \text{ mm}^2$
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

Imagen 5. Factores de corrección para profundidades distintas a 1 m en soterramiento bajo tubo. (fuente ITC-LAT-06 del 2008).

Se ha escogido un F de 1,03, correspondiente a una profundidad de 0,8 m, cumpliendo con la normativa de una profundidad mínima de 0,8 m en calzada, según lo estipulado en la “*Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT-06 de Líneas Subterráneas con Cables Aislados*”.

$$F_c (\text{soterramiento}) = 1,03$$

Todas las líneas de MT subterráneas discurrirán por calzada.

Cuando existan cruzamientos entre líneas una de ellas estará a más profundidad y su coeficiente vendrá dado por el programa de cálculo.

1.2 Selección de los conductores

Una vez obtenido el valor de la sección para los conductores de las líneas aéreas, aleación de aluminio (aluminio/acero), están todos establecidos por las normativas de la empresa distribuidora será necesario buscar qué conductor tiene la sección inmediatamente superior a la dada por el RLAT.

Para los conductores aéreos se escogerá con sección igual a $54,6 \text{ mm}^2$ mientras que para los subterráneos 240 mm^2 .

1.2.1 Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados

1.2.1.1 Líneas aéreas

La reactancia kilométrica de las líneas de MT aéreas se calcula con la siguiente expresión:

$$X = w * L \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Ecuación 4. Reactancia kilométrica de las líneas de media tensión aéreas.

Dónde:

$$X = 2 * \pi * f * L \left(\frac{\Omega}{km} \right)$$

Siendo L el coeficiente de autoinducción definido a continuación:

$$L = \left[0,5 + 4,06 * \text{Log} \left(\frac{D}{r} \right) \right] * 10^{-4}$$

Se obtiene:

$$X = 2 * \pi * f * \left[0,5 + 4,06 * \text{Log} \left(\frac{D}{r} \right) \right] * 10^{-4}$$

Siendo:

- X=Reactancia aparente, en Ω/km .
- F=Frecuencia de la red, en Hz.
- D=Separación media geométrica entre conductores, en mm.
- r=Radio del conductor, en mm.

Los apoyos de las líneas de MT de este proyecto se implementan con crucetas de rectas.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Para cruceta recta se obtiene la siguiente configuración:

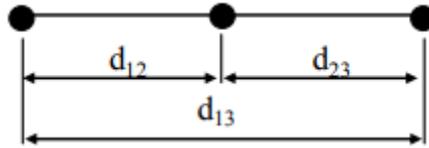


Imagen 6. Geometría cruceta recta para apoyo de celosía. (fuente MT 2.21.40)

Determinando el valor de D como:

$$D = \sqrt{d_{12} * d_{23} * d_{13}}$$

Se realiza la siguiente tabla:

Sep.cond. m	Tipo cruceta	d12 mm	d23 mm	d13 mm	D mm	L H/km	L H/m	X Ω/km	X Ω/m
1,25	Recta	1.250	1.250	2.500	1,575	0,0012	1,21E-06	0,38	3,81E-04
2	Recta	2.000	2.000	4.000	2,52	0,0013	1,31E-06	0,41	4,10E-04

Tabla 4. Características geométricas y eléctricas para las crucetas rectas.

El valor de la reactancia para este caso vendrá marcado por el tipo de cruceta a utilizar.

La resistencia kilométrica de la línea se calcula con la siguiente expresión:

$$R = \rho * \frac{1}{S} (\Omega)$$

Ecuación 5. Cálculo de la resistencia kilométrica de una línea.

Dónde:

- ρ = Resistividad eléctrica del material a utilizar, en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ a temperatura de 20°C . Para todo el proyecto se utilizará aleación de aluminio y acero. La propia empresa distribuidora ya define el valor de la R en función de la sección escogida, por lo que su valor se detalla en el cálculo de cada línea.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Para determinar la longitud específica de la catenaria se recurre a la siguiente expresión.

$$L = a * \left(1 + \frac{a^2 * Pp^2}{24 * T_0^2}\right)$$

Ecuación 6. Longitud de cable de una catenaria.

Para:

- h= Altura des del suelo hasta la flecha, en m.
- a= Longitud del vano, en m.
- T₀= Tracción máxima por sobrecarga, en daN.
- Pp= Peso propio del cable, en daN/m.

1.2.1.2 Líneas subterráneas

Para las líneas subterráneas se escogerán cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco extruido HEPR.

Las características principales de los cables son las siguientes:

- **Secciones del conductor:** 240 mm² por fase, siendo la empresa distribuidora la que garantiza un correcto funcionamiento a tensiones de 12 kV y 20 kV.
- **Tensión nominal:** U₀/U = 12/20 kV, siendo U₀ la tensión nominal entre cada uno de los conductores y la pantalla metálica, y U, la tensión nominal entre conductores.
- **Aislamiento:** HEPRZ1.
- **Instalación:** Bajo tubo.

Con todo ello, se detalla las características de la *Imagen 7*, obtenida del MT.2.31.01 Proyecto tipo LMST.

Tipo constructivo	Tensión Nominal (kV)	Sección Conductor (mm ²)	Sección pantalla (mm ²)
HEPRZ1 o RHZ1	12/20	240	16
		400	
RHZ1	18/30	240	25
		400	
		630	

Imagen 7. Secciones de los conductores para distintos tipos de aislamiento. (fuente MT.2.31.01).

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Además, para aislamiento HEPR ha de considerarse las temperaturas que soportará el conductor en servicio permanente y en caso de cortocircuito. Véase *Imagen 8*, obtenida de del *MT.2.31.01 Proyecto tipo LMST*, en el punto 10.

Tipo de aislamiento	Condiciones	
	Servicio permanente θ_s	Cortocircuito $t \leq 5s$ θ_{cc}
Etileno Propileno de alto módulo (HEPR)	105	> 250
Polietileno reticulado (XLPE)	90	> 250

Imagen 8. Temperaturas de servicio para distintos tipos de aislamiento. (fuente MT.2.31.01).

Para las condiciones descritas se obtiene la siguiente *Imagen 9*, obtenida de *MT.2.31.01 Proyecto tipo LMST*, del punto 7.1, que detalla los valores de resistencia, reactancia, capacidad y tensión nominal.

Sección	Tensión Nominal	Resistencia Máx. a 105°C	Reactancia por fase al tresbolillo	Capacidad
mm ²	kV	Ω /km	Ω /km	μ F/km
240	12/20	0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
240	18/30	0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401
630		0,062	0,096	0,443

Temperatura máxima en servicio permanente: 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito ($t < 5s$): 250°C

Imagen 9. Características eléctricas para las diferentes secciones de conductores con aislamiento HEPR. (fuente MT.2.31.01).

Finalmente, los resultados de la reactancia y resistencia unitaria en metros son los siguientes:

$$X(MT)_{sub} = 0,113 \text{ [m}\Omega\text{/m]}$$

$$R(MT)_{sub} = 0,169 \text{ [m}\Omega\text{/m]}$$

Del mismo modo que para el caso aéreo, se multiplicarán por la longitud de cable utilizado.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

En consecuencia de que para el cálculo de la resistencia y reactancia de cada cable es necesario conocer las longitudes de cable y el tipo de crucetas a seleccionar, previamente se realizará la simulación, para subterráneo, en el programa de cálculo dmELECT y, el cálculo del vano y apoyo.

1.3 Caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión viene dado por la siguiente expresión:

$$\Delta U = \sqrt{3} * U_n(MT) * I(MT) * (R(MT) * \cos\varphi + X(MT) * \operatorname{sen}\varphi) * L$$

Ecuación 7. Caída de tensión para líneas aéreas de media tensión aplicando el modelo inductivo.

Para este cálculo se ha utilizado el método del “Modelo Inductivo aplicado a líneas de MT”.

Siendo:

- ΔU = Caída de la tensión compuesta, en V.
- $U_n(MT)$ = Tensión nominal de la línea, en kV.
- $I(MT)$ = Intensidad de la línea en A.
- $X(MT)$ = Reactancia por fase en Ω/km .
- $R(MT)$ = Resistencia por fase en Ω/km .
- φ = Angulo de desfase entre $U(MT)$ e $I(MT)$ con valor 25,84, normativa Iberdrola Distribución, correspondiente a un $\cos \varphi = 0,9$.
- L = Longitud de la línea en kilómetros, km.

La intensidad de la línea se calcula como la asociada a la potencia que se transporta.

Así pues, se define la ΔU (%):

$$\Delta U (\%) = \frac{100 * \Delta U}{U_n(MT)}$$

Ecuación 8. Caída de tensión porcentual para línea de media tensión aérea.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Donde sustituyendo la Ecuación 8 se obtiene:

$$\Delta U (\%) = \frac{P * L * (R(MT) + X(MT) * tg\varphi)}{10 * U(MT)^2}$$

Dónde:

- P=Potencia transportada, en kW.
- Un(MT)=Tensión compuesta de la línea, en kV.

No se va a tener en cuenta la caída de tensión en origen por no aportar el dato la compañía distribuidora.

1.4 Pérdidas de potencia

Debido al propio conductor existen pérdidas de potencia activa a lo largo de toda la línea. Esta se calcula con la siguiente expresión:

$$\Delta P = 3 * R(MT) * L * I(MT)^2 (kW)$$

Ecuación 9. Pérdida de potencia debida a la resistencia del propio conductor de la línea.

Del mismo modo que en la caída de tensión, también se expresan en porcentaje.

$$\Delta P(\%) = \frac{P * L * R(MT)}{10 * Un(MT)^2 * \cos^2 \varphi}$$

Ecuación 10. Pérdida de potencia porcentual debida a la resistencia del propio conductor de la línea.

1.5 Potencia máxima de la línea

Debiéndose integrar esta instalación en la red de la empresa distribuidora, la potencia a transportar será variable en función de la demanda y la disposición de la red, pero siempre dentro de la capacidad de transporte y la caída de tensión admisibles por el conductor.

La potencia máxima que son capaces de transportar las líneas aéreas está en base a las especificaciones del punto 1.2.1 *Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados* de este anexo y el punto “2.1.1 de Líneas aéreas de Alta Tensión de conductores desnudos y conductores recubiertos” de “Las normas particulares para instalaciones de AT y BT”.

De manera teórica, se define con la siguiente ecuación tanto para las aéreas como para las subterráneas.

$$P_{max} = \sqrt{3} * U_n * I_{max} * \cos\phi$$

Para un valor de $\cos\phi$ de 0,9.

1.6 Cálculo de la corriente de cortocircuito

Para el cálculo de la I_{cc1} , lado de MT, se recurre a la *Ecuación 3* del anexo de “Cálculo de Centros de Transformación”.

Para una red de MT en zona industrial, de la empresa distribuidora Iberdrola Distribución, se corresponde el siguiente valor:

$$S_{cc} = 500MVA$$

Para este proyecto, por datos proporcionados por la empresa se conoce que la S_{cc} es la siguiente:

$$S_{cc} = 350 MVA$$

$$I_{cc}(MT) = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_n(MT)}$$

Dónde:

- $I_{cc}(MT)$ = Corriente de CC en el lado de MT, en [kA].
- $U_n(MT)$ = Tensión de vacío en el lado primario de 20kV, valor 20kV.

1.7 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en el conductor

1.7.1 Redes aéreas

La corriente de cortocircuito para las redes de MT se calcula en base al procedimiento seguido en el apartado 3.1 del anexo de “Cálculo de Centros de Transformación”.

1.7.2 Redes subterráneas

En base al método de cálculo de la intensidad de cortocircuito recogido en la norma UNE 21192 para conductores con aislamiento HEPR, en el caso de que la línea sea subterránea, se considera como temperatura inicial θ_i , la temperatura máxima en servicio permanente $\theta_s=105\text{ °C}$ y temperatura final la de cortocircuito $\theta_{cc}=250\text{ °C}$.

Se considera que todo el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores, ya que su masa es muy grande en comparación con la superficie de disipación de calor y, la duración del proceso es relativamente corta (proceso adiabático).

Se cumple la siguiente ecuación.

$$\frac{I_{cc}(MT)}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Ecuación 11. Relación intensidad de cortocircuito con temperatura máxima del material para cortocircuito.

Siendo:

- $I_{cc}(MT)$ =Corriente de cortocircuito, en A.
- S =Sección del conductor, en mm^2 .
- K =Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito, coincide con el valor para cortocircuito de 1s en el aislante HEPR.
- t_{cc} =Duración del cortocircuito, en s.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Aplicando la fórmula anterior se obtiene la siguiente tabla, con las densidades máximas admisibles de la corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio de los cables aislados con etileno propileno de alto módulo (HEPR), en función de los tiempos de duración del cortocircuito.

Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm², de tensión nominal 12/20 kV y 18/30 kV.

Tipo de Aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, t_{cc} , en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
XLPE	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

Imagen 10. Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm², de tensión nominal 12/20 y 18/30 kV. (fuente MT 2.31.01).

* $\Delta\theta$ =Es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito (incremento de temperatura 160θ en °C).

Para el caso de este proyecto la duración del cortocircuito es como máximo de 0,2 s, tiempo que tarda en actuar la protección relé de la subestación, y el material a utilizar es HEPR. Por consiguiente la ecuación queda tal que así:

$$I_{cc}(cond)(max) = 199 \left(\frac{A}{mm^2} \right) * S(mm^2)(kA)$$

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$I_{cc}(cond)(adm) > I_{cc}(cond)(max)$$

Condición 2. Intensidad admisible del conductor ante cortocircuito mayor a la máxima a alcanzar en las condiciones de instalación.

Siendo:

- $I_{cc}(cond)(max)$ = Máxima intensidad de cortocircuito que puede soportar el conductor y que es proporcionada por el fabricante homologado para cable HEPR-Z1 12/20 kV con sección en función de la potencia a transportar.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

1.7.2.1 Cálculo de la intensidad de cortocircuito en las pantallas

Para el cálculo de intensidad de cortocircuito máxima en la pantalla, se ha seguido la guía de la norma UNE 211003, aplicando el mismo método que el utilizado en el apartado anterior (el recogido en la norma UNE 21192), teniendo en cuenta las características de la pantalla.

- Pantalla de hilos de cobre de 0,75 mm de diámetro, colocada superficialmente sobre la capa semiconductora exterior (alambres no embebidos).
- Cubierta exterior poliolefina (Z1)
- Temperatura inicial en la pantalla para aislamientos en HEPR: 85 °C.
- Temperatura final de la pantalla: 180 °C, para todos los aislamientos.

La intensidad máxima admisible de cortocircuito en las pantallas, $I_{cc(max)}(pan)$ de cobre considerando el cable transportando la intensidad máxima admisible de servicio, se indica en la tabla siguiente teniendo en cuenta la duración del cortocircuito, en kA.

Aislamiento	S (mm ²)	Duración (s)								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Tabla 5. Duración de defecto para distintos tipos de secciones de pantallas protectoras y aislamiento. (fuente MT 2.31.01).

Una vez obtenida la $I_{cc(max)}(pan)$ se debe comprobar la siguiente condición:

$$I_{cc(adm)}(pan) > I_{cc(max)}(pan)$$

Intensidad admisible de la pantalla ante cortocircuito mayor a la máxima a alcanzar en las condiciones de instalación. Condición 3.

Siendo:

- $I_{cc(adm)}(pan)$: La intensidad admisible de cortocircuito para la pantalla que el fabricante asegura que puede soportar.

2 Cálculos mecánicos

Para la resolución de las diferentes hipótesis de cálculos se realizarán varias hojas de cálculo Excel programadas, con el programa de cálculo Excel, en las que se indicarán las entradas: características propias del material, temperaturas... y se obtendrán los resultados para los cálculos mecánicos.

2.1 Conductor

Obtenida la S (mm^2) del conductor en el apartado de cálculos eléctricos se selecciona el tipo de conductor a utilizar y se detallan sus características mecánicas.

Véase *Imagen 11*, obtenida de la tabla de *NI 54.63.01* de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Características esenciales de los conductores de aluminio/acero

Designación	Des. antigua	Secciones		Número de alambres		Diámetros de los alambres		Diámetros		Masa lineal Kg/km	Carga de rotura daN	Resistencia en c.c. a 20 °C Ω/km	Módulo de elasticidad E daN/mm ²	Coeficiente de dilatación lineal α °Cx10 ⁻⁶	Reglamento		Código	
		ALI	STIA	Total	ALI	STIA	ALI	STIA	Alma						Conductor	Densidad de corriente A/mm ²		Intensidad de corriente A
47-ALI/8-STIA	LA 56	46,8	7,8	54,6	6	1	3,15	3,15	3,15	9,45	1640	0,6136	7900	19,1	3,7	202	5463004	
67-ALI/11-STIA	LA 78	67,4	11,2	78,6	6	1	3,78	3,78	3,78	11,34	2310	0,4261	7900	19,1	3,10	244	5463007	
100-ALI/17-STIA	---	100	16,7	116,7	6	1	4,61	4,61	4,61	13,8	3433	0,2869	7900	19,1	2,76	320	5463116	
107-ALI/18-STIA	LA 125 PENGUIN	107	17,9	125,1	6	1	4,77	4,77	4,77	14,31	3680	0,2675	7900	19,1	2,68	336	5463012	
152-ALI/25-STIA	LA 175 OSTRICH	152	24,7	176,7	26	7	2,73	2,12	6,36	17,28	5500	0,1900	7500	18,9	2,42	429	5463017	
147-ALI/34-STIA	LA 180	147,3	34,3	181,6	30	7	2,50	2,50	7,50	17,50	6390	0,1962	8000	17,8	2,33	424	5463020	
242-ALI/39-STIA	LA 280 HMK	241,7	39,4	281,1	26	7	3,44	2,68	8,04	21,80	8450	0,1194	7500	18,9	2,04	574	5463023	
337-ALI/44-STIA	LA 380 GULL	337,3	43,7	381,0	54	7	2,82	2,82	8,46	25,38	10650	0,0857	6900	19,3	1,87	712	5463032	
402-ALI/52-STIA	LA 455 CONDOR	402,3	52,2	454,5	54	7	3,08	3,08	9,24	27,72	12400	0,0718	6900	19,3	1,75	799	5463035	
483-ALI/33-STIA	LA 510 RAIL	483,4	33,4	516,8	45	7	3,70	2,47	7,39	29,59	11580	0,0599	6600	20,9	1,70	882	5463038	
485-ALI/63-STIA	LA 545 CARDINAL	484,5	62,8	547,3	54	7	3,38	3,38	10,14	30,42	14850	0,0596	6900	19,3	1,62	890	5463041	
565-ALI/72-STIA	LA 635 FINCH	565,0	71,6	636,6	54	19	3,65	2,19	10,95	32,85	17500	0,0511	6700	19,4	1,51	960	5463047	
806-ALI/56-STIA	LA 860 LAWING	805,7	55,6	861,3	45	7	4,77	3,18	9,54	38,16	18700	0,0359	6600	20,9	1,25	1077	5463056	

Imagen 11. Propiedades eléctricas y mecánicas del conductor seleccionado para las líneas aéreas de media tensión. (fuente NI 54.63.01).

2.1.1 Categoría de la línea

Para el presente proyecto todas las líneas son de tercera categoría debido a que su tensión nominal es <30 kV.

2.1.2 Clasificación geográfica

Todas las líneas se identifican en la Zona A, debido a que la altura sobre el nivel del mar de todo el polígono industrial es <500 m de altitud.

La altura de todo el municipio de Meliana se encuentra a 19 m de altitud en base a la información proporcionada por la web del ayuntamiento de la localidad.

2.2 Cálculo mecánico del vano

Para este proyecto todos los vanos son al mismo nivel.

Para el cálculo mecánico de los vanos se deben hacer las siguientes suposiciones teniendo en cuenta todas las características mecánicas del conductor seleccionado, adjuntado en la *Imagen 11*.

2.2.1 Hipótesis de tracción máxima

Para este apartado se comprobará qué hipótesis, hielo o viento, es la que genera la máxima tracción horizontal en el conductor y si es capaz de superar la de tracción máxima de rotura. En consecuencia, se establece la siguiente condición:

$$T_o < T_{max}$$

Condición 4. Comparación tracción máxima horizontal y tracción máxima de rotura del conductor.

Se establece la tracción máxima horizontal para rotura del cable, T_{max} , con la siguiente expresión.

$$T_{max} = \frac{\sigma_{rot}}{coef. seguridad}$$

Ecuación 12. Tracción máxima horizontal para rotura del conductor.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Siendo:

- T_o =Tracción horizontal para las distintas hipótesis de cálculo, en daN.
- T_{max} =Tracción máxima horizontal para rotura del cable, en daN.
- σ_{rot} =Tracción máxima que es capaz de soportar el material en el momento de rotura, en daN.
- Coef.seguridad: Coeficiente de seguridad, de valor 3.

El valor del coef.seguridad se ha establecido en 3 y no en 2,5, como es lo habitual, para no tener que exigir en el cálculo de los apoyos la hipótesis de rotura de los conductores.

2.2.1.1 Comprobación hipótesis de hielo

No procede dado que es zona A.

2.2.1.2 Comprobación hipótesis de viento (a -5°C y viento de 120km/h)

Esta hipótesis se realiza para condiciones de temperatura de estado inicial de -5 °C y una velocidad del viento de 120 km/h.

La tracción horizontal para la hipótesis de viento se define como:

$$T_o = \frac{1}{4} * (2 * T_{max} + \sqrt{4 * T_{max}^2 - 2 * a^2 * P_t^2})$$

Ecuación 13. Tracción horizontal para hipótesis de viento.

Dónde:

- a =Longitud de la luz, en m.
- P_t =Peso total del conductor, siendo el módulo del peso propio del conductor más el esfuerzo que realiza el viento sobre este, en daN/m. Se expresa con la *Ecuación 14.*
-

$$P_t = \sqrt{P_p^2 + P_v^2} \text{ [daN/m]}$$

Ecuación 14. Peso total que soporta el conductor con sobrecarga de viento a 120 km/h.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Definiendo:

- P_p =Peso propio del conductor, en daN/m.
- P_v =Fuerza que ejerce el viento sobre el conductor, en daN/m. Viene dado por la *Ecuación 15*.

$$P_v = q * \phi \text{ [daN/m].}$$

Ecuación 15. Peso que ejerce el viento sobre el conductor.

$$P_v = 60 * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 * \phi \text{ [daN/m]}$$

Siendo:

- V_v =Velocidad máxima del viento, en km/h.

Se define así la, *Ecuación 14*, debido a que los esfuerzos que se proyectan sobre el conductor son vistos desde el plano frontal que resulta de un corte transversal a la sección del conductor. Véase *Imagen 12*.

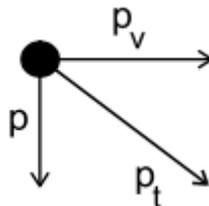


Imagen 12. Descomposición vectorial de fuerzas aplicadas al conductor resultante de la proyección sobre el plano frontal que resulta de un corte transversal a la sección del conductor. (fuente apuntes asignatura EE1027 Líneas Eléctricas de Alta Tensión).

De este modo se obtiene la resultante, P_t , de la acción de la fuerza del viento, en un eje X cartesiano, y el peso propio del conductor, en el eje Y cartesiano.

Así pues, como ambas magnitudes vectoriales forman un ángulo de 90° entre ellas la resultante se obtiene de aplicar el teorema de Pitágoras.

Calculada la T_0 se comprueba si se cumple la *Condición 4*.

Por último, con el valor calculado de la tracción horizontal debida al viento, la longitud de la luz y el peso total, se calcula la flecha resultante en la catenaria. Véase *Ecuación 16*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

$$f = \frac{a^2 * Pt}{8 * T_0} [m]$$

Ecuación 16. Flecha resultante de la catenaria de los conductores.

2.2.1.3 Comprobación hipótesis adicional (viento excepcional)

No se contempla.

2.2.2 Ecuación de cambio de condiciones

Para el cálculo de cualquier hipótesis que se diferente a la planteada en el punto 2.2.1.2 Comprobación hipótesis de viento (a -5°C y viento de 120km/h) será necesario aplicar la ecuación de cambio de condiciones, definiendo las condiciones iniciales como:

t1 (daN/mm ²)	Temp1 (°C)	m1
---------------------------	------------	----

Siendo:

- **t1**=Distribución de la tracción horizontal sobre toda la sección del conductor, en [daN/mm²].

Se define como:

$$t1 = \frac{T_0}{S_t} [\text{daN/mm}^2]$$

- **Temp1**= Temperatura en estado inicial, para el caso de estudio -5°C, en [°C].
- **m1**=Coeficiente de sobrecarga del conductor para estado inicial, adimensional [-]. Resulta de aplicar:
-

$$m1 = \frac{Pt}{P_p} [-]$$

Así pues, se definen los siguientes términos:

$$K = \frac{a^2 * E_{young} * w^2 * m1^2}{24 * t1^2} - t1 \left[\frac{\text{daN}}{\text{mm}^2} \right]$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

$$A = \alpha * E_{young} * [Temp2 - Temp1] + K \left[\frac{daN}{mm^2} \right]$$

$$B = \frac{\alpha^2 * E_{young} * w^2 * m2^2}{24} \left[\frac{daN^3}{mm^6} \right]$$

Dónde:

- **w**= Distribución del peso propio del conductor sobre la sección del mismo, en daN/m/mm².
- **α**= Coeficiente de dilatación lineal del material conductor, en °C⁻¹.
- **Eyoung**= Módulo de elasticidad/de Young del material conductor, en daN/mm².
- **m2**=Coeficiente de sobrecarga del conductor para estado final, adimensional [-] Se aplica la ecuación de m1 a las nuevas condiciones.
- **Temp2**= Temperatura de la nuevo estado de cálculo, en °C.

Con todo ello, se sustituyen los valores en la ecuación de cambio de condiciones, expresada en la siguiente ecuación:

$$t2^2 * (t2 + A) = B$$

Ecuación 17. Ecuación para cambio de condiciones.

De donde se despeja el valor de $t2$ y, sustituyéndolo en la ecuación de $t1$, se obtiene el valor de la tracción horizontal para las nuevas condiciones de cálculo, $T2$.

2.2.3 Comprobación de fenómenos vibratorios

Según la *ITC-LAT-07* se recomienda que la tracción en el conductor a la temperatura de 15°C no supere el 22% de la carga de rotura si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dispositivos antivibratorios como los amortiguadores, o bien, que no se supere el 15% de la carga de rotura en el resto de casos.

Se distinguen los siguientes casos.

2.2.3.1 Tensión de cada día (EDS)

Se establecen los límites para la tracción mecánica del conductor habitual de cada día (Every Day Stress).

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

El estudio se realiza a temperatura de 15 °C y sin sobrecargas, es decir, únicamente con el peso propio del conductor. Por ello se precisa utilizar la ecuación de cambio de condiciones.

Obtenido el nuevo valor para la tracción horizontal se calcula EDS, cuyo valor debe ser menor al 15 %. Véase la *Ecuación 18*.

$$EDS = \frac{T2}{\sigma_{rot}} * 100$$

Ecuación 18. Cálculo del estrés a tracción que soporta el conductor día tras día (EDS).

Finalmente, se calcula la nueva flecha con la *Ecuación 16*.

2.2.3.2 Tensión en horas frías (CHS)

Se establecen los límites para la tracción mecánica del conductor en las horas frías.

El estudio se realiza a temperatura de -5 °C y sin sobrecargas, es decir, únicamente con el peso propio del conductor. Por ello se precisa utilizar la ecuación de cambio de condiciones.

Obtenido el nuevo valor para la tracción horizontal se calcula CHS. Véase la *Ecuación 19*.

$$CHS = \frac{T2}{\sigma_{rot}} * 100$$

Ecuación 19. Cálculo del estrés a tracción que soporta el conductor en horas frías (CHS).

Se comprueba que es menor al 20 %, dato aportado por la compañía distribuidora.

$$CHS [\%] < 20 [\%]$$

Finalmente, se calcula la nueva flecha con la *Ecuación 16*.

2.2.4 Hipótesis de flecha máxima

En esta hipótesis se estudian los diferentes casos que hacen que la flecha del conductor sea la más grande, para ello se estudian los siguientes casos y se escoge el más desfavorable el de mayor flecha.

2.2.4.1 Hipótesis de viento (15 °C, $V_v=120$ km/h)

El estudio se realiza a temperatura de 15 °C y $V_v=120$ km/h, por ello se debe tener en cuenta la sobrecarga del viento. Así pues, se precisa utilizar la ecuación de cambio de condiciones para obtener los valores de T_2 (daN) y f (m).

2.2.4.2 Hipótesis de temperatura (50 °C sin sobrecarga)

Debido a la elevada temperatura el metal del conductor se dilata, por lo que la flecha aumenta.

El estudio se realiza a temperatura de 50 °C, sólo se debe tener en cuenta el peso propio del conductor. Así pues, se precisa utilizar la ecuación de cambio de condiciones para obtener los valores de T_2 (daN) y f (m).

2.2.4.3 Hipótesis de hielo (0 °C, sobrecarga de hielo)

No procede dado que la zona del proyecto es del tipo A.

2.2.5 Hipótesis de flecha mínima (-5 °C, son sobrecarga)

Debido a la baja temperatura el metal del conductor se contrae, por lo que la flecha disminuye.

El estudio se realiza a temperatura de -5 °C, sólo se debe tener en cuenta el peso propio del conductor. Así pues, se precisa utilizar la ecuación de cambio de condiciones para obtener los valores de T_2 (daN) y f (m).

2.2.6 Hipótesis para el cálculo de la desviación de la cadena de aisladores

No procede dado que todos los conductores están sujetos a las crucetas mediante cadenas de amarre.

2.2.7 Tabla de tendido

Una vez efectuadas las diferentes hipótesis de cálculo mecánico es necesario establecer la tracción que hay que dar al conductor el día de tendido para no sobrepasar en el mismo, en condiciones adversas (temperatura, viento, hielo) que se puedan presentar en cualquier momento, la carga de rotura dividida por 3. La tabla de tendido se calcula para las diferentes temperaturas (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40 y 45 °C) SIN sobrecarga.

2.3 Nivel de aislamiento y formación de cadenas

Los aisladores tienen dos tipos de funciones: eléctrica y mecánica.

2.3.1 Función eléctrica.

La primera de ellas se fundamenta en garantizar los niveles de aislamiento mínimos correspondientes a la tensión más elevada de la línea, 24 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores del presente proyecto.

Dentro de lo establecido por la normativa de la empresa distribuidora en el punto 7 “nivel de aislamiento y formación de cadenas” del “Proyecto tipo línea aérea de media tensión, simple circuito con conductor de aleación de aluminio” 117-AI3 (D 110) de la MT 2.21.40.

En base a lo especificado en ese punto se categoría el nivel de contaminación en un Nivel II. Nivel de contaminación medio al tratarse los siguientes puntos:

- Zonas con industrias que no produzcan humos especialmente contaminantes y/o con una densidad media de viviendas equipadas con calefacción.
- Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa cercanas al mar, pero alejadas algunos kilómetros de la costa (al menos distantes bastantes kilómetros). (Las distancias desde la costa marina dependen de la topografía costera y de las extremas condiciones del viento).

Para estos aisladores seleccionados la compañía distribuidora asegura su cumplir los niveles de aislamiento exigidos en el la tabla 12 de la ITC-LAT 07, de 50 kV y 125 kV, correspondientes a la tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial y tensión soportada a impulsos tipo rayo, respectivamente.

Los valores de las líneas de fuga están indicados para aisladores de vidrio en el documento del proyecto tipo. Así pues, por tratarse de aisladores compuestos, para determinar el número de aisladores en función del nivel de contaminación, se ha aplicado lo indicado en las Normas UNE 21909, UNE-EN 62217 y en la Norma NI 48.08.01.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Para nivel de polución medio, caso de este proyecto, se utiliza el aislador tipo U 70 YB 20, cuyas características se adjuntan a continuación.

Aislador tipo U 70 YB 20.

- Material: Compuesto
- Carga de rotura: 7.000 daN
- Línea de fuga: 480 mm
- Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto: 70kV eficaces
- Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta/choque: 165 kV

De la Tabla 1a del apartado 3 del documento *NI 48.08.01* se establece la *Tabla 6* con todas las características físicas del aislador seleccionado.

Designación	Nivel polución	Nivel de tensión (kV)	Línea de fuga mínima [mm]	Dimensiones		Masa [daN]
				Longitud total (L) [mm]	Longitud aislante (La) min [mm]	
U70YB20	Medio	20	480	380	230	1,76

Tabla 6. Características físicas del aislador seleccionado. (fuente NI 48.08.01)

Deben cumplirse todas las condiciones que se detallan a continuación:

2.3.1.1 Niveles de aislamiento de la propia línea de MT

Para una línea de MT de 22 kV aérea la guía *ITC-LAT-07* establece los siguientes valores:

Tensión más elevada para el material Um (kV)	Tensión soportada normalizada de corta duración a frecuencia industrial kV (valor eficaz)	Tensión soportada normalizada a los impulsos kV(valor cresta)
20,4	50	95/125/145

Tabla 7. Niveles de aislamiento exigidos para la línea de media tensión. (fuente ITC-LAT-07).

2.3.1.2 Niveles de contaminación

Para un nivel medio de contaminación, como es este proyecto, se establece la línea de fuga específica mínima nominal (l_e):

$$l_e = 20 \left[\frac{\text{mm}}{\text{kV}} \right]$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Este valor ha sido obtenido de la Tabla 14 del apartado 4.4 de la guía *ITC-LAT-07*.

2.3.1.3 Línea de fuga total

Se establece la línea de fuga total de la cadena de aisladores con la siguiente expresión:

$$lt = Us * la \text{ [mm]}$$

Ecuación 17. Línea de fuga total para los aisladores.

Siendo:

- la = Línea de fuga específica nominal mínima establecida según ITC-LAT-07. Valor 20 mm/kV.
- Us = Tensión más elevada para el material, 24 V.

$$lt = 480 \text{ [mm]}$$

2.3.1.4 Elección tipo de aislador

Se establece el aislador tipo U 70 YB 20, detallando sus propiedades en el apartado 2.3.1 *Función eléctrica*.

2.3.1.5 Número de elementos de la cadena

El número de elementos de la cadena viene definido por la siguiente expresión:

$$n = \text{Partereal} \left(\frac{lt}{la} \right) + 1$$

Ecuación 18. Cálculo del número de discos aisladores que llevará la cadena de asilamiento.

Siendo:

- n = Cantidad de aisladores en la cadena.

$$n = \frac{480}{20} + 1$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

$$n = 2$$

2.3.1.6 Comprobación nivel de aislamiento cadena

Se precisa de la verificación de las siguientes condiciones:

- Por tensión de choque:

$$V_{choque}(aislate) > V_{choque}(línea)$$

$$165 \text{ (kV)} > 125 \text{ (kV)}$$

Se ha escogido 125 kV por ser el caso más desfavorable.

- Por tensión de ensayo:
-

$$V_{ensayo}(aislador) > V_{ensayo}(línea)$$

$$70 \text{ (kV)} > 50 \text{ (kV)}$$

2.3.1.7 Longitud total de la cadena

Este factor lo establece la grapa de amarre seleccionada que, también está normalizada por la empresa distribuidora y se encuentra en la *Figura 2* del apartado 8.3 del "Proyecto tipo línea aérea de media tensión, simple circuito con conductor de aleación de aluminio" 117-AI3 (D 110) de la MT 2.21.40.

Se selecciona **GA-1**.

Amarre	
Marca	Denominación
1	Aislador compuesto U70 YB 20
2	Alojamiento de rótula R16/17P
3	Grapa de amarre GA-1
L=525 mm	

Tabla 8. Características de la cadena de amarre.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

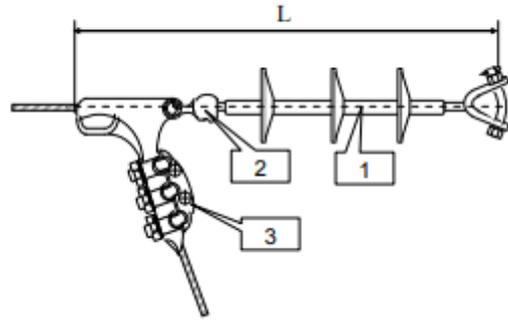


Imagen 13. Cadena y grapa de amarre seleccionadas. (fuente MT 2.21.40).

Las características físicas de este modelo de grapa de amarre se encuentran en la Tabla 9. Véase Tabla 9.

REF	Gama conduc.	A	B	C	D	øE	Estribros			Peso [daN]	Carga máxima rotura [daN]
		[mm]					N	øF	Nm		
GA-1/16	06-oct	108	117	18	19	M16	2	M10	30	0,42	3.500

Tabla 9. Características físicas de la grapa de amarre. (fuente fabricante, véase apartado de catálogos).

2.3.1.8 Distancia de asilamiento eléctrico

La empresa distribuidora garantiza que la distancia de aislamiento eléctrico es la adecuada.

2.3.2 Mecánica

La tensión máxima que aguantará la cadena será la máxima que pueda soportar el cable hasta su rotura. Los valores de dichas cargas a tracción se concretan en el punto de cálculo del conductor para cada línea. La carga de rotura para estas cadenas es de 7.000 daN.

2.4 Distancia de seguridad

De acuerdo con la ITC-LAT 07, las separaciones entre conductores, entre éstos y los apoyos, así como las distancias respecto al terreno y obstáculos a tener en cuenta en este proyecto, son las que se indican en los apartados siguientes.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

2.4.1 Distancia de los conductores al terreno

Para la determinación de esta distancia se precisa la siguiente ecuación:

$$D(\text{cond} - \text{terr}) = D_{\text{add}} + D_{\text{el}}$$

$$D(\text{cond} - \text{terr}) = 5,3 + D_{\text{el}}$$

Ecuación 19. Distancia entre conductores y el terreno.

Siendo:

- D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra. Interna y externa.
- D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase. Es interna.

Estos valores se obtienen de la *Tabla 10*, obtenido de la *Tabla 15* del apartado 5.2 “*Distancias de aislamiento eléctrico para evitar descargas*” de la guía ITC-LAT-07.

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
24	0,22	0,25

Sustituyendo el valor de D_{el} en la *Ecuación 19*.

$$D(\text{cond} - \text{terr}) = 5,52 \text{ [m]}$$

Para verificar que en ningún momento se sobrepasa esta distancia el RLAT establece que los apoyos tengan una altura mínima de 6 m pero, la empresa distribuidor considera como mínimo 7 m. Así pues, la altura a la que estará el conductor sobre el suelo será el resultado de restar la altura a la que está el conductor menos la flecha máxima que puede tener. Esta distancia deberá ser mayor que los 5,52 m y se comprobará en el cálculo de las flechas para cada apoyo.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

2.4.2 Distancia entre conductores

De acuerdo con el apartado 5.4.1 de la *ITC-LAT 07*, la separación mínima entre conductores viene dada por la fórmula:

$$D = K * \sqrt{f + L} + K' * D_{pp}$$

Ecuación 20. Separación mínima entre conductores.

Siendo:

- D = Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos, en m.
- K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento siendo el arcotangente de la sobrecarga del conductor, obtenido de la *Tabla 20*.
- f = Flecha máxima (m) para la hipótesis de flecha máxima, en m.
- L = Longitud (m) de la cadena de suspensión. En el caso de cadenas de amarre o aisladores de apoyo L = 0.
- K' = Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea. K' = 0,85 para categoría especial y K' = 0,75 para el resto.

Para la determinación del coeficiente K se estudia la *Tabla 20*, obtenida de la *Tabla 16* del apartado 5.4.1 5.4.1 de la *ITC-LAT 07*.

Angulo de oscilación	Valores de K	
	Líneas de tensión nominal superior a 30kV	Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30kV
Superior a 65°	0,7	0,65
Comprendido entre 40° y 65°	0,65	0,6
Inferior a 40°	0,6	0,55

Tabla 20. Valores de K en función del ángulo de oscilación para distintos tipos de tensión nominal de línea. (fuente ITC-LAT 07).

Este valor se calculará en los apartados de cálculo mecánico del conductor para cada vano debido a que depende de la flecha máxima de cada uno de ellos.

2.4.3 Distancia entre conductores y accesorias en tensión y apoyos.

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a *Del*, con un mínimo de 0,2 m establecido por la guía *ITC-LAT-07* en apartado 5.4.2 “Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra”.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

2.4.4 Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra.

La separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a D_{el} , con un mínimo de 0,2 m establecido por la guía ITC-LAT-07 en apartado 5.4.2 "Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra".

2.4.5 Prescripciones especiales

Para el cálculo de la distancia mínima de los conductores sobre el rasante de la carretera se tomará la *Ecuación 19* para los siguientes valores.

$$D_{add} = 6,3 \text{ [m]}$$

Siendo este el valor referido a líneas que no son de categoría especial.

El valor de D_{el} será el mismo que el aplicado en el apartado 2.4.1 *Distancia de los conductores al terreno*.

$$D_{cond} - carr = 6,52 \text{ [m]}$$

Así pues, esta altura sólo se tendrá en cuenta para los cruzamientos con carreteras, para el resto de zonas se aplicará el del punto 2.4.1 *Distancia de los conductores al terreno*.

2.5 Crucetas

Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. normaliza los distintos tipos de crucetas rectas para apoyos de celosía con cadenas de amarre. Véase *Tabla 21*. Ha sido obtenida del apartado 9.2.2 "Apoyos con cadenas de amarre" del "Proyecto tipo línea aérea de media tensión, simple circuito con conductor de aleación de aluminio" 117-AI3 (D 110) de la MT 2.21.40.

Designación	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga, en daN			Coef.seguridad	Carga de ensayo daN			Tiempo de ensayo, en segundos
		V	L	T		V	L	T	
RC2	A	650		1500	1,5	97 5		22 50	60
	B	650	1500			97 5	22 50		

Tabla 21. Características de la cruceta recta seleccionada. (fuente MT 2.21.40).

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Estas crucetas dan separaciones entre fases contiguas de 10 dm (10-S), 12,5 dm (12,5-S), 15 dm (15-6), 17,5 (17,5-S) y 20 dm (20-S). Los pesos aproximados de estas crucetas son los que se detallan en la *Tabla 22*.

Tipo de cruceta	RC2-12,5S	RC2-15S	RC2-17,5S	RC2-20S
Peso [daN]	90	98	116	133

Tabla 21. Pesos para las distintas crucetas rectas que la compañía distribuidora ha normalizado para crucetas rectas. (fuente MT 2.21.40).

Para todos los apoyos que no son de fin de línea se utilizará la cruceta RC2-12,5S.

Así pues, las características de la cruceta y todos los elementos que la forman se detallan en la siguiente tabla. Véase *Tabla 22*.

Elemento	Modelo	Peso unitario [daN]	Separación entre fases contiguas o al eje del apoyo "a"[m]
Cruceta recta	RC2-12,5S	90	1,25
Grapa amarre/herrajes	GA-1/16	0,42	
Cadena aisladores	U70 YB 20	3,6	

Tabla 22. Características que conforman la cruceta, grapas y herrajes de las crucetas rectas.

Para los apoyos de fin de línea con derivación subterránea se utilizarán crucetas rectas del tipo RC-3T con cadena de amarre, según establece Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. en la *Imagen 13 del anexo D del MT2.21.60*". Sus características son las de la *Tabla 23*.

Design.	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga, en daN			Cf.seg.	Carga de ensayo daN			Tiempo ensayo, en segundos
		V	L	T		V	L	T	
RC 3-T	A	800		2000	1,5	1200		3000	60
	B	800	2000			1200	3000		

Tabla 23. Características ante esfuerzos de las crucetas rectas para derivación a subterránea. (fuente MT2.21.60).

Para todos los apoyos de fin de línea se utilizará la cruceta RC 3-T.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Así pues, las características de la cruceta y todos los elementos que la forman se detallan en la siguiente tabla. Véase *Tabla 24*.

Elemento	Modelo	Peso unitario [daN]	Separación entre fases contiguas o al eje del apoyo "a"[m]
Cruceta recta	RC3-20-T	90	2
Grapa amarre/herrajes	GA-1/16	0,42	
Cadena aisladores	U70 YB 20	3,6	

Tabla 24. Características que conforman la cruceta, grapas y herrajes de las crucetas rectas de fin de línea con conversión.

Las características mecánicas de la cruceta han sido obtenidas del catálogo de la empresa "Jovir".

2.6 Apoyos

El presente proyecto presenta sólo dos tipos de apoyos: fin de línea y anclaje de ángulo.

2.6.1 Altura del apoyo

Al finalizar el estudio de cada apoyo se calculará, con los datos obtenidos en el apartado de 2.4 *Distancia de seguridad* para cada caso, su altura. Véase *Ecuación 21*.

$$H = 2 + Del + Dadd + f_{\text{máx}} \text{ [m]}$$

Ecuación 21. Determinación de la altura del apoyo.

La altura a escoger será la obtenida al aplicar la *Ecuación 21* en caso de que sea la altura normalizada inmediatamente superior. Las alturas normalizadas que la empresa distribuidor estipula se encuentran en la Tabla 1 del apartado 3 "*Elementos normalizados. Designación, características esenciales, denominación y código*" del documento de normativa NI 52.10.01 de "*Apoyos de perfiles metálicos para líneas aéreas hasta 30 kV*".

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

2.6.2 Fin de línea

Según la guía técnica de la normativa *ITC-LAT-07* se establecen las siguientes hipótesis de cálculo este tipo de apoyos que, por normativa han de ser con cadena de amarre y cruceta recta. Para este proyecto serán de cruceta recta con cadena de aisladores de amarre.

Las hipótesis que se evaluarán serán las que establece la *ITC-LAT-07* en la *Tabla 6* del punto 3.5.3 “*Hipótesis de cálculo*” para “*Apoyos de líneas situadas en zona A*” distinguiendo el tipo de apoyo para “*Fin de línea*”. Véase *Imagen 14*.

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)
Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.		
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No aplica. ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	
	L	No aplica	Desequilibrio de tracciones (apartado 3.1.4.3)	Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.)
Fin de línea.	V	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.	No aplica	Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea.
	T	Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo.		No aplica
	L	Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4).		Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4)
Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 ó 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C.				
		V = Esfuerzo vertical	L = Esfuerzo longitudinal	T = Esfuerzo transversal

Imagen 14. Hipótesis a evaluar para apoyo de fin de línea. (fuente ITC-LAT-07).

Así pues, como se detalla en la *Imagen 14* existen cuatro hipótesis de cálculo, de las cuales sólo se realizarán la 1ª, 3ª y 4ª debido a que la segunda es para hielo y no entra dentro de la Zona A.

2.6.3 Croquis esfuerzos

Los distintos esfuerzos que se van a estudiar se detallan gráficamente en la siguiente imagen conforme dónde serán aplicados. Véase *Imagen 15*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

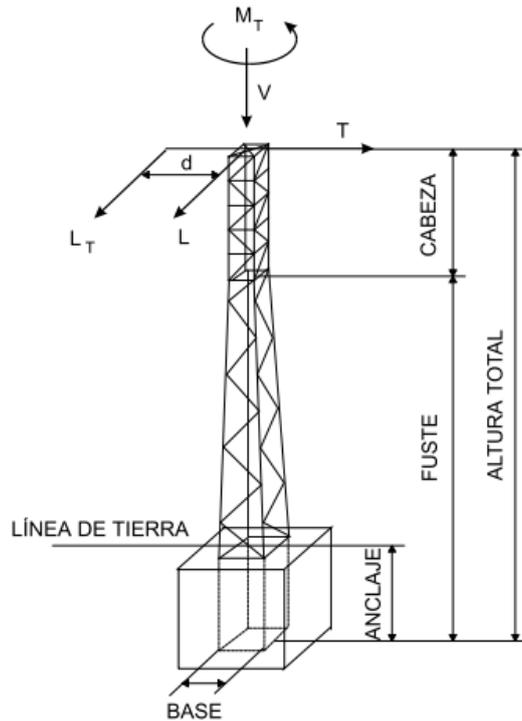


Imagen 15. Croquis de los esfuerzos que soportarán los distintos apoyos. (fuente EE1027 Líneas Eléctricas de Alta Tensión).

2.6.3.1 Hipótesis 1º, sobrecarga por viento (a -5°C y viento de 120km/h)

Para este caso se tiene en cuenta el peso propio del conductor junto con la fuerza que aplica el viento sobre él, a 120 km/h, sobre el conductor.

Tomando las características del conductor seleccionado para la línea del punto 2.1 de este mismo anexo y las características físicas de la cruceta y todos sus componentes: herrajes, peso de la cruceta, peso de cadena de aisladores, detallados en el apartado *Nivel de aislamiento y formación de cadenas* y *Crucetas* se calculan las siguientes cargas.

2.6.3.1.1 Cargas verticales

Las cargas verticales son todas aquellas que actúan sobre el apoyo a modo de compresión, es decir, si el mismo apoyo es el eje Y de un sistema de coordenadas cartesiano, todas las cargas verticales son aquellas que se ejercen sobre la ordenada en sentido hacia el suelo. Véase *Imagen 16*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

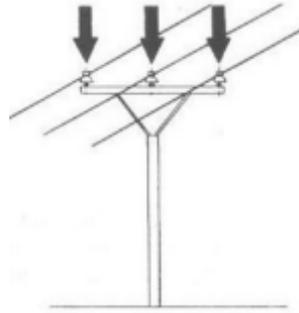


Imagen 16. Representación de las cargas verticales sobre el apoyo. (fuente EE1027 Líneas Eléctricas de Alta Tensión).

Se distinguen las siguientes:

$$P_{conds} = n * P_p * a_g \text{ [daN]}$$

$$a_g = \frac{a}{2} \text{ [m]}$$

$$P_{cads} = n * P_{cd} \text{ [daN]}$$

$$P_{herr} = n * P_{herr} \text{ [daN]}$$

$$P_{cruc} \text{ [daN]}$$

Siendo:

- n = Número de conductores.
- P_p =Peso propio de un conductor, en daN/m.
- P_{conds} = Peso de todos los conductores, en daN.
- a_g = Luz media que soporta el apoyo, será la media aritmética de la luz del tramo anterior más la del posterior, en m.
- P_{cad} = Peso de una cadena de aisladores, en daN.
- P_{cads} = Peso total de las cadenas de aisladores, en daN.
- P_{herr} = Peso de un herraje, en daN.
- P_{herr} = Peso total de todos los herrajes, en daN.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

La fuerza total que todas las cargas ejercen sobre el apoyo se calcula con la siguiente ecuación:

$$Fv = Pconds + PcadS + Pherrs + Pcruc \text{ [daN]}$$

Ecuación 22. Fuerza vertical total ejercida sobre el apoyo.

2.6.3.1.2 Cargas transversales

Las cargas transversales son todas aquellas que actúan sobre el apoyo desde un plano perpendicular a la dirección del conductor. Para este caso es el viento el único elemento que realiza cargas transversales. Sólo se tiene en cuenta la aplicada sobre el conductor y no sobre el apoyo dado que la velocidad del viento no es excepcional y, los propios fabricantes incluyen el esfuerzo sobre el apoyo debido a un viento de 120 km/h.

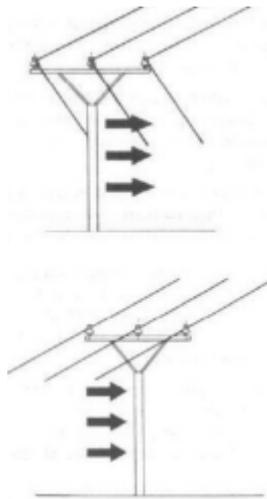


Imagen 17. Representación de las cargas transversales sobre el apoyo. (fuente EE1027 Líneas Eléctricas de Alta Tensión).

La carga transversal debida al viento viene dada por la siguiente expresión:

$$Ft1 = q * d * \frac{a}{2} \text{ [daN]}$$

Ecuación 23. Fuerza transversal ejercida sobre una fase.

$$Ft = n * Ft1 \text{ [daN]}$$

Ecuación 24. Fuerza total transversal ejercida sobre varias fases.

Siendo:

- Ft1= Fuerza que aplica el viento sobre un solo conductor, en daN.
- Ft= La resultante sobre todos los conductores, en daN.

2.6.3.1.3 Cargas longitudinales

Las cargas longitudinales son todas aquellas que actúan sobre el apoyo debido a la tracción que ejerce el conductor sobre este, en función de cómo de fuerte sea el tense que se le da al conductor la tracción será mayor o menor.

Se calculan teniendo en cuenta la tracción máxima que se ejerce sobre los conductores y que se detalla en la hipótesis de cálculo para viento a velocidades de 120 km/h a -5 °C, procediendo en base a lo detallado en el punto 2.2.1.2 *Comprobación hipótesis de viento (a -5°C y viento de 120km/h)* de este mismo anexo de cálculo.

Se define como:

$$Fl1 = To \text{ [daN]}$$

Ecuación 25. Fuerza longitudinal que se ejerce sobre una única fase.

$$Fl = 3 * Fl1 \text{ [daN]}$$

Ecuación 26. Fuerza longitudinal que se ejerce sobre varias fases.

Dónde:

- Fl1= Fuerza longitudinal que ejerce un único conductor sobre el apoyo, en daN.
- Fl= Fuerza total longitudinal que ejercen los tres conductores sobre el apoyo, en daN.

2.6.3.2 Hipótesis 2º, sobrecarga por hielo

No procede dado que se encuentra en Zona A.

2.6.3.3 Hipótesis 3º, desequilibrio de tracciones

El RLAT establece que no se aplica esta hipótesis para apoyos de fin de línea.

2.6.3.4 Hipótesis 4º, rotura de conductores (a -5 °C y viento de 120 km/h)

Al tratarse de zona A sin hielo, la única rotura que puede existir debido a las condiciones climáticas es en base a la velocidad del viento. Para este caso, el RLAT detalla que el peor de los escenarios, para una línea simple de tres fases, será cuando uno de los dos conductores de los extremos rompa.

De este modo se producirá un momento torsor sobre el eje central del apoyo que haría girar toda la cruceta en el sentido de la fuerza de tensión que genera el cable del otro extremo de la cruceta que no presenta rotura.

2.6.3.4.1 Cargas verticales

El cálculo de las cargas verticales para esta hipótesis se define con la siguiente expresión:

$$Fv = P_{conds} + P_{cads} + P_{herr} + P_{cruc}$$

Ecuación 27. Fuerza vertical total ejercida sobre el apoyo.

Siendo el único variante con respecto a los otros estudios de cargas verticales el peso de los conductores. Para el caso que se contempla se define con la *Ecuación 28*.

$$P_{conds} = (n - 1) * (P_p + Ft1)[daN]$$

Ecuación 28. Peso de los conductores sobre el apoyo eliminando el que ha roto.

2.6.3.4.2 Cargas transversales

El RLAT establece que no se aplica para fin de línea.

2.6.3.4.3 Cargas longitudinales

Se considera la rotura de un conductor situado en el borde de la cruceta lo que provoca un momento de torsión que viene dado por la aplicación de la *Ecuación 25*.

El momento resultante se calcula con la siguiente expresión:

$$Mt = Fl1 * a$$

Ecuación 29. Momento torsor debido a las cargas longitudinales sobre el apoyo.

Siendo:

- a= Distancia entre conductores de fase, detallada en el punto 2.5 *Crucetas*, de valor 1,25 m.

2.6.3.5 Selección del apoyo

Se comprueba que todos los esfuerzos calculados en todas las hipótesis sean menores que los máximos que el apoyo puede soportar y que el fabricante garantiza.

2.6.4 Anclaje de ángulo

Según la guía técnica de la normativa *ITC-LAT-07* se establecen las siguientes hipótesis de cálculo para la selección del tipo de apoyo a escoger. Para este tipo de apoyo, como bien detalla su título "Anclaje de ángulo", se seleccionará apoyo de celosía con cruceta recta con anclaje de ángulo. Por ello, se tendrá en consideración *Imagen 14* del punto 2.6.2 *Fin de línea*.

2.6.4.1 Hipótesis 1ª, sobrecarga por viento (a -5°C y viento de 120km/h)

Para este caso se tiene en cuenta el peso propio del conductor junto con la fuerza que aplica el viento, a 120 km/h, sobre el conductor.

Tomando las características del conductor seleccionado para la línea del punto 2.1 de este mismo anexo y las características físicas de la cruceta y todos sus componentes: herrajes, peso de la cruceta y peso de cadena de aisladores, detallados en el apartado *Nivel de aislamiento y formación de cadenas* y *Crucetas* se calculan las siguientes cargas.

Para este caso en especial, como el apoyo a estudio forma un ángulo con el siguiente apoyo, véase *Plano RMT-02* del apartado de Planos, se precisa el cálculo del esfuerzo debido a la resultante del ángulo.

El ángulo a tomar en consideración es el que forman entre sí las proyecciones de ambos vanos, el anterior con el posterior al del apoyo en cuestión. Para este caso:

$$\delta = 10^\circ$$

Pasado a radianes:

$$\delta = 0,174 \text{ [rad]}$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Por consiguiente, todas las cargas que se van a analizar son el resultado de la descomposición de la proyección debida a la resultante del ángulo.

2.6.4.1.1 Cargas verticales

El procedimiento a seguir es el mismo que el explicado en el punto 2.2.1.2 *Comprobación hipótesis de viento (a -5°C y viento de 120km/h).*

2.6.4.1.2 Cargas transversales

El cálculo de las cargas transversales para vano con ángulo se define con la *Ecuación 30.*

$$F_t = n * [(T_{o1} + T_{o2}) * \operatorname{sen}\left(\frac{\delta}{2}\right) + a_g * q * \left(\frac{V_v}{120}\right)^2 * \emptyset * \cos\left(\frac{\delta}{2}\right)] [daN]$$

Ecuación 30. Fuerza transversal aplicada a apoyo de anclaje con ángulo.

Dónde:

- T_{o1} = Tracción horizontal máxima estudiada en la Hipótesis 1 del cálculo del vano, para todos los casos como no existe hielo se define como la resultante de $V_v=120$ km/h a -5 °C.

2.6.4.1.3 Cargas longitudinales

El RLAT establece que no se aplica esta hipótesis para apoyos de anclaje con ángulo.

2.6.4.2 Hipótesis 2ª, sobrecarga por hielo

No procede dado que se encuentra en Zona A.

2.6.4.3 Hipótesis 3ª, desequilibrio de tracciones

Se define, según el RLAT, como el porcentaje de todas las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra. Este tipo de esfuerzos, deben considerarse aplicados en los puntos de sujeción de los conductores sobre los armados. Estos desequilibrios pueden dar lugar a momentos de torsión sobre el apoyo, que es obligatorio considerar.

2.6.4.3.1 Cargas verticales

Se tienen en consideración las mismas cargas que en el apartado 2.4.3 *Distancia entre conductores y accesorias en tensión y apoyos.*, esfuerzos verticales.

2.6.4.3.2 Cargas transversales

Para las cargas transversales el RLAT establece en la *ITC-LAT-07* en el punto 3.1.4.3 para desequilibrios en apoyos de anclaje un esfuerzo equivalente al 50 % de las tracciones unilaterales de los conductores y cables de tierra.

Dicho esto, se aplica la siguiente ecuación:

$$F_t = [T_o(\max) + 0,5 * T_o(\min)] * \operatorname{sen}\left(\frac{\delta}{2}\right) * n \text{ [daN]}$$

Ecuación 31. Fuerza transversal ejercida sobre apoyo con ángulo.

Siendo:

- $T_o(\max)$ = La tracción horizontal más elevada de entre los dos vanos debida al viento, en daN.
- $T_o(\min)$ = La tracción horizontal más pequeña de entre los dos vanos debida al viento, en daN.

Para este caso, el valor de “ n ” correspondería a 6 dado que existe una línea con 3 conductores a cada lado del apoyo pero, se establece con valor de 3 dado que lo que se considera son las 3 fases. Si la línea fuese doble, es decir con 6 fases, el valor de la “ n ” sería igual a 6.

2.6.4.3.3 Cargas longitudinales

Para las cargas transversales el RLAT establece en la *ITC-LAT-07* en el punto 3.1.4.3 para desequilibrios en apoyos de anclaje un esfuerzo equivalente al 50 % de las tracciones unilaterales de los conductores y cables de tierra.

Dicho esto, se aplica la siguiente ecuación:

$$F_l = [T_o(\max) - 0,5 * T_o(\min)] * \operatorname{cos}\left(\frac{\delta}{2}\right) * n \text{ [daN]}$$

Ecuación 32. Fuerza longitudinal ejercida sobre apoyo con ángulo.

2.6.4.4 Hipótesis 4ª, rotura de conductores (a -5°C y viento de 120km/h)

Puesto que se ha tomado un coeficiente de seguridad de 3 para el cálculo mecánico de los conductores no es necesario considerar esta hipótesis, tal y como establece el RLAT.

2.6.4.5 Selección del apoyo

Se comprueba que todos los esfuerzos calculados en todas las hipótesis sean menores que los máximos que le apoyo puede soportar y que el fabricante garantiza.

Se selecciona el tipo de apoyo en base a la tabla normalizada para apoyos de celosía con cadenas de amarre de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U. Véase *Tabla 25*. Ha sido obtenida del apartado 9.2.2 “Apoyos con cadenas de amarre” del “Proyecto tipo línea aérea de media tensión, simple circuito con conductor de aleación de aluminio” 117-AI3 (D 110) de la MT 2.21.40.

Apoyo tipo	Esfuerzos [daN]			Mt [daN*m]
	T o L	V	V+5*T≤	
C-1000	1.000	600	5.600	1.050
C-2000	2.000	600	10.600	2.100
C-3000	3.000	800	15.800	2.100
C-4500	4.500	800	23.300	2.100

Tabla 25. Esfuerzos máximo soportable para los diferentes apoyos de celosía. (fuente MT 2.21.40).

Al tratarse de apoyos con base cuadrada se establecen las siguientes asignaciones:

- Para fin de línea:

$$V = Fv \text{ [daN]}$$

$$L = Ft + Fl \text{ [daN]}$$

- Anclaje con ángulo:

$$V = Fv \text{ [daN]}$$

2.7 Cimentación

Las cimentaciones de todos los apoyos estarán constituidas por monobloques de hormigón, habiéndose verificado el vuelco por el método Sulzberger. Este, se fundamenta en la comprobación efectuada de que la resistencia de los terrenos a la compresión a lo largo de las paredes verticales aumenta con la profundidad, dependiendo de la clase de terreno y de su grado de humedad.

También, la resistencia del terreno debajo de la cimentación es igual o superior a la resistencia en cualquier punto de las paredes verticales.

Así pues, partiendo de esta explicación, el método a seguir se fundamenta en las siguientes dos condiciones:

2.7.1 Condición de estabilidad.

Para esta condición se calcula la estabilidad del apoyo ante un vuelco provocado por los pares de fuerzas que se ejercen sobre él.

El caso límite será cuando el que el momento al vuelco sea igual a la suma del momento estabilizador debido a las reacciones laterales del terreno y verticales. En dicho caso, el valor de la tangente del ángulo de giro del bloque macizo de hormigón de 0,01. Se considerará que el máximo valor de ángulo de giro que puede girar, independientemente de las características del terreno, será el arcotangente de 0,01.

Esta condición se recoge en el apartado 3.6.1 de la ITC-LAT-07 y se expresa en la *Ecuación 33*.

$$Mv = M1 + M2 \text{ [daN * m]}$$

Ecuación 33. Valor límite del momento debido al vuelco.

Siendo:

- Mv= Momento al vuelco, en daN*m.
- M1= Momento estabilizador debido a las reacciones laterales del terreno, en daN*m. Viene dado por la *Ecuación 34*.

$$M1 = 139 * b * C2 * h^4 \text{ [daN * m]}$$

Ecuación 34. Momento estabilizador debido a las reacciones laterales del terreno.

- b= Largo de la cimentación, en m.
- a= Ancho de la cimentación, en m.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

- C2= Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad, en [daN/cm³].
- h= Profundidad del bloque macizo sin la peana, en m.
- M2= Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno, en daN. Viene dado por la Ecuación 35.

$$M2 = P * a * \left[0,5 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2 * a^2 * b * Ch * 10^6 * tg\tau}} \right] [daN * m]$$

Ecuación 35. Momento estabilizador debido a las reacciones verticales del terreno.

$$Ch = \frac{h}{2} * C2 [m * \frac{daN}{cm^3}]$$

- P= Suma del peso del hormigón junto con el del apoyo, en daN.

$$Mv = F * \left(Hl + \frac{2}{3} * h \right) [daN * m]$$

- F= Esfuerzo nominal que el apoyo es capaz de soportar, siendo este siempre el transversal, que es el que aparece en su designación, por ejemplo C-3000-12, es un apoyo de celosía cuyo esfuerzo admisible (transversal y sin haberle aplicado ningún coeficiente de seguridad es 3000 daN. En daN.
- Hl= Altura desde el punto final de aplicación de la F hasta la línea de tierra, en m, siendo esta la altura útil.

Dada la ubicación del terreno y en base a lo detallado en *el apartado 3.6.5 Tabla 10 de la ITC-LAT-07* junto con los apunte de la asignatura *EE1027 Líneas e Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión*, se establecen las siguientes características del terreno recogidas en la *Tabla 26*.

Naturaleza terreno	Peso específico aparente [Tn/m ³]	Ángulo talud natural	Carga admisible [daN/cm ²]	Coef.roz. entre cimiento y terreno al arranque	Coef. Compresibilidad a 2m prof.[daN/cm ³]
Arcilloso semiduro	1,80	20°	2	22°	6-8

Tabla 26. Características mecánicas del terreno. (fuente ITC-LAT-07 y EE1027 Líneas e Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión).

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

El origen de las reacciones del terreno reside en el comportamiento del mismo como un cuerpo plástico y elástico sobre el cual el macizo experimenta desplazamientos. Además, se tendrá en cuenta que la resistencia del terreno aumenta proporcionalmente conforme lo hace la profundidad pero, para este caso no se tomarán en consideración las fuerzas de rozamiento que éste pueda ocasionar sobre la cimentación.

Calculados todos los parámetros se procede a comprobar la condición de estabilidad. Véase *Condición 5*.

$$M1 + M2 \geq K * Mv$$

Condición 5. Condición de estabilidad.

Dónde:

- K= Coeficiente de seguridad para cimentaciones anchas y poco profundas, con valor mínimo de 1,5 según el apartado 3.6.1 de la normativa *ITC-LAT-07*, siendo por consiguiente una hipótesis de carácter normal y no anormal.

2.7.2 Comprobación de compresión

Para esta condición se calcula el esfuerzo de compresión que la cimentación va a soportar. Este, debe ser menor al de “carga admisible” para el tipo de terreno escogido.

El esfuerzo al que estará sometida la cimentación viene dado por la siguiente expresión:

$$\sigma(\text{apoyo}) = \frac{\sum P}{S} \left[\frac{\text{daN}}{\text{cm}^2} \right]$$

Ecuación 36. Esfuerzo al que la cimentación se somete.

$$\sum P = P_{\text{apoyo}} + P_{\text{cimentación}} + P_{\text{tierra}} + P_{\text{compresión}} \text{ [daN]}$$

Dónde:

- ΣP = La suma de todas las cargas verticales que soporta la cimentación, en daN.
- P_{apoyo} = Peso del propio apoyo, daN.
- $P_{\text{cimentación}}$ = Peso de la propia cimentación, daN.

Para el cálculo del $P_{\text{cimentación}}$ se aplicará la siguiente ecuación:

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

$$P_{\text{cimentación}} = V * \delta_{\text{hormigón}} \text{ [daN]}$$

Peso ejercido por la propia cimentación. Ecuación 37.

- V= Volumen del bloque de hormigón, resultante de la multiplicación de los parámetros a, b y c. En m³.
- $\delta_{\text{hormigón}}$ = Densidad del hormigón. Valor 2.200 kg/m³.
- Ptierra= Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación, daN.
- Pcompresión= Carga de compresión ejercida por el apoyo, siendo este la carga de trabajo más sobrecarga que soporta el apoyo. En daN.

Obtenido el esfuerzo del apoyo se verifica que sea menor que la carga admisible.

Siendo que todos los apoyos son C2000-12, como se calcula en cada uno de los apoyos, los resultados obtenidos para la cimentación de todos ellos serán los mismo. Así pues, la cimentación escogida es la siguiente.

Fuste tipo 41T111, de tramo 3 TA. Ha sido escogida de la *Tabla 1.7* de la *MT-NEDIS 2.23.30*. Presenta las siguientes características.

CIMENTACIÓN				
a (m)	h (m)	Vol. Excv (m ³)	Vol. Horm (m ³)	Solera S±0,1
1,44	2,13	4,42	4,83	0,27

Tabla 27. Características físicas de la cimentación escogida. (fuente LA MT-NEDIS 2.23.30.)

2.7.2.1 Condición de estabilidad

Habiendo tenido en cuenta todo lo detallado en el apartado 2.7.1 *Condición de estabilidad*. Y las características físicas y mecánicas se comprueba la condición.

CONDICIÓN DE ESTABILIDAD				
M1+M2 [daN*m]	38.257,79	≥	K*Mv [daN*m]	33.570

Tabla 28. Resultados de la verificación de la condición de estabilidad.

2.7.2.2 Comprobación de compresión

Habiendo tenido en cuenta todo lo detallado en el apartado 2.7.2 *Comprobación de compresión* y las características físicas y mecánicas se comprueba la condición. Véase *Tabla 29* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

COMPROBACIÓN COMPRESIÓN				
		Cimentación	CONDICI ÓN	Terreno
b [m]	1,44	σ (cimentación) [daN/cm ²]		σ (terreno) [daN/cm ²]
a [m]	1,44	0,527469136	<	2
S [m²]	2,0736			
Ph [daN]	8.386,8 4			
Pposte [daN]	550,76			
P tierras [daN]	0			
Pcompresión [daN]	2.000,0 0			
Pt [daN]	10.937, 6			

Tabla 29. Resultados de la comprobación de compresión.

2.8 Toma tierra en los apoyos

Según la normativa de la empresa distribuidora en el documento normativo MT 2.23.35. "Diseño de puestas a tierra en apoyos de líneas aéreas de alta tensión de tensión nominal igual o inferior a 20 kV", se establecen los siguientes requisitos:

- El conductor de puesta a tierra, bajante grapada por el apoyo, será de aluminio acero y de una sección no inferior a 100 mm², al objeto evitar los robos que se producen con conductores de cobre.
- El electrodo estará constituido por conductor de cobre desnudo y picas de acero cobrizado.

Los sistemas de puesta a tierra deberán resistir:

- Esfuerzos mecánicos y corrosión.
- Térmicamente la corriente máxima de cortocircuito
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Dichos requisitos dependen de los siguientes puntos:

- Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra. Para este proyecto se trata del segundo caso.
- Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor. Para este proyecto todos los apoyos son NO frecuentados.

Se distinguen los siguientes criterios:

2.8.1 Criterio de la resistencia térmica

El cálculo de la sección de los electrodos de puesta a tierra depende del valor y la duración de la corriente de falta, por lo que tendrán una sección tal que puedan soportar, sin un calentamiento peligroso, la máxima corriente de fallo a tierra prevista, durante un tiempo doble al de accionamiento de las protecciones de la línea. Para corrientes de falta que son interrumpidas en menos de 5 segundos, se podrá contemplar un aumento de temperatura adiabático. La temperatura final deberá ser elegida con arreglo al material del electrodo o conductor de puesta a tierra y alrededores del entorno.

Así pues, la sección mínima que deberá tener el conductor para cada caso viene dada por la siguiente expresión.

$$S = \frac{I_a * \sqrt{t_f}}{K_c}$$

Siendo:

- I_a = Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra según puesta a tierra del neutro de la subestación. Valor 500 para puesta Zig-zag 500 A. Véase apartado de "Puesta a tierra de las masas [Pat-P] del anexo de cálculo de "Centros de Transformación".
- t_f = Duración de la corriente de falta, expresada en [s]. Valor 0,2 [s].
- K_c = Depende del material del conductor seleccionado, de valor 160 para cobre, $K_c=160 \text{ A*s}^{0.5}/\text{mm}^2$.

2.8.2 Dimensionamiento con respecto a la seguridad de las personas.

2.8.2.1 Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada.

Según la *Tabla 30*, extraída del apartado 5.3.4.1 de la *MT 2.23.35* nombrada anteriormente, el valor de la tensión admisible de contacto aplicada se establece en 528 V. Véase *Tabla 30* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Duración de la corriente de falta, tf (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, Uca (V)
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
0,60	185
0,70	165
0,80	146
0,90	126
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
>10,00	50

Tabla 30. Tensión de contacto aplicada admisible en función de la duración de la corriente de falta.

2.8.2.2 Valores de las tensiones máximas de contacto y, en su caso, de paso, admisibles para la instalación.

Según la ITC-LAT 07 del RLAT se establecen las máximas tensiones de contacto admisibles en la instalación, U_c .

$$U_c = U_{ca} * \left[1 + \frac{Ra1 + Ra2}{2 * Z_b} \right]$$

Ecuación 38. Máxima tensión de contacto admisible en la instalación.

Siendo:

- U_c = Máxima tensión de contacto admisible en la instalación, en V.
- U_{ca} = Tensión de contacto aplicada admisible, tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies. Valor obtenido en el anterior apartado.
- $Ra1$ = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante, de valor 2000 Ω .
- $Ra2$ = Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $Ra2 = 3 \cdot \rho_s$, siendo ρ_s la resistividad del suelo cerca de la superficie.
- Z_b = Impedancia del cuerpo humano. Se considerará un valor de 1000 Ω .

2.8.3 Verificación del diseño del sistema de puesta a tierra

2.8.3.1 Establecimiento de las características del suelo

Este apartado consiste en determinar la resistividad del terreno, por lo explicado en el apartado “Investigación de las características del suelo” del anexo de cálculo de los centros de transformación, se establece una resistividad de valor:

$$\rho_t = 60 [\Omega \cdot m]$$

2.8.3.2 Elección del sistema de puesta a tierra y cálculo de la resistencia de puesta a tierra

Siendo todos los apoyos de este proyecto de la categoría no frecuentados, tal y como especifica el apartado 7.3.4.3 de la ITC LAT-07 del RLAT, la resistencia de la puesta a tierra de los apoyos deberá ser menor a 230 Ω , según se especifica en la Tabla 4 de la normativa MT 2.23.35 para una tensión de red de 20 kV.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra se utilizará la Ecuación 19 del apartado “puesta a tierra del neutro del transformador, PaT-S” del anexo de “Cálculo de Centros de Transformación”.

En este caso, el valor de la “Kr” viene dado por la empresa distribuidora para las diferentes picas a utilizar. Véase Tabla 31.

Electrodo	Kr [$\Omega/\Omega \cdot m$]
Configuración básica (1 pica)	0,604
Variante con 2 picas	0,244
Variante con 3 picas	0,167

Tabla 31. Valor del parámetro Kr para distintos tipos de electrodos de puesta a tierra.

Con la configuración básica de 1 única pica se consigue una resistencia por debajo del máximo.

$$R(\text{PaT}) = 36,24 [\Omega]$$

Por consiguiente, todos los apoyos constarán de esta configuración cuyas características se detallan a continuación. Véase Tabla 32 a continuación.

Material	Acero cobrizado
Longitud [m]	1,5
Diámetro [mm]	14
Profundidad [m]	0,5

Tabla 32. Características del electrodo utilizado para la puesta a tierra.

3 LAMT CV-300

3.1 Cálculos eléctricos

3.1.1 Criterio de intensidad admisible

Se trata de una de las dos líneas que alimenta a todo el polígono industrial, la potencia a transportar debe ser la correspondiente a la potencia de los CTs que abastece. No obstante, toda la red de MT que discurre por el polígono está anillada a través de los diversos centros de transformación por lo que si en algún momento se diese un fallo o rotura en alguna de las dos LAMT de alimentación, todo el polígono podría ser abastecido por una única LMT. Es por ello, por lo que se va a calcular para la potencia total de las naves industriales junto con las zonas de equipamiento y todo el alumbrado público.

Así pues, teniendo en cuenta la *Ecuación 1* se obtiene el siguiente valor de *I_t* para esta línea. Por lo especificado en el apartado "Criterio de Intensidad Admisible" del documento de la memoria, el conductor seleccionado se obtiene la siguiente tabla.

Pt (kW)	I (A)	S (mm ²)	S normalizada (mm ²)
4.283	137,7	35	54,6

No obstante, como la sección obtenida en base a la *Tabla 2* no está estandarizada por la compañía distribuidora se escogerá la sección inmediatamente superior que sí lo esté. Resultando en 54,6 mm².

Se selecciona el valor de la sección del conductor en base a la *Tabla 2*.

Finalmente, la sección del conductor escogido es:

- S=54,6 mm² e I_z=202 A

Al tratarse de una línea aérea simple no se aplican factores de corrección.

3.1.2 Selección de los conductores

El conductor seleccionado en base a los tipos de conductores aéreos que la empresa distribuidora tiene establecidos es el siguiente:

47-AL1/8-ST1A

Este conductor será el mismo desde el apoyo de madera que une con el apoyo de anclaje con ángulo hasta el de fin de línea, donde realiza la conversión a subterránea.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Sus características se recogen en la *Imagen 11*.

3.1.3 Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados

En base a lo explicado en el *punto 1.2.11.2.1 Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados* para una cruceta recta de distancia entre conductores contiguos $a= 1,25$ m, para el caso del apoyo 1, el conductor seleccionado de 47-AL1/8-ST1A y la longitud del cable, calculada en el *punto 3.2.1.1.8 Cálculo de la longitud de cable*, se establecen los valores de la *Tabla 33*.

Vano 1				
R (Ω/m)	X ($m\Omega/m$)	L (m)	Rt (Ω)	Xt (Ω)
6,13E-04	3,81E-04	55	3,372E-02	2,096E-02

Tabla 33. Parámetros de resistencia y reactancia del vano 1.

Del mismo modo, para una cruceta recta de distancia entre conductores contiguos $a= 2$ m, se establecen los valores de la *Tabla 34*.

Vano 2				
R (Ω/m)	X ($m\Omega/m$)	L (m)	Rt (Ω)	Xt (Ω)
6,13E-04	4,10 E-01	84	5,149E-02	34,44E-03

Tabla 34. Parámetros de resistencia y reactancia del vano 2.

Así pues, las características eléctricas de la LAMT CV-300 son las que se encuentran en la *Tabla 35*. Véase *Tabla 35* a continuación.

LAMT CV-300		
L (m)	Rt (Ω)	Xt (Ω)
158	9,685E-02	56,4E-03

Tabla 35. Parámetros eléctricos de la suma de los dos vanos de la línea aérea CV-300.

3.1.4 Potencia máxima de la línea

Aplicando la ecuación del *punto 1.5 Potencia máxima de la línea* y las características específicas del conductor 47-AL1/8-ST1A.

$$P_{\max} = 6,29 \text{ [MW]}$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

3.1.5 Cálculo de la corriente de cortocircuito en los conductores

Calculado en el punto 1.7.1 *Redes aéreas* de este mismo anexo.

3.2 Cálculos mecánicos

3.2.1 Cálculo mecánico del conductor del Vano 1

3.2.1.1 Vano 1

Este vano es el que comprende entre el apoyo de madera existente y el nuevo a instalar de anclaje con ángulo.

3.2.1.1.1 Hipótesis de tracción máxima

3.2.1.1.1.1 Comprobación hipótesis de viento (a -5°C y viento de 120km/h)

En base a lo explicado en el apartado 0 11.

Hipótesis de tracción máxima, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 36* a continuación.

TRACCIÓN MÁXIMA VIENTO (condiciones -5°C)			
a(m)	55	Tmax (daN)	546,67
σ_{rot} (daN)	1.640	To (daN)	542,75
St(mm ²)	54,6	f (m)	0,42
\varnothing (mm)	9,45	t1(daN/mm ²)	9,94
Ey (daN/mm ²)	7.900		
v(km/h)	120		
Pv	0,57		
Pp	0,19		
Pt	0,60		
coef.seguridad	3		

Tabla 36. Resultados para la tracción máxima debida al viento.

Queda comprobada la condición:

$$542,75 \text{ [daN]} < 546,67 \text{ [daN]}$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

3.2.1.1.2 Ecuación de cambio de condiciones

Se aplicará tal y como se ha detallado en el punto 2.2.2 *Ecuación de cambio de condiciones* y se aplicará a cada caso, detallándose en cada tabla los valores de las variables utilizadas.

3.2.1.1.3 Comprobación de fenómenos vibratorios

3.2.1.1.3.1 Tensión de cada día (EDS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.1 *Tensión de cada día (EDS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 37* a continuación.

FENÓMENTOS VIBRATORIOS (EDS) (SIN SOBRECARGA A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-8,74	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5	m2	1
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-5,72
t1(daN/mm²)	9,94	B2 (daN³/mm⁶)	11,46
T1 (daN)	542,75	t2(daN/mm²)	6,03
		T2 (daN)	329,24
		EDS (%)	20,21
		f (m)	0,21

Tabla 37. Resultados para EDS.

3.2.1.1.3.2 Tensión en horas frías (CHS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.2 *Tensión en horas frías (CHS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

FENÓMENTOS VIBRATORIOS (CHS) (SIN SOBRECARGA A -5°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-8,74	Temp2 (°C)	-5
Temp1 (°C)	-5	m2	1
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-8,74
t1(daN/mm²)	9,94	B2 (daN³/mm⁶)	11,46
T1 (daN)	542,75	t2(daN/mm²)	8,88
		T2 (daN)	484,84
		EDS (%)	29,76
		f (m)	0,14

Tabla 38. Resultados para CHS.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

3.2.1.1.4 Hipótesis de flecha máxima

3.2.1.1.4.1 Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.1 *Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 39* a continuación.

HIPOTESIS FLECHA MÁXIMA VIENTO (CON SOBRECARGA VIENTO A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-8,74	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5,00	m2	3,22
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-5,72
t1(daN/mm²)	9,94	B2 (daN³/mm⁶)	118,84
T1 (daN)	542,75	t2(daN/mm²)	7,71
		T2 (daN)	420,97
		f (m)	0,54

Tabla 39. Resultados para hipótesis de flecha máxima con sobrecarga de viento.

3.2.1.1.4.2 Hipótesis de temperatura (50 °C sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.2 *Hipótesis de temperatura (50 °C sin sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPÓTESIS DE TEMPERATURA (50°C SIN SOBRECARGA)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-8,74	Temp2 (°C)	50
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-0,44
t1(daN/mm²)	9,94	B2 (daN³/mm⁶)	11,46
T1 (daN)	542,75	t2(daN/mm²)	2,41
		T2 (daN)	131,59
		f (m)	0,53

Tabla 40. Resultados para hipótesis de flecha máxima debido a la temperatura.

3.2.1.1.5 Hipótesis de flecha mínima (-5°C, sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.5 *Hipótesis de flecha mínima (-5 °C, sin sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 41* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

HIPÓTESIS FLECHA MÍNIMA (-5°C SIN SOBRECARGA)			
K1 (daN/mm²)	-8,74	Temp2 (°C)	-5
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-8,74
t1(daN/mm²)	9,94	B2 (daN³/mm⁶)	11,46
T1 (daN)	542,75	t2(daN/mm²)	8,88
		T2 (daN)	484,848
		f (m)	0,14

Tabla 41. Resultados para hipótesis de flecha mínima.

3.2.1.1.6 Tabla de tendido

En base a lo explicado en el apartado 2.2.7 *Tabla de tendido*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	444,99	0,16
5	405,68	0,17
10	366,91	0,19
15	329,24	0,21
20	292,66	0,24
25	257,71	0,27
30	225,50	0,31
35	195,96	0,36
40	170,35	0,41

Tabla 42. Resultado de tabla de tendido para el vano 1.

3.2.1.1.7 Resumen de cálculos

A continuación, en la *Tabla 43*, se detallan los valores de las tracciones horizontales junto con sus flechas correspondientes para cada hipótesis. Véase *Tabla 43* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura(°C)	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	542,75	0,42
EDS	Peso propio	15	329,23	0,21
CHS	Peso propio	-5	484,84	0,14
Flecha máxima	Viento	15	420,96	0,54
	Peso propio	50	131,58	0,53
Flecha mínima	Peso propio	-5	484,84	0,14

Tabla 43. Resumen de resultados del vano 1.

3.2.1.1.8 Cálculo de la longitud de cable

Aplicando la *Ecuación 6* del punto *1.2 Selección de los conductores*.

$$L \approx 55 \text{ [m]}$$

3.2.2 Nivel de aislamiento y formación de cadenas

3.2.2.1 Función eléctrica

Calculado en el apartado *2.3.1 Función eléctrica*.

3.2.2.2 Función mecánica

Por lo detallado en el apartado *2.3.2 Mecánica* de este mismo anexo y, comparando con los datos del conductor seleccionado se comprueba que cumple la condición.

3.2.3 Distancias de seguridad

3.2.3.1 Distancia de los conductores al terreno

No se tiene en cuenta dado que existen las prescripciones especiales y estas son más restrictivas.

3.2.3.2 Distancia entre conductores

En base a lo especificado en el apartado 2.4.2 *Distancia entre conductores* se obtiene el valor de la distancia entre conductores.

Se tiene en cuenta que para este vano la sobrecarga, m_1 , es de valor 3,22.

$$D = 0,66 \text{ [m]}$$

Dado que la cruceta es de 1,25 m para separación entre conductores contiguos, se verifica que se cumple.

3.2.3.3 Distancia entre conductores y accesorios en tensión y apoyos

Se verifica.

3.2.3.4 Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra.

Se verifica.

3.2.3.5 Prescripciones especiales

Calculado en el apartado 2.4.5 *Prescripciones especiales*.

3.2.4 Cruceta

Por lo especificado en el apartado 2.5 *Crucetas* se selecciona:

RC2-12,S

3.2.5 Cálculo mecánico del conductor del Vano 2

3.2.5.1 Cálculo mecánico del Vano 2

Este vano es el que comprende entre el apoyo de nuevo a instalar con ángulo y el de fin de línea.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

3.2.5.1.1 Hipótesis de tracción máxima

3.2.5.1.1.1 Comprobación hipótesis de viento (a -5 °C y viento de 120 km/h)

En base a lo explicado en el apartado 11.

Hipótesis de tracción máxima, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 44* a continuación.

TRACCIÓN MÁXIMA VIENTO (condiciones -5°C)			
a (m)	84	Tmax (daN)	546,67
σ_{rot} (daN)	1.640	To (daN)	542,42
St(mm ²)	54,6	f (m)	0,97
\varnothing (mm)	9,45	t1(daN/mm²)	9,93
Ey (daN/mm ²)	7.900		
v(km/h)	120		
Pv	0,57		
Pp	0,19		
Pt	0,60		
coef.seguridad	3		

Tabla 44. Resultados tracción máxima debida al viento.

Queda comprobada la condición.

$$542,42 \text{ [daN]} < 546,67 \text{ [daN]}$$

3.2.5.1.2 Ecuación de cambio de condiciones

Se aplicará tal y como se ha detallado en el punto 2.2.2 *Ecuación de cambio de condiciones* y se aplicará a cada caso, detallándose en cada tabla los valores de las variables utilizadas.

3.2.5.1.3 Comprobación de fenómenos vibratorios

3.2.5.1.3.1 Tensión de cada día (EDS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.1 *Tensión de cada día (EDS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase la *Tabla 45* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

FENÓMENOS VIBRATORIOS (EDS) (SIN SOBRECARGA A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-7,13	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5	m2	1
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-4,11
t1(daN/mm²)	9,93	B2 (daN³/mm⁶)	26,72
T1 (daN)	542,42	t2(daN/mm²)	5,12
		T2 (daN)	279,55
		EDS (%)	17,16
		f (m)	0,58

Tabla 45. Resultados EDS.

3.2.5.1.3.2 Tensión en horas frías (CHS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.2 *Tensión en horas frías (CHS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

3.2.5.1.4 Hipótesis de flecha máxima

3.2.5.1.4.1 Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.1 *Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPOTESIS FLECHA MÁXIMA VIENTO (CON SOBRECARGA VIENTO A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-7,13	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5,00	m2	3,22
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-4,11
t1(daN/mm²)	9,93	B2 (daN³/mm⁶)	277,19
T1 (daN)	542,42	t2(daN/mm²)	8,21
		T2 (daN)	448,27
		f (m)	1,17

Tabla 46. Resultados hipótesis de flecha máxima para hipótesis de viento.

3.2.5.1.4.2 Hipótesis de temperatura (50°C sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.2 *Hipótesis de temperatura (50 °C sin sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase la *Tabla 47* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

HIPÓTESIS DE TEMPERATURA (50°C SIN SOBRECARGA)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-7,13	Temp2 (°C)	50
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	1,17
t1(daN/mm²)	9,93	B2 (daN³/mm⁶)	26,72
T1 (daN)	542,42	t2(daN/mm²)	2,64
		T2 (daN)	144,14
		f (m)	1,13

Tabla 47. Resultados hipótesis de flecha máxima para hipótesis de temperatura.

3.2.5.1.5 Hipótesis de flecha mínima (-5°C, sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.5 *Hipótesis de flecha mínima (-5 °C, son sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPÓTESIS FLECHA MÍNIMA (-5°C SIN SOBRECARGA)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	-7,13	Temp2 (°C)	-5
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	3,22	A2 (daN/mm²)	-7,13
t1(daN/mm²)	9,93	B2 (daN³/mm⁶)	26,72
T1 (daN)	542,42	t2(daN/mm²)	7,59
		T2 (daN)	414,41
		f (m)	0,39

Tabla 48. Resultados de hipótesis de flecha mínima.

3.2.5.1.6 Tabla de tendido

En base a lo explicado en el apartado 2.2.7 *Tabla de tendido*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase la *Tabla 49* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	377,83	0,43
5	343,43	0,48
10	310,13	0,53
15	279,55	0,58
20	251,16	0,65
25	226,59	0,72
30	204,20	0,80
35	185,64	0,88
40	169,26	0,97

Tabla 49. Resultados de la tabla de tendido del vano 2.

3.2.5.1.7 Resumen de cálculos

A continuación, en la *Tabla 50*, se detallan los valores de las tracciones horizontales junto con sus flechas correspondientes para cada hipótesis.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura(°C)	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	542,42	0,97
EDS	Peso propio	15	279,55	0,58
CHS	Peso propio	-5	414,41	0,39
Flecha máxima	Viento	15	448,26	1,17
	Peso propio	50	144,14	1,13
Flecha mínima	Peso propio	-5	414,41	0,39

Tabla 50. Resumen de resultados para el vano 2.

3.2.5.1.8 Cálculo de la longitud de cable

Aplicando la *Ecuación 6* del apartado 1.2 *Selección de los conductores*.

$$L \approx 84 \text{ [m]}$$

3.2.6 Nivel de aislamiento y formación de cadenas

3.2.6.1 Función eléctrica

Calculado en el apartado 2.3.1 *Función eléctrica*.

3.2.6.2 Función mecánica

Por lo detallado en el apartado 2.3.2 *Mecánica* de este mismo anexo y, comparando con los datos del conductor seleccionado se comprueba que cumple la condición.

3.2.7 Distancias de seguridad

3.2.7.1 Distancia de los conductores al terreno

No se tiene en cuenta dado que existen las prescripciones especiales y estas son más restrictivas.

3.2.7.2 Distancia entre conductores

En base a lo especificado en el apartado 2.4.2 *Distancia entre conductores* se obtiene el valor de la distancia entre conductores.

Se tiene en cuenta que para este vano la sobrecarga, m_1 , es de valor 3,22.

$$D = 0,82 \text{ [m]}$$

Dado que la cruceta es de 1,25 m para separación entre conductores contiguos, se verifica que se cumple.

3.2.7.3 Distancia entre conductores y accesorios en tensión y apoyos

Se verifica

3.2.7.4 Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra.

Se verifica.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

3.2.7.5 Prescripciones especiales

Calculado en el apartado 2.4.5 *Prescripciones especiales*.

3.2.8 Cruceta

Por lo especificado en el apartado 2.5 *Crucetas* se selecciona:

RC2-12,S

3.2.9 Cálculo de apoyos

3.2.9.1 Apoyo 1. Anclaje con ángulo

Este apoyo es el que comprende entre el apoyo existente de madera y el nuevo a instalar de fin de línea.

3.2.9.1.1 Hipótesis 1ª, sobrecarga por viento (a -5 °C y viento de 120 km/h)

3.2.9.1.1.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.4.1.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas verticales	
a1[m]	55
a2[m]	84
ag [m]	69,5
n(número de conductores/aislantes/Cadenas)	6
Pp[daN]	0,18
Pconds[daN]	38,61
Pcad[daN]	3,6
Pcads[daN]	21,6
Pherr[daN]	0,42
Pherrs[daN]	2,52
Pcruc[daN]	90
Fv(total cargas verticales) [daN]	191,13

Tabla 51. Cargas verticales que inciden sobre el apoyo 1 de anclaje con ángulo para hipótesis 1.

3.2.9.1.1.2 Cargas transversales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.4.1.2 *Cargas transversales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas Transversales (viento a 120km/h)	
To(vano anterior)[daN]	542,75
To(vano posterior)[daN]	542,42
δ (ángulo entre vanos, radianes)	0,79
Ft [daN]	1,24E+03

Tabla 52. Cargas transversales que inciden sobre el apoyo 1 de anclaje con ángulo para hipótesis 1.

3.2.9.1.1.3 Resumen esfuerzos hipótesis 1

En la *Tabla 53* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

RESUMEN ESFUERZOS 1º HIPÓTESIS	
Fv=V[daN]	191,134
Ft=T[daN]	1245,68
FI[daN]	0

Tabla 53. Resumen de esfuerzos que soportará el apoyo de anclaje con ángulo para hipótesis 1.

3.2.9.1.2 Hipótesis 3ª, desequilibrio de tracciones

3.2.9.1.2.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.4.3.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase a continuación la *Tabla 54*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Cargas verticales	
a1[m]	55
a2[m]	84
ag [m]	69,5
n(número de conductores/aislantes/Cadenas)	6
Pp[daN]	0,18
Pconds[daN]	77,22
Pcad[daN]	3,6
Pcads[daN]	21,6
Pherr[daN]	0,42
Pherrs[daN]	2,52
Pcruc[daN]	90
Fv(total cargas verticales) [daN]	191,13

Tabla 54. Cargas transversales que inciden sobre el apoyo 1 de anclaje con ángulo para hipótesis 3.

3.2.9.1.2.2 Cargas transversales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.4.3.2 *Cargas transversales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 55* a continuación.

Carga transversal	
% RLAT	50
To(max)[daN]	542,75
To(min)[daN]	542,42
φ (rad)	0,78
Ft [daN]	9,34E+02

Tabla 55. Cargas transversales que inciden sobre el apoyo 1 de anclaje con ángulo para hipótesis 3.

3.2.9.1.2.3 Cargas longitudinales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.4.3.3 *Cargas longitudinales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Carga longitudinal	
% RLAT	50
To(max)[daN]	542,75
To(min)[daN]	542,42
δ (rad)	0,78
FI [daN]	2,51E+02

Tabla 56. Cargas longitudinales que inciden sobre el apoyo 1 de anclaje con ángulo para hipótesis 3.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

3.2.9.1.2.4 Resumen esfuerzos hipótesis 3

En la *Tabla 57* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

RESUMEN ESFUERZOS 3º HIPÓTESIS	
Fv=V[daN]	191,13
Ft=T[daN]	9,34E+02
FI[daN]	2,51E+02

Tabla 57. Resumen de esfuerzos que soportará el apoyo de anclaje con ángulo para hipótesis 3.

3.2.9.1.3 Resumen esfuerzos apoyo 1. Anclaje con ángulo

En la *Tabla 58* se detallan todos los esfuerzos para todas las hipótesis de este apoyo.

	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
V [daN]	191,13	/	191,13	/
L [daN]	/	/	/	/
T [daN]	1.245,68	/	1.185	/

Tabla 58. Resumen de todos los esfuerzos que soportará el apoyo de anclaje con ángulo.

3.2.9.1.4 Selección del apoyo

Comparando valores con los apoyos descritos en el punto 2.6.4.5 *Selección del apoyo* se selecciona el apoyo **C2000**.

Véase en las siguientes tablas la comparación entre los resultados obtenidos y los esfuerzos que el C2000 puede soportar.

Apoyo tipo	Esfuerzos [daN]			Mt [daN*m]
	T o L	V	V+5*T≤	
C2000	2.000	600	10.600	2.100
Estudio	1.245,68	191,13	6.419,53	/

Tabla 59. Comparativa de esfuerzos del apoyo escogido y los esfuerzos que soportará el apoyo en la realidad.

Es importante destacar que la cruceta es capaz de soportar todos los esfuerzos que se realizan. Véase 2.5 *Crucetas*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Resolviendo la *Ecuación 21* del apartado 2.6.1 *Altura del apoyo* se obtiene la altura.

$$H = 2 + 0,22 + 5,6 + 0,54$$

$$H = 8,36 \text{ [m]}$$

Esta altura no está normalizada, por lo que se seleccionará la siguiente que sí lo está, 12 m.

La altura del apoyo será de 12 m, por lo que finalmente el modelo es:

C2000-12

Las características físicas del apoyo son las mostradas en la *Tabla 60*.

APOYO						
Altura total [m]	Altura útil "H" [m]	Ancho base "b" [m]	Peso[m]	Peso [kg]	Peso [daN]	F [daN]
12	7,70	0,90	0,20	473,00	463,54	2.000

Tabla 60. Características físicas del apoyo C2000-12 seleccionado.

3.2.10 Apoyo 2. Fin de línea

Este apoyo es el que realiza la conversión aéreo-subterránea.

3.2.10.1 Hipótesis 1ª, sobrecarga por viento (a -5 °C y viento de 120 km/h)

3.2.10.1.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase a continuación la *Tabla 61*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Cargas verticales	
a [m]	84,00
ag[m]	42,00
n(número de conductores/aislantes/Cadenas)	3,00
Pp[daN]	0,19
Pconds[daN]	23,34
Pcad[daN]	3,6
Pcads[daN]	10,8
Pherr[daN]	0,42
Pherrs[daN]	1,26
Pcruc[daN]	90,00
Fv(total cargas verticales)[daN]	144,60

Tabla 61. Cargas verticales que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

3.2.10.1.2 Cargas transversales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.2 *Cargas transversales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas Transversales (viento a 120 km/h)	
Vv(km/h)	120
q[daN]	60
Ft1[daN]	35,28
Ft[daN]	105,84

Tabla 62. Cargas transversales que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

3.2.10.1.3 Cargas longitudinales desequilibrio de tracciones

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.3 *Cargas longitudinales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas longitudinales desequilibrio tracciones	
To(cond.tracc.máx.)(daN)	542,42
F11[daN]	542,42
F1[daN]	1.627,26

Tabla 63. Cargas longitudinales por desequilibrio de tracciones que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

3.2.10.1.3.1 Resumen esfuerzos hipótesis 1

En la *Tabla 64* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

RESUMEN ESFUERZOS 1º HIPÓTESIS	
Fv[daN]	144,60
Ft[daN]	105,84
FI[daN]	1.627,26

Tabla 64. Resumen de esfuerzos que soportará el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

3.2.10.2 Hipótesis 4ª, rotura de conductores.

3.2.10.2.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.4.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas Verticales	
Pcond[daN]	15,56
Pcads[daN]	10,8
Pherrs[daN]	1,26
Pcruc[daN]	90
Fv[daN]	136,82

Tabla 65. Cargas verticales que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 4.

3.2.10.2.2 Cargas longitudinales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.4.3 *Cargas longitudinales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas longitudinales	
F11[daN]	542,42
Mt[daN*m]	678,03

Tabla 66. Carga longitudinal y momento que crea el desequilibrio sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 4.

3.2.10.2.2.1 Resumen esfuerzos hipótesis 4

En la *Tabla 67* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

RESUMEN ESFUERZOS 4º HIPÓTESIS	
Fv[daN]	136,82
Ft[daN]	/
FI[daN]	542,42
Mt[daN*m]	678,03

Tabla 67. Resumen de esfuerzos que soportará el apoyo fin de línea para hipótesis 4.

3.2.10.3 Resumen esfuerzos apoyo 2. Fin de línea.

En la *Tabla 68* se detallan todos los esfuerzos para todas las hipótesis de este apoyo.

	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
V [daN]	144,60	/	/	136,82
L [daN]	1.733,10	/	/	/
M [daN*m]	/	/	/	678,03

Tabla 68. Resumen de todos los esfuerzos que soportará el apoyo de fin de línea.

3.2.10.4 Selección del apoyo

Comparando valores con los apoyos descritos en el punto 2.6.4.5 *Selección del apoyo* se selecciona el apoyo **C2000**.

Véase en la siguiente tabla la comparación entre los resultados obtenidos y los esfuerzos que el C2000 puede soportar.

Apoyo tipo	Esfuerzos [daN]			Mt [daN*m]
	T o L [daN]	V [daN]	V+5*T≤ [daN]	
C-2000	2.000	600	10.600	2.100
Estudio	1.733,1	144,6	8.810,1	678,03

Tabla 69. Comparativa de esfuerzos del apoyo escogido y los esfuerzos que soportará el apoyo en la realidad.

Es importante destacar que la cruceta es capaz de soportar todos los esfuerzos que se realizan. Véase 2.5 *Crucetas*.

La altura del apoyo será de 12 m, por lo que finalmente el modelo es C2000-12.

4 LAMT-1

4.1 Cálculos eléctricos

4.1.1 Criterio de intensidad admisible

Se trata de una de las dos líneas que alimenta a todo el polígono industrial, la potencia a transportar debe ser la correspondiente a la potencia de los CTs que abastece. No obstante, toda la red de MT que discurre por el polígono está anillada a través de los diversos centros de transformación por lo que si en algún momento se diese un fallo o rotura en alguna de las dos LAMT de alimentación, todo el polígono podría ser abastecido por una única LMT. Es por ello, por lo que se va a calcular para la potencia total de las naves industriales junto con las zonas de equipamiento y todo el alumbrado público.

Así pues, el resultado obtenido es el mismo que para la CV-300.

4.1.2 Selección de los conductores

El conductor seleccionado es el siguiente:

47-AL1/8-ST1A

4.1.3 Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados

En base a lo explicado en el *punto 1.2.11.2.1 Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados* para una cruceta recta de distancia entre conductores contiguos $a=2$ m, para el caso del apoyo final de línea con cruceta recta, el conductor seleccionado de 47-AL1/8-ST1A y la longitud del cable, calculada en el punto 3.2.1.1.8 *Cálculo de la longitud de cable*, se establecen los valores de la *Tabla 70*.

Vano				
R (Ω/m)	X ($m\Omega/m$)	L (m)	Rt (Ω)	Xt (Ω)
6,13E-04	4,10 E-01	55	3,372E-02	22,55E-03

Tabla 70. Resistencia y reactancia de la línea LMT-1.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

4.1.4 Potencia máxima de la línea

Aplicando la ecuación del punto 1.5 *Potencia máxima de la línea* y las características específicas del conductor 47-AL1/8-ST1A.

$$P_{\max} = 6,29 \text{ [MW]}$$

4.1.5 Cálculo de la corriente de cortocircuito en los conductores

Calculado en el punto 1.7.1 *Redes aéreas* de este mismo anexo.

4.2 Cálculos mecánicos

4.2.1 Cálculo mecánico del conductor del Vano

4.2.1.1 Cálculo mecánico del Vano

Este vano es el que comprende entre el apoyo existente y el nuevo a instalar de fin de línea.

4.2.1.1.1 Hipótesis de tracción máxima

4.2.1.1.1.1 Comprobación hipótesis de viento (a -5 °C y viento de 120 km/h)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.1 *Hipótesis de tracción máxima*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

TRACCIÓN MÁXIMA VIENTO (condiciones -5°C)			
a(m)	55	Tmax (daN)	546,67
σrot (daN)	1.640	To (daN)	546,30
St(mm ²)	78,6	f (m)	0,51
ø(mm)	11,34	t1(daN/mm ²)	6,95
Ey (daN/mm ²)	7.900		
v (km/h)	120		
Pv	0,68		
Pp	0,27		
Pt	0,73		
coef.seguridad	3		

Tabla 71. Resultado de la tracción máxima debida al viento para hipótesis de tracción máxima.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Queda comprobada la condición:

$$546,30 \text{ [daN]} < 546,67 \text{ [daN]}$$

4.2.1.1.2 Ecuación de cambio de condiciones

Se aplicará tal y como se ha detallado en el punto 2.2.2 *Ecuación de cambio de condiciones* y se aplicará a cada caso, detallándose en cada tabla los valores de las variables utilizadas.

4.2.1.1.3 Comprobación de fenómenos vibratorios

4.2.1.1.3.1 Tensión de cada día (EDS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.1 *Tensión de cada día (EDS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

FENÓMENOS VIBRATORIOS (EDS) (SIN SOBRECARGA A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	133,01	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	370,21
t1(daN/mm²)	6,95	B2 (daN³/mm⁶)	896,36
T1 (daN)	546,30	t2(daN/mm²)	1,55
		T2 (daN)	122,05
		EDS (%)	7,44
		f (m)	0,82

Tabla 72. Resultados EDS.

4.2.1.1.3.2 Tensión en horas frías (CHS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.2 *Tensión en horas frías (CHS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 73* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

FENÓMENOS VIBRATORIOS (CHS) (SIN SOBRECARGA A -5°C)			
K1 (daN/mm²)	133,01	Temp2 (°C)	-5
Temp1 (°C)	-5	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	133,01
t1(daN/mm²)	6,95	B2 (daN³/mm⁶)	896,36
T1 (daN)	546,30	t2(daN/mm²)	2,57
		T2 (daN)	202,00
		EDS (%)	12,32
		f (m)	0,50

Tabla 73. Resultados CHS.

4.2.1.1.4 Hipótesis de flecha máxima

4.2.1.1.4.1 Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.1 *Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPOTESIS FLECHA MÁXIMA VIENTO (CON SOBRECARGA VIENTO A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	133,01	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5,00	m2	2,75
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	370,21
t1(daN/mm²)	6,95	B2 (daN³/mm⁶)	6761,08
T1 (daN)	546,30	t2(daN/mm²)	4,25
		T2 (daN)	334,05
		f (m)	0,83

Tabla 74. Resultados hipótesis de flecha máxima para hipótesis de viento.

4.2.1.1.4.2 Hipótesis de temperatura (50 °C sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.2 *Hipótesis de temperatura (50 °C sin sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 75 a continuación*.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

HIPÓTESIS DE TEMPERATURA (50°C SIN SOBRECARGA)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	133,01	Temp2 (°C)	50
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	785,31
t1(daN/mm²)	6,95	B2 (daN³/mm⁶)	896,36
T1 (daN)	546,30	t2(daN/mm²)	1,06
		T2 (daN)	83,32
		f (m)	1,21

Tabla 75. Resultados hipótesis de flecha máxima para temperatura.

4.2.1.1.5 Hipótesis de flecha mínima (-5 °C, sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.5 *Hipótesis de flecha mínima (-5 °C, son sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPÓTESIS FLECHA MÍNIMA (-5°C SIN SOBRECARGA)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	133,01	Temp2 (°C)	-5
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	133,01
t1(daN/mm²)	6,95	B2 (daN³/mm⁶)	896,36
T1 (daN)	546,30	t2(daN/mm²)	2,57
		T2 (daN)	202,002
		f (m)	0,50

Tabla 76. Resultados hipótesis de flecha mínima.

4.2.1.1.6 Tabla de tendido

En base a lo explicado en el apartado 2.2.7 *Tabla de tendido*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 77* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	168,20	0,60
5	147,77	0,68
10	132,83	0,76
15	121,83	0,83
20	113,18	0,89
25	106,11	0,95
30	99,82	1,01
35	95,11	1,06
40	90,39	1,11

Tabla 77. Resultados de la tabla de tendido del vano.

4.2.1.1.7 Resumen de cálculos

A continuación, en la *Tabla 78*, se detallan los valores de las tracciones horizontales junto con sus flechas correspondientes para cada hipótesis.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura (°C)	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	546,30	0,51
EDS	Peso propio	15	122,047722	0,82
CHS	Peso propio	-5	202,002	0,50
Flecha máxima	Viento	15	334,05	0,83
	Peso propio	50	83,316	1,21
Flecha mínima	Peso propio	-5	202,002	0,50

Tabla 78. Resumen de resultados para el vano.

4.2.1.1.8 Cálculo de la longitud de cable

Aplicando la *Ecuación 6* del punto 1.2 *Selección de los conductores*.

$$L \approx 55 \text{ [m]}$$

4.2.2 Nivel de aislamiento y formación de cadenas

4.2.2.1 Función eléctrica

Calculado en el apartado 2.3.1 *Función eléctrica*.

4.2.2.2 Función mecánica

Por lo detallado en el apartado 2.3.2 *Mecánica* de este mismo anexo y, comparando con los datos del conductor seleccionado se comprueba que cumple la condición.

4.2.3 Distancias de seguridad

4.2.3.1 Distancia de los conductores al terreno

No se tiene en cuenta dado que existen las prescripciones especiales y estas son más restrictivas.

4.2.3.2 Distancia entre conductores

En base a lo especificado en el apartado 2.4.2 *Distancia entre conductores* se obtiene el valor de la distancia entre conductores.

Se tiene en cuenta que para este vano la sobrecarga, m_1 , es de valor 3,22.

$$D = 0,90 \text{ [m]}$$

Dado que la cruceta es de 2 m para separación entre conductores contiguos, se verifica que se cumple.

4.2.3.3 Distancia entre conductores y accesorios en tensión y apoyos

Se verifica.

4.2.3.4 Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra.

Se verifica.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

4.2.3.5 Prescripciones especiales

Calculado en el apartado 2.4.5 *Prescripciones especiales*.

4.2.4 Cruceta

Por lo especificado en el apartado 2.5 *Crucetas* se selecciona la cruceta recta para fin de línea. Sus características se encuentran en el mismo apartado.

4.2.5 Apoyo fin de línea LAMT-1

Este apoyo es el que realiza la conversión aéreo-subterránea.

4.2.5.1 Hipótesis 1ª, sobrecarga por viento (a -5 °C y viento de 120 km/h)

4.2.5.1.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas verticales	
a [m]	55,00
ag[m]	27,50
n(número de conductores/aislantes/Cadenas)	3,00
Pp[daN]	0,19
Pconds[daN]	15,28
Pcad[daN]	3,6
Pcads[daN]	10,8
Pherr[daN]	0,42
Pherrs[daN]	1,26
Pcruc[daN]	90,00
Fv(total cargas verticales)[daN]	118,54

Tabla 79. Cargas verticales que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

4.2.5.1.2 Cargas transversales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.2 *Cargas transversales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Cargas Transversales (viento a 120km/h)	
v(km/h)	120
q[daN]	60
Ft1[daN]	1,56E+01
Ft[daN]	46,77

Tabla 80. Cargas transversales que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

4.2.5.1.3 Cargas longitudinales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.3 *Cargas longitudinales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas longitudinales desequilibrio tracciones	
To(cond.tracc.máx.)[daN]	546,3
FI1[daN]	546,3
FI[daN]	1.638,9

Tabla 81. Cargas longitudinales por desequilibrio de tracciones que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

4.2.5.1.3.1 Resumen esfuerzos hipótesis 1

En la *Tabla 82* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

RESUMEN ESFUERZOS 1º HIPÓTESIS	
Fv[daN]	118,54
Ft[daN]	46,78
FI[daN]	1.638,90

Tabla 82. Resumen de esfuerzos de hipótesis 1 aplicados sobre el apoyo.

4.2.5.2 Hipótesis 4ª, rotura de conductores.

4.2.5.2.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.4.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Cargas Verticales	
Pcond[daN]	10,19
Pcads[daN]	10,8
Pherrs[daN]	1,26
Pcruc[daN]	90
Fv[daN]	113,45

Tabla 83. Cargas verticales que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 4.

4.2.5.2.2 Cargas longitudinales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.4.3 *Cargas longitudinales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas longitudinales	
FI1[daN]	546,30
Mt[daN*m]	1.092,60

Tabla 84. Cargas longitudinales que inciden sobre el apoyo fin de línea para hipótesis 4.

4.2.5.2.2.1 Resumen esfuerzos hipótesis 4

En la *Tabla 85* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

RESUMEN ESFUERZOS 4º HIPÓTESIS	
Fv[daN]	113,45
Ft[daN]	/
FI[daN]	546,30
Mt[daN*m]	1.092,60

Tabla 85. Resumen de esfuerzos aplicados en el apoyo fin de línea para la hipótesis 4.

4.2.5.3 Resumen esfuerzos apoyo fin de línea.

En la *Tabla 86* se detallan todos los esfuerzos para todas las hipótesis de este apoyo.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
V [daN]	118,54	/	/	113,45
L [daN]	1.685,68	/	/	/
M [daN*m]	/	/	/	1.092,60

Tabla 86. Resumen de esfuerzos de todas las hipótesis aplicados al apoyo fin de línea.

4.2.5.4 Selección del apoyo

Comparando valores con los apoyos descritos en el punto 2.6.4.5 Selección del apoyo se selecciona el apoyo **C2000**.

Véase en las siguientes tablas la comparación entre los resultados obtenidos y los esfuerzos que el C2000 puede soportar.

Apoyo tipo	Esfuerzos [daN]			Mt [daN*m]
	T o L	V	V+5*T≤	
C2000	2.000	600	10.600	2.100
Estudio	1.685,68	118,54	8.546,97	1.092,60

Tabla 87. Comparativa de esfuerzos que puede soportar el apoyo C2000 y los que deberá soportar.

Es importante destacar que la cruceta es capaz de soportar todos los esfuerzos que se realizan. Véase 2.5 Crucetas.

Resolviendo la Ecuación 21 del apartado 2.6.1 Altura del apoyo se obtiene la altura.

$$H = 2 + 0,22 + 5,6 + 1,21$$

$$H = 9,03 \text{ [m]}$$

Esta altura no está normalizada, por lo que se coge la siguiente que sí lo está, 12 m.

La altura del apoyo será de 12 m, por lo que finalmente el modelo es:

C2000-12

5 LAMT-2

5.1 Cálculos eléctricos

5.1.1 Criterio de intensidad admisible

Al ser esta línea un desvío que no suministra potencia al polígono industrial no precisa de cálculo de la sección en función de la potencia de suministro. La sección a implementar es la misma que la del resto de la línea hasta el punto de conversión aéreo-subterránea.

5.1.2 Selección de los conductores

El conductor seleccionado es el siguiente:

47-AL1/8-ST1A

5.1.3 Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados

En base a lo explicado en el punto 1.2.11.2.1 *Reactancia y resistencia de los conductores seleccionados* para una cruceta recta de distancia entre conductores contiguos $a= 2$ [m], para el caso del apoyo final de línea con cruceta recta, el conductor seleccionado de 47-AL1/8-ST1A y la longitud del cable, calculada en el punto 3.2.1.1.8 *Cálculo de la longitud de cable*, se establecen los valores de la *Tabla 88*.

Vano				
R (Ω/m)	X ($m\Omega/m$)	L (m)	Rt (Ω)	Xt (Ω)
6,13E-04	4,10 E-01	103	6,314E-02	42,23E-03

Tabla 88 Resistencia y reactancia de la línea LAMT-2.

5.1.4 Potencia máxima de la línea

Aplicando la Ecuación del punto 1.5 *Potencia máxima de la línea* y la características específicas del conductor 47-AL1/8-ST1A.

$$P_{\max} = 6,29 \text{ [MW]}$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.1.5 Cálculo de la corriente de cortocircuito en los conductores

Calculado en el punto 1.7.1 *Redes aéreas* de este mismo anexo.

5.2 Cálculos mecánicos

5.2.1 Cálculo mecánico del conductor del Vano

5.2.1.1 Cálculo mecánico del Vano

Este vano es el que comprende entre el apoyo existente y el nuevo a instalar de fin de línea.

5.2.1.1.1 Hipótesis de tracción máxima

5.2.1.1.1.1 Comprobación hipótesis de viento (a -5 °C y viento de 120 km/h)

En base a lo explicado en el apartado 0 11.

Hipótesis de tracción máxima, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

a(m)	103	Tmax (daN)	546,67
σ_{rot} (daN)	1.640	To (daN)	545,37
St(mm ²)	78,6	f (m)	1,78
\varnothing (mm)	11,34	t1(daN/mm²)	6,94
Ey (daN/mm ²)	7.900		
v(km/h)	120		
Pv	0,68		
Pp	0,27		
Pt	0,73		
coef.seguridad	3		

Tabla 89. Tracción máxima debida al viento.

Queda comprobada la condición:

$$545,37 \text{ [daN]} < 546,67 \text{ [daN]}$$

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.2.1.1.2 Ecuación de cambio de condiciones

Se aplicará tal y como se ha detallado en el punto 2.2.2 *Ecuación de cambio de condiciones* y se aplicará a cada caso, detallándose en cada tabla los valores de las variables utilizadas.

5.2.1.1.3 Comprobación de fenómenos vibratorios

5.2.1.1.3.1 Tensión de cada día (EDS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.1 *Tensión de cada día (EDS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

FENÓMENTOS VIBRATORIOS (EDS) (SIN SOBRECARGA A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	485,59	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	722,79
t1(daN/mm²)	6,94	B2 (daN³/mm⁶)	3.143,63
T1 (daN)	545,37	t2(daN/mm²)	2,08
		T2 (daN)	163,49
		EDS (%)	9,97
		f (m)	2,16

Tabla 90. Resultado EDS.

5.2.1.1.3.2 Tensión en horas frías (CHS)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.3.2 *Tensión en horas frías (CHS)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

FENÓMENTOS VIBRATORIOS (CHS) (SIN SOBRECARGA A -5°C)			
K1 (daN/mm²)	485,59	Temp2 (°C)	-5
Temp1 (°C)	-5	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	485,59
t1(daN/mm²)	6,94	B2 (daN³/mm⁶)	3.143,63
T1 (daN)	545,37	t2(daN/mm²)	2,53
		T2 (daN)	198,858
		EDS (%)	12,13
		f (m)	1,77

Tabla 90.1. Resultado CHS.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.2.1.1.4 Hipótesis de flecha máxima

5.2.1.1.4.1 Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.1 *Hipótesis de viento (15 °C, Vv=120 km/h)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPOTESIS FLECHA MÁXIMA VIENTO (CON SOBRECARGA VIENTO A 15°C)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	485,59	Temp2 (°C)	15
Temp1 (°C)	-5,00	m2	2,75
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	722,79
t1(daN/mm²)	6,94	B2 (daN³/mm⁶)	23.711,83
T1 (daN)	545,37	t2(daN/mm²)	5,71
		T2 (daN)	448,41
		f (m)	2,16

Tabla 91. Resultados hipótesis de flecha máxima para sobrecarga por viento de 120 km/h.

5.2.1.1.4.2 Hipótesis de temperatura (50°C sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.4.2 *Hipótesis de temperatura (50 °C sin sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPÓTESIS DE TEMPERATURA (50°C SIN SOBRECARGA)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	485,59	Temp2 (°C)	50
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	1.137,89
t1(daN/mm²)	6,94	B2 (daN³/mm⁶)	3.143,63
T1 (daN)	545,37	t2(daN/mm²)	1,66
		T2 (daN)	130,48
		f (m)	2,70

Tabla 91.1. Resultados hipótesis de flecha máxima para sobrecarga por viento de 120 km/h.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.2.1.1.5 Hipótesis de flecha mínima (-5°C, sin sobrecarga)

En base a lo explicado en el apartado 2.2.5 *Hipótesis de flecha mínima (-5 °C, son sobrecarga)*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

HIPÓTESIS FLECHA MÍNIMA (-5°C SIN SOBRECARGA)			
Condiciones iniciales		Condiciones finales	
K1 (daN/mm²)	485,59	Temp2 (°C)	-5
Temp1 (°C)	-5,00	m2	1
m1	2,75	A2 (daN/mm²)	485,59
t1(daN/mm²)	6,94	B2 (daN³/mm⁶)	3.143,63
T1 (daN)	545,37	t2(daN/mm²)	2,53
		T2 (daN)	198,858
		f (m)	1,77

Tabla 92. Resultados hipótesis de flecha mínima sin sobrecarga.

5.2.1.1.6 Tabla de tendido

En base a lo explicado en el apartado 2.2.7 *Tabla de tendido*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

TABLA DE TENDIDO		
Temp2 (°C)	T2 (daN)	f (m)
0	187,85	1,88
5	178,42	1,98
10	170,56	2,07
15	163,49	2,16
20	157,20	2,24
25	109,25	3,23
30	146,20	2,41
35	141,48	2,49
40	137,55	2,56

Tabla 93. Resultados para tabla de tendido del vano.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.2.1.1.7 Resumen de cálculos

A continuación, en la *Tabla 94*, se detallan los valores de las tracciones horizontales junto con sus flechas correspondientes para cada hipótesis.

RESUMEN DE CÁLCULOS				
Hipótesis	Sobrecarga	Temperatura (°C)	Tracción horizontal (daN)	Flecha (m)
Tracción máxima	Viento	-5	545,37	1,78
EDS	Peso propio	15	163,49	2,16
CHS	Peso propio	-5	198,86	1,77
Flecha máxima	Viento	15	448,41	2,16
	Peso propio	50	130,48	2,70
Flecha mínima	Peso propio	-5	198,86	1,77

Tabla 94. Resumen de todos los esfuerzos que soportará el conductor.

5.2.1.1.8 Cálculo de la longitud de cable

Aplicando la *Ecuación 6* del punto 1.2 *Selección de los conductores*.

$$L \approx 103 \text{ [m]}$$

5.2.2 Nivel de aislamiento y formación de cadenas

5.2.2.1 Función eléctrica

Calculado en el apartado 2.3.1 *Función eléctrica*.

5.2.2.2 Función mecánica

Por lo detallado en el apartado 2.3.2 *Mecánica* de este mismo anexo y, comparando con los datos del conductor seleccionado se comprueba que cumple la condición.

5.2.3 Distancias de seguridad

5.2.3.1 Distancia de los conductores al terreno

No se tiene en cuenta dado que existen las prescripciones especiales y estas son más restrictivas.

5.2.3.2 Distancia entre conductores

En base a lo especificado en el apartado 2.4.2 *Distancia entre conductores* se obtiene el valor de la distancia entre conductores.

Se tiene en cuenta que para este vano la sobrecarga, m_1 , es de valor 3,22.

$$D = 1,25 \text{ [m]}$$

Dado que la cruceta es de 2 m para separación entre conductores contiguos, se verifica que se cumple.

5.2.3.3 Distancia entre conductores y accesorios en tensión y apoyos

Se verifica.

5.2.3.4 Distancia mínima entre los conductores y partes puestas a tierra.

Se verifica.

5.2.3.5 Prescripciones especiales

Calculado en el apartado 2.4.5 *Prescripciones especiales*.

5.2.4 Cruceta

Por lo especificado en el apartado 2.5 *Crucetas* se selecciona la detallada en el mismo apartado.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.2.5 Apoyo fin de línea LAMT-2

Este apoyo es el que realiza la conversión aéreo-subterránea.

5.2.5.1 Hipótesis 1ª, sobrecarga por viento (a -5 °C y viento de 120 km/h)

5.2.5.1.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas verticales	
a [m]	103,00
ag[m]	51,50
n(número de conductores/aislantes/Cadenas)	3,00
Pp[daN]	0,19
Pconds[daN]	28,61
Pcad[daN]	3,6
Pcads[daN]	10,8
Pherr[daN]	0,42
Pherrs[daN]	1,26
Pcruc[daN]	90,00
Fv(total cargas verticales)[daN]	131,87

Tabla 95. Carga vertical que soportará el apoyo fin de línea para hipótesis 1.

5.2.5.1.2 Cargas transversales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.2 *Cargas transversales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas Transversales (viento a 120km/h)	
v(km/h)	120
q[daN]	60
Ft1[daN]	2,92E+01
Ft[daN]	87,60

Tabla 96. Carga transversal que soportará el apoyo de fin de línea para hipótesis 1.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.2.5.1.3 Cargas longitudinales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.1.3 *Cargas longitudinales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados. Véase *Tabla 97* a continuación.

Cargas longitudinales desequilibrio tracciones	
To(cond.tracc.máx.)[daN]	545,37
F1[daN]	545,37
FI[daN]	1.636,11

Tabla 97. Carga longitudinal por desequilibrio de tracciones que soportará el apoyo para hipótesis 1.

5.2.5.1.3.1 Resumen esfuerzos hipótesis 1

En la *Tabla 98* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

RESUMEN ESFUERZOS 1º HIPÓTESIS	
Fv[daN]	131,87
Ft[daN]	87,60
FI[daN]	1.636,11

Tabla 98. Esfuerzos que soportará el apoyo para toda la hipótesis 1.

5.2.5.2 Hipótesis 4ª, rotura de conductores.

5.2.5.2.1 Cargas verticales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.4.1 *Cargas verticales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas Verticales	
Pcond[daN]	19,08
Pcads[daN]	10,8
Pherrs[daN]	1,26
Pcruc[daN]	90
Fv[daN]	122,34

Tabla 99. Cargas verticales que soportará el apoyo para hipótesis 4.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

5.2.5.2.2 Cargas longitudinales

En base a lo explicado en el apartado 2.6.3.4.3 *Cargas longitudinales*, se obtiene la siguiente tabla de resultados.

Cargas longitudinales	
FI[daN]	545,37
Mt[daN*m]	1.090,74

Tabla 100. Cargas longitudinales que soportará el apoyo para hipótesis 4.

5.2.5.2.2.1 Resumen esfuerzos hipótesis 4

En la *Tabla 101* se resumen todos los esfuerzos en esta hipótesis.

RESUMEN ESFUERZOS 4º HIPÓTESIS	
Fv[daN]	122,34
Ft[daN]	/
FI[daN]	545,37
Mt[daN*m]	1.090,74

Tabla 101. Esfuerzos que soportará el apoyo durante toda la hipótesis 4.

5.2.5.3 Resumen esfuerzos apoyo 2. Fin de línea.

En la *Tabla 102* se detallan todos los esfuerzos para todas las hipótesis de este apoyo.

	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA	CUARTA
V [daN]	131,87	/	/	122,34
L [daN]	1.723,71	/	/	/
M [daN*m]	/	/	/	1.090,74

Tabla 102. Esfuerzos que soportará el apoyo para todas las hipótesis.

5.2.5.4 Selección del apoyo

Comparando valores con los apoyos descritos en el punto 2.6.4.5 *Selección del apoyo* se selecciona el apoyo **C2000**.

Véase en las siguientes tablas la comparación entre los resultados obtenidos y los esfuerzos que el C2000 puede soportar.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Apoyo tipo	Esfuerzos [daN]			Mt [daN*m]
	T o L	V	V+5*T≤	
C-2000	2.000	600	10.600	2.100
Estudio	1.723,71	131,87	8.750,42	1.090,74

Tabla 103. Comparativa esfuerzos que soporta el apoyo seleccionado y los que soportará.

Es importante destacar que la cruceta es capaz de soportar todos los esfuerzos que se realizan. Véase 2.5 *Crucetas*.

Resolviendo la ecuación del apartado 2.6.1 Altura del apoyo se obtiene la altura.

$$H = 2 + 0,22 + 5,6 + 2,70$$

$$H = 10,52 \text{ [m]}$$

Esta altura no está normalizada, por lo que se coge la siguiente que sí lo está, 12 m.

La altura del apoyo será de 12 m, por lo que finalmente el modelo es:

C2000-12

6 Líneas Subterráneas de Media Tensión

6.1 LSMT CV-300

Una vez la LAMT CV-300 llega al apoyo 2 fin de línea se realiza la conversión a subterránea. Ésta, llega al CT1 y lo une con el CT3, por lo su potencia a transportar será la suma de estos dos.

6.2 LSMT-1

Una vez la LAMT-1 llega al apoyo 1 fin de línea se realiza la conversión a subterránea y entra en el CT3. Aquí, entra y sale para alimentar al CT4 a través de una línea subterránea. En el CT4, se realiza otra derivación que lleva una línea hasta el CT2 y lo alimenta.

Finalmente, existe otra línea que conecta el CT1 con el CT2, cerrando así el anillo de MT dentro del polígono.

6.3 LSMT-2

Una vez la LAMT-2 llega al apoyo de fin de línea se realiza la conversión a subterránea y atraviesa todo el polígono industrial hasta la calle Salvador Giner. Aquí sigue todo su trazado de forma subterránea hasta el próximo apoyo de conversión a aérea, estando éste fuera de la competencia de este proyecto.

6.4 Red Subterránea de Media Tensión

6.4.1 Criterio de intensidad admisible

Implementando los datos en el programa de cálculo DMELECT se han obtenido los siguientes resultados. Véase *Tabla 104* a continuación.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu (mΩ/m)	Designación	I. Cálculo (A)	Sección (mm ²)	D.tubo (mm)	I. Admisi. (A)/Fci
LSMT CV-300	FLA CV-300	CT1	116	Al/0,07	HEPRZ1 12/20 H16	46,76	3x240	160	303,6/0,88
CT-CT3	CT1	CT3	242	Al/0,07	HEPRZ1 12/20 H16	-6,07	3x240	160	303,6/0,88
LSMT-1	FLA1	CT3	70	Al/0,07	HEPRZ1 12/20 H16	-56,5	3x240	160	303,6/0,88
CT3-CT4	CT3	CT4	331	Al/0,07	HEPRZ1 12/20 H16	24,61	3x240	160	303,6/0,88
CT4-CT2	CT4	CT2	534	Al/0,07	HEPRZ1 12/20 H16	-1,57	3x240	160	303,6/0,88
CT2-CT1	CT2	CT1	207	Al/0,07	HEPRZ1 12/20 H16	-28,21	3x240	160	303,6/0,88

Tabla 104. Datos de todas las líneas de media tensión subterráneas, sección, tipo de instalación,, canalización, metal y reactancia, longitud de nudo a nudo y polaridad.

Dónde FLA designan el final de la línea aérea, que es lo mismo que el apoyo donde se realiza la conversión aéreo-subterránea.

6.4.2 Pérdidas de potencia de potencia

Línea	Nudo Original	Nudo Destino	Pérdida Potencia Activa Rama. $3RI^2$ (kW)
LSMT CV-300	FLA CV-300	CT1	0,12
CT1-CT3	CT1	CT3	0,004
LSMT-1	FLA1	CT3	0,106
CT3-CT4	CT3	CT4	0,095
CT4-CT2	CT4	CT2	0,001
CT2-CT1	CT2	CT1	0,078

Tabla 105. Pérdidas de potencia entre los diversos nudos de unión entre las diferentes líneas subterráneas.

6.4.3 Caídas de tensión

Nudo	C.d.t. (V)	Tensión Nudo (V)	C.d.t. (%)	Carga Nudo
FLA CV-300	0	20.000	0	46,763 A(1.619,928 kVA)
CT1	1,624	19.998,377	0,008	-24,624 A(-853 KVA)
CT3	1,184	19.998,816	0,006	-25,808 A(-894 KVA)
FLA1	0	20.000	0	56,496 A(1.957,072 kVA)
CT4	3,623	19.996,377	0,018*	-26,183 A(-907 KVA)
CT2	3,372	19.996,629	0,017	-26,645 A(-923 KVA)

Tabla 106. Caídas de tensión en voltios y porcentual entre los diversos nudos de unión entre las diferentes líneas subterráneas.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

Siendo:

- * = Nudo de mayor c.d.t.
- **FLA CV-300**= Fin de línea aérea de la LAMT CV-300.
- **FLA1**= Fin de línea aérea de la LAMT-1.

6.4.4 Protecciones

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)	I-Secc;In/Iter/IFus (Amp)
LSMT CV-300	FLA CV-300	CT1	24	125	50	400/50/50
CT1-CT3	CT1	CT3	24	125	50	400/10/10
LSMT-1	FLA1	CT3	24	125	50	400/60/63
CT3-CT4	CT3	CT4	24	125	50	400/25/25
CT4-CT2	CT4	CT2	24	125	50	400/10/10
CT2-CT1	CT2	CT1	24	125	50	400/30/40

Tabla 107. Resultados de las protecciones a instalar en cada celda de entrada y salida de los centros de transformación.

Siendo:

- **In(A)**. Intensidad nominal del elemento de protección o corte.
- **Iter(A)**. Intensidad nominal del relé térmico asociado al elemento de corte (seccionador interruptor).
- **IFus(A)**. Intensidad nominal de los fusibles asociados al elemento de corte (seccionador interruptor).

6.4.5 Resultados obtenidos para las Autoválvulas-Pararrayos:

Esto sólo se aplicará para los apoyos de fin de línea.

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	In (kA)	Un (kV)	U1 (kV)	U2 (kV)
LSMT CV-300	Apoyo fin línea	CT1	10	24	125	50
LSMT-1	Apoyo fin línea	CT3	10	24	125	50
LSMT-2	Apoyo fin línea	/	10	24	125	50

Tabla 108. Protecciones de Autoválvula-Pararrayos que se instalarán en todos los apoyos de conversión aéreo-subterráneos.

Anexo V. Cálculo de líneas de media tensión.

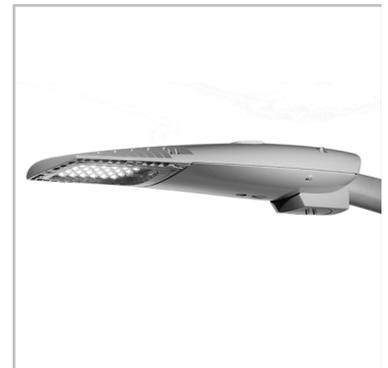
Siendo:

- **In(kA)**. Intensidad nominal de la autoválvula-pararrayos.
- **Un(kV)**. Tensión más elevada de la red.
- **U1(kV)**. Tensión de ensayo al choque con onda de impulso de 1,2/50 microsegundos. kV Cresta.
- **U2(kV)**. Tensión de ensayo a frecuencia industrial 50 Hz, bajo lluvia durante un minuto. kV Eficaces.

Anexo VI. Catálogos.

- 1 Luminaria Axia 2.2
- 2 Luminaria Calla LED
- 3 Cable HEPRZ1
- 4 Cable XLEPRZ1
- 5 Protecciones con fusibles
- 6 Características transformador
- 7 Envolvente prefabricado para los CTs prefabricados
- 8 Grapas de compresión y amarre
- 9 Apoyos y crucetas

Axia 2



La solución de iluminación LED más completa y eficiente

Axia 2 es la solución LED más completa y eficiente para iluminar cualquier vía, calle o zona peatonal. Ofrece todas las ventajas de la iluminación LED, con su motor fotométrico, que proporciona distribuciones fotométricas adaptadas a diversas aplicaciones, la convierten en una de las luminarias con mejores prestaciones disponibles en el mercado ofreciendo un rápido retorno de la inversión.

Basándose en los puntos fuertes de innovación, Axia de segunda generación está diseñada para ser una luminaria versátil y rentable para aquellos que busquen reducir sus costes de energía.

IP 66	IK 10	IK 09
IK 08		
		CE

- VÍA URBANA & CALLE RESIDENCIAL
- PUENTE
- CARRIL BICI & VIA ESTRECHA
- ESTACIÓN DE TREN & METRO
- APARCAMIENTO
- AMPLIOS ESPACIOS
- PLAZA & ZONA PEATONAL
- CARRETERA & AUTOPISTA

Concepto

Axia 2 está fabricada en aluminio inyectado a alta presión, con una fijación universal y un protector de policarbonato con lentes integradas. Para una disipación del calor optimizada, los componentes electrónicos y el motor LED van en compartimentos individuales y yuxtapuestos en una sección horizontal.

Su exclusivo diseño ofrece una refrigeración manteniendo su rendimiento a largo plazo. Disponible en dos tamaños, Axia 2 es una solución de iluminación LED muy eficiente para calles, carreteras y demás zonas de exterior en los que sea crucial maximizar el ahorro de energía. La gama completa está disponible con una fijación universal adaptada para montaje de entrada lateral (Ø32, Ø42, Ø48 o Ø60 mm) y post-top (Ø60 o Ø6 mm).

El ángulo de inclinación se puede ajustar in situ en pasos de 2,5°. Con su elevado grado de protección (IP 66) y fuerte resistencia a los impactos (IK 08 a IK 10), Axia 2 está diseñada para soportar las condiciones más duras y emitir una iluminación de calidad con un consumo de potencia mínimo durante décadas.



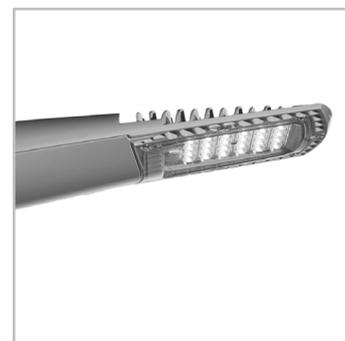
Fijación universal para montaje lateral o post-top con inclinación ajustable en pasos de 2,5°.



Fácil acceso al compartimento electrónico para su mantenimiento.



Motor fotométrico ProFlex™ para distribuciones fotométricas precisas con máxima eficiencia.



Diseño de refrigeración para una gestión térmica óptima y rendimiento duradero.

Tipos de aplicaciones

- VÍA URBANA & CALLE RESIDENCIAL
- PUENTE
- CARRIL BICI & VIA ESTRECHA
- ESTACIÓN DE TREN & METRO
- APARCAMIENTO
- AMPLIOS ESPACIOS
- PLAZA & ZONA PEATONAL
- CARRETERA & AUTOPISTA

Ventajas clave

- Una solución efectiva y económica para el rápido retorno de la inversión
- Conectividad para la ciudad inteligente
- Motor fotométrico con distribuciones fotométricas adaptadas a diversas aplicaciones
- ThermiX® para un rendimiento de larga duración
- FutureProof: Alineado con los principios de la economía circular
- Fijación universal adaptada para montaje de entrada lateral y post-top
- Inclinación ajustable en pasos de 2,5°



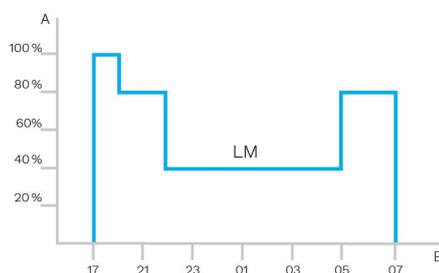
El motor fotométrico ProFlex™ integra las lentes en un protector de policarbonato. Esta integración aumenta la emisión y reduce los reflejos dentro de la unidad óptica. El policarbonato utilizado para el motor fotométrico ProFlex™ ofrece características esenciales, como una transmitancia óptica elevada para una óptima emisión de la luz, una mejor resistencia a los impactos que el vidrio y una prolongada vida útil con tratamiento de estabilización contra los rayos UV. El concepto ProFlex™ posibilita un diseño compacto con un bloque óptico delgado. Proporciona distribuciones fotométricas extensivas para poder aumentar la interdistancia entre luminarias.





Perfil de regulación personalizado

Pueden programarse drivers de luminaria inteligentes con perfiles de regulación complejos. Son posibles hasta cinco combinaciones de intervalos de tiempo y niveles de luz. Esta funcionalidad no requiere ningún cableado adicional. El periodo entre el encendido y el apagado se utiliza para activar el perfil de regulación predefinido. El sistema de regulación personalizado supone un ahorro de energía máximo, respetando a su vez los niveles de iluminación requeridos y la uniformidad durante toda la noche.

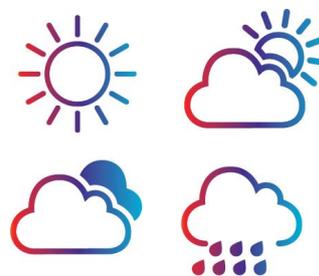


A. Rendimiento | B. Tiempo



Sensor de luz diurna/Célula fotoeléctrica

La célula fotoeléctrica o los sensores de luz diurna encienden la luminaria en cuanto la luz natural baja de cierto nivel. Se puede programar para que se encienda durante una tormenta, en un día nublado (en zonas críticas) o solo al caer la noche, para proporcionar seguridad y confort visual en los espacios públicos.



Sensor PIR: detección del movimiento

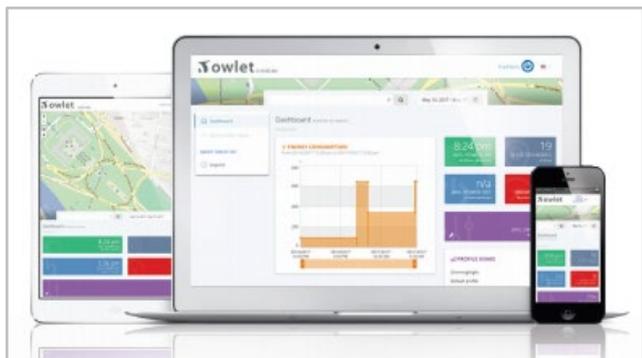
En lugares con poca actividad nocturna, la iluminación puede regularse a un mínimo durante la mayor parte del tiempo.

Utilizando sensores de infrarrojos pasivos (PIR), el nivel de luz se puede elevar en cuanto se detecte un peatón o un vehículo en movimiento en la zona. Cada nivel de la luminaria puede configurarse de forma individual con varios parámetros, como la emisión de luz máxima y mínima, periodo de retardo y duración de los tiempos de encendido o apagado. Los sensores PIR se pueden utilizar en una red autónoma o intergestionable.



Owlet IoT

Owlet IoT controla remotamente luminarias en una red de alumbrado, creando posibilidades para una eficiencia mejorada, datos precisos en tiempo real y un ahorro de energía de hasta el 85%.



Todo en uno

El controlador LUCO P7 CM incluye las más avanzadas funcionalidades para una gestión optimizada de los recursos. También tiene una célula fotoeléctrica integrada y funciona con un reloj astronómico para adaptar el perfil de regulación en función de la estación.

Fácil de implementar

Gracias a la comunicación inalámbrica, no es necesario cableado. La red no está sujeta a limitaciones o restricciones físicas.

Desde una sola unidad de control hasta una red ilimitada, puede expandir su instalación de iluminación en cualquier momento.

Con geolocalización en tiempo real y una detección automática de las características de la luminaria, la puesta en marcha es rápida y fácil.

Fácil de usar

Una vez instalado un controlador en una luminaria, esta aparece automáticamente con sus coordenadas GPS en un mapa basado en web. Un panel de control de fácil uso permite a cada usuario organizar y personalizar las pantallas, estadísticas e informes. Todos los usuarios pueden obtener información relevante en tiempo real. A la aplicación web Owlet IoT se puede acceder en todo momento desde cualquier parte del mundo mediante un dispositivo conectado a Internet. La aplicación se adapta al dispositivo para ofrecer una experiencia intuitiva y fácil de usar. Se pueden preprogramar notificaciones en tiempo real para supervisar los elementos más importantes de la instalación de iluminación.



Conectar el controlador LUCO P7 CM en el socket NEMA de 7 pines.

Seguro

El sistema Owlet IoT utiliza una comunicación inalámbrica local en retícula entre las luminarias para reacciones instantáneas in situ en combinación con un sistema de control remoto que utiliza la nube para que la transferencia bidireccional de datos con el sistema de gestión central sea fluida. El sistema utiliza comunicación IP V6 codificada para proteger la transmisión de datos en ambas direcciones. Al utilizar un NPA seguro, Owlet IoT garantiza un elevado nivel de protección. En el caso excepcional de que fallase la comunicación, el reloj astronómico y la célula fotoeléctrica integrados tomarían el control para encender y apagar las luminarias, evitando así un oscurecimiento completo durante la noche.

Eficiente

Gracias a sensores y/o a configuraciones preprogramadas, los escenarios de iluminación pueden adaptarse fácilmente para hacer frente a acontecimientos imprevistos, proporcionando así los niveles de iluminación adecuados en el momento justo y en el lugar correcto. El medidor de consumo integrado, de grado industrial ofrece la máxima precisión actualmente disponible en el mercado, lo que posibilita tomar decisiones basadas en números reales. Gracias a la información de retorno exacta en tiempo real y a la claridad de los informes, la red funciona de forma eficiente y se optimiza el mantenimiento. Cuando se encienden las luminarias LED, la altísima corriente de irrupción puede crear problemas en la red eléctrica. Owlet IoT incorpora un algoritmo para proteger la red en todo momento.

Abierto

El controlador LUCO P7 CM se puede conectar en un casquillo Nema de 7 pines estándar y funciona mediante interfaz DALI o de 1-10 V para controlar la luminaria. Owlet IoT se basa en el protocolo IPv6. Este método de asignar direcciones a dispositivos sirve para generar un número casi ilimitado de combinaciones únicas para conectar componentes atípicos a la red informática o Internet. Mediante API abiertas, Owlet IoT puede integrarse en sistemas de gestión globales existentes o futuros.

INFORMACIÓN GENERAL

Altura de instalación recomendada	5m a 10m 16' a 33'
Driver incluido	Sí
Marca CE	Sí
Certificado ENEC Plus	Sí
Conformidad con RoHS	Sí
Norma del ensayo	LM 79-80 (todas las mediciones en laboratorio certificado según ISO17025)

CARCASA Y ACABADO

Carcasa	Aluminio
Óptica	Polycarbonato
Protector	Polycarbonato (con lentes integradas)
Acabado de la carcasa	Recubrimiento de polvo de poliéster
Color estandar	RAL 7040 gris ventana
Grado de hermeticidad	IP 66
Resistencia a los impactos	IK 08, IK 09, IK 10
Norma de vibración	Cumple con la modificada IEC 68-2-6 (0.5G)
Acceso para mantenimiento	Aflojando los tornillos en la tapa inferior

· Otro color RAL o AKZO bajo pedido
 · IK puede ser diferente según el tamaño / configuraciones. Por favor consúltenos.

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Rango de temperatura de funcionamiento (Ta)	-30 °C a +50 °C / -22 °F a 122 °F
---	-----------------------------------

· Depende de la configuración de la luminaria. Para más información, póngase en contacto con nosotros.

INFORMACIÓN ELÉCTRICA

Clase eléctrica	Class I EU, Class II EU
Tensión nominal	220-240 V – 50-60 Hz
Factor de potencia (a plena carga)	0.9
Opciones de protección contra sobretensiones (kV)	10
Compatibilidad electromagnética (CEM)	EN 55015 / EN 61000-3-2 / EN 61000-4-5 / EN 61547
Protocolo de control	1-10V, DALI
Opciones de control	AmpDim, Bipotencia, Perfil de regulación personalizado, Célula fotoeléctrica, Telegestión
Opciones de casquillo	Casquillo NEMA 3 pines (opcional) Casquillo NEMA 6 pines (opcional) NEMA 7 pines (opcional)
Sistemas de control asociados	Owlet Nightshift Owlet IoT
Sensor	PIR (opcional)

INFORMACIÓN ÓPTICA

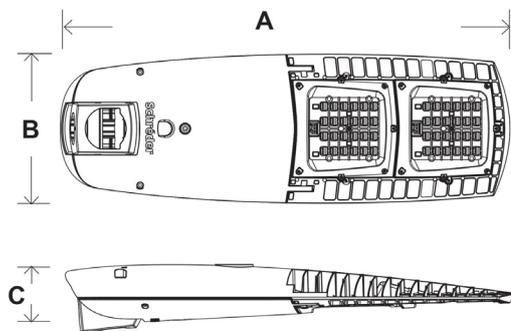
Temperatura de color de los LED	3000K (Blanco cálido 830) 4000K (Blanco neutro 740)
Índice de reproducción cromática (CRI)	>80 (Blanco cálido 830) >70 (Blanco neutro 740)
Porcentaje de flujo luminoso al hemisferio superior (ULOR)	0%

VIDA ÚTIL DE LOS LED A TQ 25 °C

Todas las configuraciones	100.000h - L90
---------------------------	----------------

DIMENSIONES Y MONTAJE

AxBxC (mm pulgadas)	AXIA 2.1 - 650x132x250 25.6x5.2x9.8 AXIA 2.2 - 895x132x300 35.2x5.2x11.8
Peso (kg lb)	AXIA 2.1 - 6.7 14.7 AXIA 2.2 - 9.5 20.9
Resistencia aerodinámica (CxS)	AXIA 2.1 - 0.05 AXIA 2.2 - 0.07
Posibilidades de montaje	Entrada lateral montaje deslizante - Ø32mm Entrada lateral montaje deslizante - Ø42mm Entrada lateral montaje deslizante - Ø48mm Entrada lateral montaje deslizante - Ø60mm Montaje post-top deslizante - Ø60mm Montaje post-top deslizante - Ø76mm





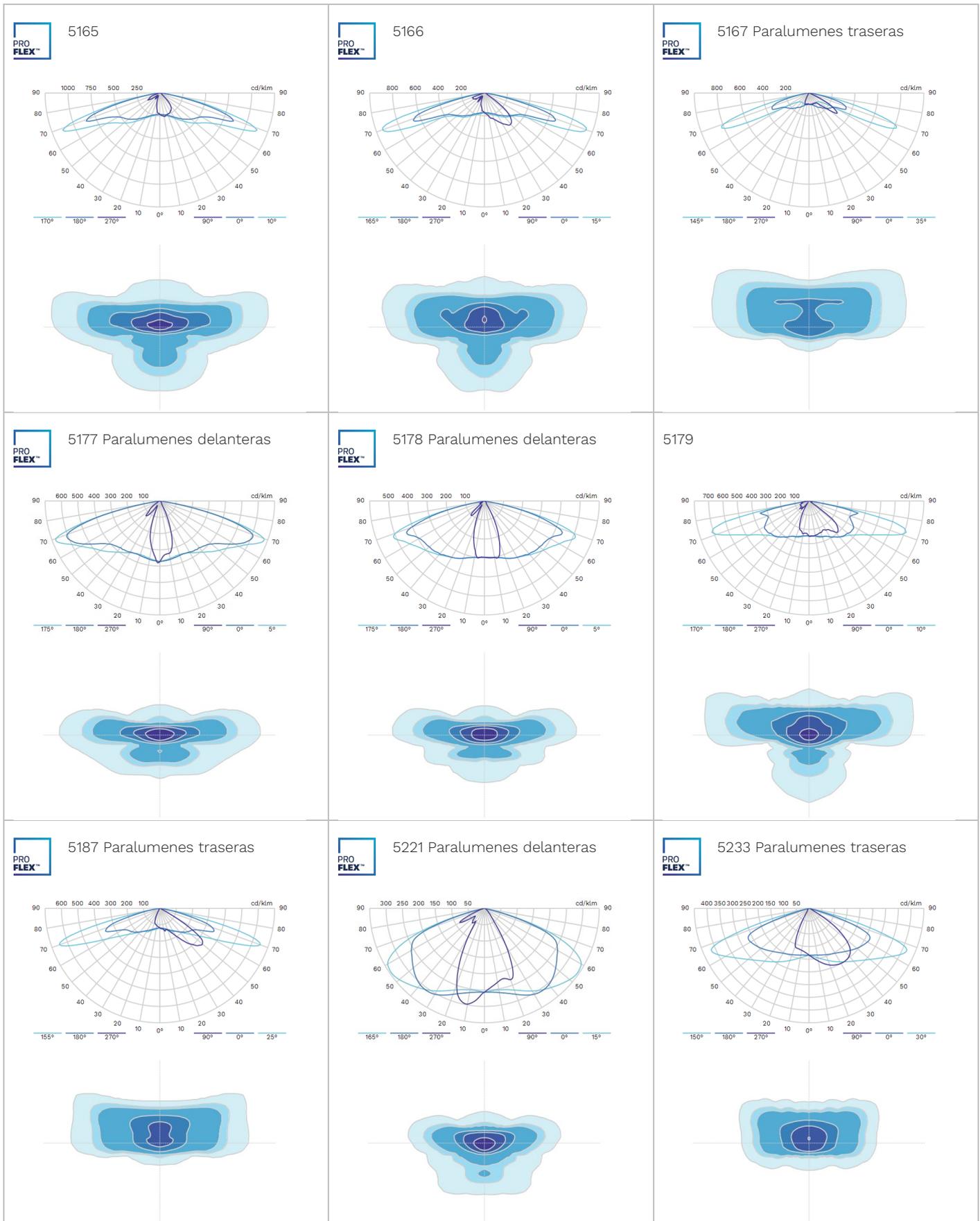
Luminaria	Número de LED	Corriente de alimentación (mA)	Paquete lumínico (lm) Blanco cálido 830		Paquete lumínico (lm) Blanco neutro 740		Consumo de potencia (W)	Eficiencia de la luminaria (lm/W)	Fotometría
			Min	Max	Min	Max			
AXIA 2.1	4	680	300	900	400	1100	10.3	110	
	8	480	500	1400	600	1600	13.9	123	
	8	690	700	1900	800	2300	20	121	
	8	820	800	2200	1000	2600	23.7	118	
	16	390	900	2400	1000	2800	21.2	134	
	16	480	1100	2900	1300	3300	25.6	129	
	16	600	1300	3500	1500	4100	31.8	129	
	16	690	1500	3900	1700	4600	36.5	126	
	16	760	1600	4200	1900	4900	40	122	
	24	490	1700	4400	2000	5100	37.9	136	
	24	540	1800	4800	2200	5600	41.5	135	
	24	630	2100	5400	2500	6300	49	130	
	24	690	2300	5900	2700	6900	54	129	
	24	750	2400	6300	2800	7300	58.5	125	
	24	890	2800	7200	3300	8400	69.5	122	

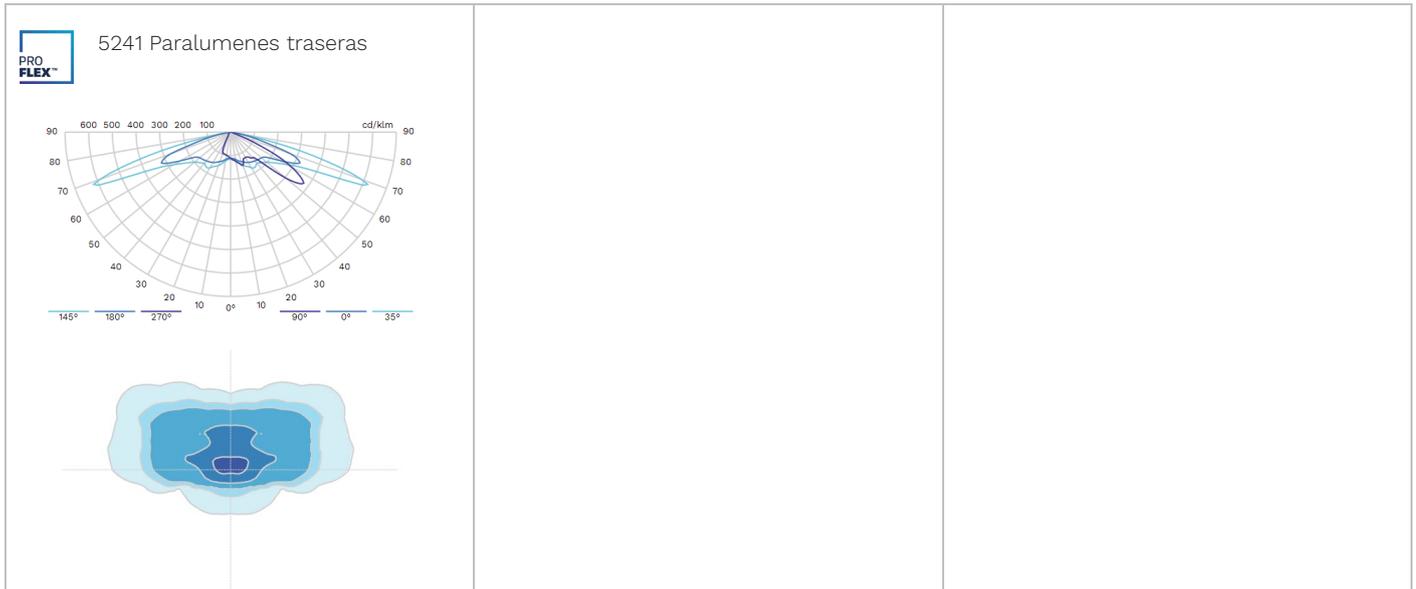
La tolerancia del flujo de los LED es $\pm 7\%$, y de la potencia total de la luminaria $\pm 5\%$



Luminaria	Número de LED	Corriente de alimentación (mA)	Paquete lumínico (lm) Blanco cálido 830		Paquete lumínico (lm) Blanco neutro 740		Consumo de potencia (W)	Eficiencia de la luminaria (lm/W)	Fotometría
			Min	Max	Min	Max			
AXIA 2.2	32	690	3100	7900	3600	9200	71	131	
	32	860	3700	9400	4300	11000	89	128	
	32	960	4000	10300	4700	12000	100	124	
	40	370	2200	5700	2600	6700	47.5	146	
	40	410	2500	6200	2900	7300	52	145	
	40	450	2700	6800	3100	7900	57	142	
	40	480	2800	7200	3300	8400	60.5	142	
	40	760	4200	10700	4900	12500	96	133	
	40	920	4900	12500	5800	14600	118	127	
	40	1000	5300	13300	6200	15600	129	122	
	48	460	3300	8300	3800	9700	69	144	
	48	530	3700	9400	4400	11000	80	143	
	48	590	4100	10300	4800	12100	89	141	
	48	660	4500	11400	5300	13300	100	137	
	48	730	4900	12400	5800	14500	110	134	
	48	800	5300	13400	6200	15600	121	130	
	48	890	5800	14600	6800	17100	136	127	
	48	960	6200	15500	7200	18100	147	124	
	48	1000	6400	16000	7400	18700	152	123	

La tolerancia del flujo de los LED es $\pm 7\%$, y de la potencia total de la luminaria $\pm 5\%$





Calla LED

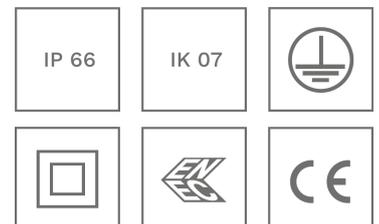


Solución de iluminación LED indirecta para la creación de ambientes agradables

Calla LED incorpora un motor fotométrico para proporcionar una iluminación indirecta en zonas residenciales, parques, centros urbanos, entre otros.

Esta luminaria elegante y sostenible destaca por su originalidad en cualquier entorno público, tanto de día como de noche. El alumbrado indirecto garantiza una iluminación ambiental sin deslumbramientos.

Calla LED está especialmente diseñada para ofrecer una iluminación decorativa con estilo teniendo en cuenta factores clave de rendimiento, estética y contaminación lumínica.



VÍA URBANA &
CALLE
RESIDENCIAL



PUENTE



CARRIL BICI &
VIA ESTRECHA



ESTACIÓN DE
TREN & METRO



APARCAMIENTO



PLAZA & ZONA
PEATONAL

Concepto

La luminaria Calla LED se compone de un cuerpo de aluminio inyectado a alta presión, una cubierta de aluminio y un protector de PMMA. El reflector está formado por un sistema especular indirecto con 208 facetas distintas para proporcionar confort y rendimiento.

Toda la luminaria tiene un grado de hermeticidad IP 66. La luminaria Calla LED está basada en el concepto FutureProof. La cubierta puede abrirse fácilmente, sin herramientas, de modo que el motor LED puede sustituirse en pocos y sencillos pasos. Calla LED está disponible con distribuciones fotométricas simétricas y asimétricas, para proporcionar una luz agradable de altas prestaciones para diversas aplicaciones urbanas.

La luminaria Calla LED dispone de un montaje deslizante sobre una espiga de Ø60 o 76 mm. La fijación sirve tanto para una columna cilíndrica escalonada como para una columna con un grosor decreciente, para crear conjuntos estéticos.



La cubierta de Calla LED puede abrirse fácilmente, sin herramientas, para su mantenimiento.



Calla LED ofrece un alumbrado indirecto acogedor.



Para una instalación fácil y rápida, Calla LED se suministra precableada.



Calla LED dispone de un montaje deslizante sobre una espiga de Ø60 mm o Ø76 mm.

Tipos de aplicaciones

- VÍA URBANA & CALLE RESIDENCIAL
- PUENTE
- CARRIL BICI & VIA ESTRECHA
- ESTACIÓN DE TREN & METRO
- APARCAMIENTO
- PLAZA & ZONA PEATONAL

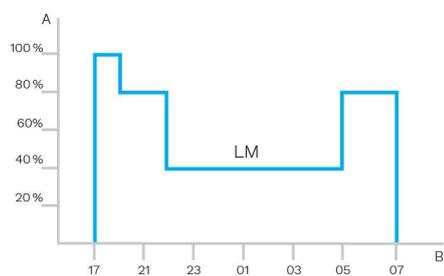
Ventajas clave

- Alumbrado indirecto para una iluminación óptima del paisaje
- Grado de hermeticidad IP 66
- ThermiX® para un rendimiento de larga duración
- Pre-cableado suministrado para facilitar su instalación
- FutureProof: Fácil sustitución del motor fotométrico y montaje eléctrico
- Acceso libre de herramientas para el mantenimiento
- Diseñado para incorporar gama de soluciones de control Owlet



Perfil de regulación personalizado

Pueden programarse drivers de luminaria inteligentes con perfiles de regulación complejos. Son posibles hasta cinco combinaciones de intervalos de tiempo y niveles de luz. Esta funcionalidad no requiere ningún cableado adicional. El periodo entre el encendido y el apagado se utiliza para activar el perfil de regulación predefinido. El sistema de regulación personalizado supone un ahorro de energía máximo, respetando a su vez los niveles de iluminación requeridos y la uniformidad durante toda la noche.



A. Rendimiento | B. Tiempo

INFORMACIÓN GENERAL

Altura de instalación recomendada	3m a 5m 10' a 16'
FutureProof	Fácil sustitución del motor fotométrico y montaje eléctrico
Driver incluido	Sí
Marca CE	Sí
Certificado ENEC	Sí
Conformidad con RoHS	No
Norma del ensayo	LM 79-80 (todas las mediciones en laboratorio certificado según ISO17025)

CARCASA Y ACABADO

Carcasa	Aluminio
Óptica	Reflectores de aluminio
Protector	PMMA
Acabado de la carcasa	Recubrimiento de polvo de poliéster
Color estandar	RAL 9006T
Grado de hermeticidad	IP 66
Resistencia a los impactos	IK 07
Norma de vibración	Cumple con la modificada IEC 68-2-6 (0.5G)
Acceso para mantenimiento	Acceso sin herramientas al caja de auxiliares

· Otro color RAL o AKZO bajo pedido

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO

Rango de temperatura de funcionamiento (Ta)	-30 °C a +35 °C / -22 °F a 95°F
---	---------------------------------

· Depende de la configuración de la luminaria. Para más información, póngase en contacto con nosotros.

INFORMACIÓN ELÉCTRICA

Clase eléctrica	Class I EU, Class II EU
Tensión nominal	220-240 V – 50-60 Hz
Factor de potencia (a plena carga)	0.9
Opciones de protección contra sobretensiones (kV)	10
Compatibilidad electromagnética (CEM)	EN 61547 / EN 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8, -11
Protocolo de control	DALI
Opciones de control	Bipotencia, Perfil de regulación personalizado, Telegestión
Sistemas de control asociados	Owlet Nightshift

INFORMACIÓN ÓPTICA

Temperatura de color de los LED	2700K (Blanco cálido 727) 3000K (Blanco cálido 730) 3000K (Blanco cálido 830) 4000K (Blanco neutro 740)
Índice de reproducción cromática (CRI)	>70 (Blanco cálido 727) >70 (Blanco cálido 730) >80 (Blanco cálido 830) >70 (Blanco neutro 740)
Porcentaje de flujo luminoso al hemisferio superior (ULOR)	<4%

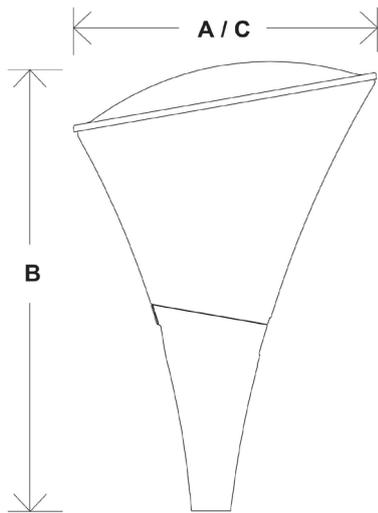
· ULOR diferente según el tipo de configuración. Por favor, consulte con nosotros.

VIDA ÚTIL DE LOS LED A TQ 25 °C

Todas las configuraciones	100.000h - L90
---------------------------	----------------

DIMENSIONES Y MONTAJE

AxBxC (mm pulgadas)	595x885x595 23.4x34.8x23.4
Peso (kg lb)	11 24.2
Resistencia aerodinámica (CxS)	0.34
Posibilidades de montaje	Montaje post-top deslizante – Ø60mm Montaje post-top deslizante – Ø76mm

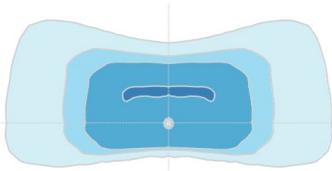
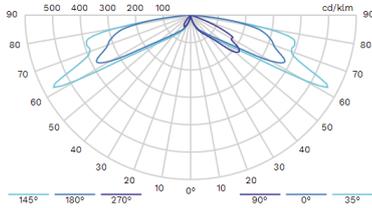




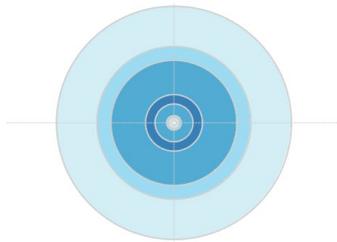
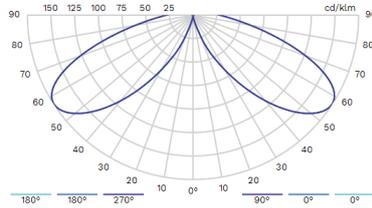
Luminaria	Número de LED	Corriente de alimentación (mA)	Paquete lumínico (lm) Blanco cálido 830		Paquete lumínico (lm) Blanco neutro 740		Paquete lumínico (lm) Blanco cálido 727		Paquete lumínico (lm) Blanco cálido 730		Consumo de potencia (W)		Eficiencia de la luminaria (lm/W)
			Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
CALLA LED	15	350	1300	1500	1400	1700	-	-	-	-	20	20	85
	15	500	1700	2000	1900	2200	-	-	-	-	26	26	85
	28	350	-	-	2900	3400	2500	3000	2800	3300	32	32	106
	28	500	-	-	3900	4600	3400	4000	3800	4400	46	46	100

La tolerancia del flujo de los LED es $\pm 7\%$, y de la potencia total de la luminaria $\pm 5\%$

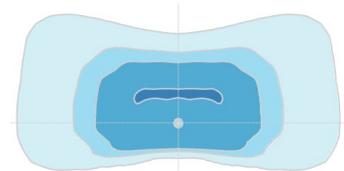
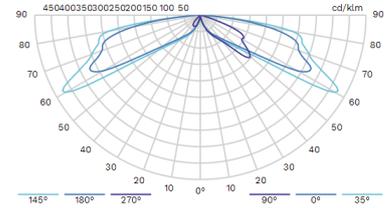
2126 AS Reflector recubierto plata



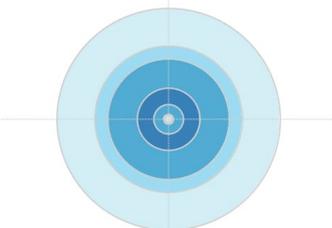
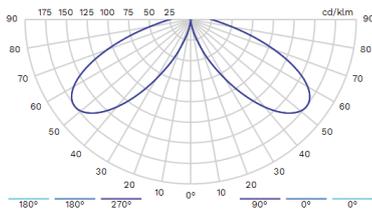
2238 SY



2241 AS Reflector recubierto plata



2242 SY



AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E
Designación genérica: AL HEPRZ1



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
EN 60754-1
IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
EN 60754-2
IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



ALTA RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003884



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

MAYOR INTENSIDAD ADMISIBLE Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento de HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

MENOR DIÁMETRO EXTERIOR Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menores peso y diámetro que redonda en un menor coste de la línea eléctrica.

FORMULACIÓN DE AISLAMIENTO PRYSMIAN Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

EXCELENTE COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

NORMALIZADO POR IBERDROLA

- Temperatura de servicio: -25 °C, + 105 °C,
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Fca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
Norma diseño: UNE-HD 620-9E
Designación genérica: AL HEPRZ1



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.
Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228
Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extrusionada de material conductor.

AISLAMIENTO

Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extrusionada de material semiconductor **separable en frío.**

PANTALLA METÁLICA

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
Sección total 16 mm² (12/20 kV) ó 25 mm² (18/30 kV).

SEPARADOR

Cinta de poliéster.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.
Color: rojo.

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1 x 50/16	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1 x 95/16 (1)	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1 x 150/16 (1)	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1 x 240/16 (1)	28	4,3	36	3	1600	540	720
1 x 400/16 (1)	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1 x 630/16	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
18/30 kV							
1 x 95/25 (1)	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1 x 150/25 (1)	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1 x 240/25 (1)	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1 x 400/25 (1)	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1 x 630/25 (1)	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola.

(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)	
					12/20 kV y 18/30 kV	18/30 kV (pant, 16 mm ²)
1 x 50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1 x 95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1 x 150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1 x 240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1 x 400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1 x 630/16 (2)	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV.

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

1x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD μF/km	
			12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1 x 95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1 x 150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1 x 240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1 x 400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1 x 630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al tresbolillo.



CPR
CONSTRUCTION
PRODUCT
REGULATION
E_{ca}

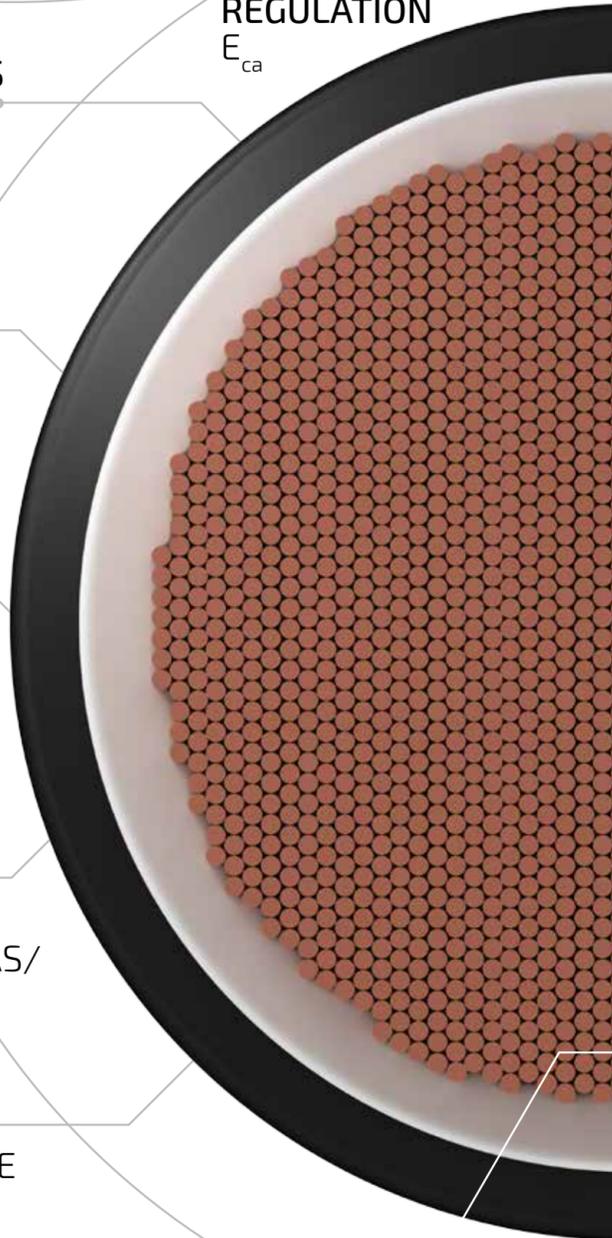
CABLES INDUSTRIALES
IEC 60502-1
UNE 21123-2
0,6 /1kV

XLPE
90 °C

FLEXIBLE
CLASE 5
IEC 60228

CERTIFICADOS
AENOR/BUREAU VERITAS/
SEC/CB/CE MARK

DISPONIBLE
EN STOCK



TOP CABLE

Una de las marcas líderes
en la fabricación de cables eléctricos



Top Cable S.A.
C/ Leonardo da Vinci, 1
08191 Rubí (Barcelona)
Tel 93 588 09 11
93 588 28 00

Top Cable Levante
C/ Camino de las eras 500
46470 Catarroja (Valencia)
Tel 96 126 15 15

Top Cable Centro
C/ Cigüeñas, 8
Pol Ind. El Cascajal
28320 Pinto (Madrid)
Tel 91 895 52 00

Top Cable Chile
Av. José Manuel Guzmán Riesco 1332
Centro Empresarial ENEA
Pudahuel · Santiago de Chile
Tel 56 229478000
56 229478080

ventas@topcable.com
www.topcable.com/es/cables-baja-tension/potencia/RV-K/



POWERFLEX RV-K

Cables **flexibles** de potencia
para **instalaciones industriales**



Powerflex RV-K

Cables flexibles de potencia para instalaciones industriales

Desarrollado para satisfacer los requisitos industriales más exigentes

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) hace que los cables Powerflex RV-K estén diseñados para cumplir con los requisitos industriales más exigentes: flexibilidad, máximo rendimiento eléctrico en ambientes secos y húmedos, máxima resistencia a temperaturas máximas y mínimas, y a los ataques químicos. Estas características garantizan una mayor vida útil de la instalación eléctrica.



NORMAS Y CERTIFICACIONES

El cable Powerflex RV-K es un cable de 0,6/1 kV conforme a la norma internacional IEC 60502-1 / UNE 21123-2. El cable está certificado por Aenor, Bureau Veritas, SEC y CB.



MÁXIMA TEMPERATURA DE SERVICIO: 90°C

El aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) permite una temperatura máxima del conductor de 90°C (comparado con 70°C en los cables tipo aislados con PVC).



MÍNIMA TEMPERATURA DE SERVICIO: -40°C

Powerflex RV-K está diseñado para funcionar de forma fiable incluso a -40°C en instalaciones fijas. (En comparación con -15°C en los cables más comúnmente utilizados.)



FLEXIBILIDAD

El uso de conductores de cobre flexible clase 5 y compuestos flexibles confieren al cable Powerflex RV-K una flexibilidad extrema. Además, los conductores flexibles de cobre no se resquebrajan frente a la vibración.



RENDIMIENTO ELÉCTRICO

Gracias al diseño de sus materiales, el cable Powerflex RV-K puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales, como: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua.



CAPACIDAD DE SOBRECARGA

Los cables Powerflex RV-K soportan temperaturas de cortocircuito hasta 250°C, mucho más altas que los cables aislados con PVC (que soportan sólo 160 °C), para una misma sección de cable.



PRESTACIONES FRENTE AL FUEGO

El cable Powerflex es no propagador de la llama, cumpliendo con los requisitos de las pruebas de combustión de la norma IEC 60332-1 y UNE-EN 60332-1.



RESISTENCIA QUÍMICA

La cubierta exterior de PVC especial proporciona una excelente protección contra sustancias ácidas y bases alcalinas.



RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

La cubierta exterior de PVC especial, protegida contra rayos UV, también proporciona una excelente resistencia a la intemperie y permite su instalación al aire libre, sin que perjudique la vida útil del cable.



INMERSIÓN EN AGUA

El cable Powerflex RV-K soporta entornos húmedos incluyendo la total inmersión en agua (AD7), soportando también agua caliente. Por otro lado, los conductores de cobre soportan la humedad mucho mejor que cualquier otro conductor.



MARCADO METRO A METRO

El marcado metro a metro (desde el fin del metroje al inicio) facilita su manejo en las instalaciones y una mejor gestión de las existencias.



RENTABLE

El cable Powerflex RV-K no sólo supera las características de rendimiento requeridas en los mercados industriales de hoy en día, sino que lo hace de una manera rentable, ya que su instalación requiere menos tiempo y mano de obra. Además, tiene una capacidad de corriente mayor que los cables estándar de 70°C.



DESIGNACIÓN	POWERFLEX RV-K
VOLTAJE	0,6/1kV
CONDUCTOR	Clase 5 (flexible)
AISLAMIENTO	XLPE
CUBIERTA	PVC (flexible)
COLOR DE LA CUBIERTA	Negro
MAX TEMPERATURA SERVICIO	90°C
MIN TEMPERATURA SERVICIO	-40°C estático con protección
TEMPERATURA CORTOCIRCUITO	250°C (5s)
PRESTACIONES FRENTE AL FUEGO	No propagador de la llama
ESTÁNDAR	IEC 60502-1



POWERFLEX RV-K

Cable flexible de potencia para uso industrial.

IEC 60502-1 - UNE 21123-2

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228.

Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE).

La identificación normalizada de los conductores aislados es la siguiente:

1 x	Natural
2 x	Azul + Marrón
3 G	Azul + Marrón + Amarillo/Verde
3 x	Marrón + Negro + Gris
3 x + 1 x	Marrón + Negro + Gris + Azul (sección reducida)
4 G	Marrón + Negro + Gris + Amarillo/Verde
4 x	Marrón + Negro + Gris + Azul
5 G	Marrón + Negro + Gris + Azul + Amarillo/Verde

Cubierta

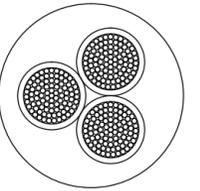
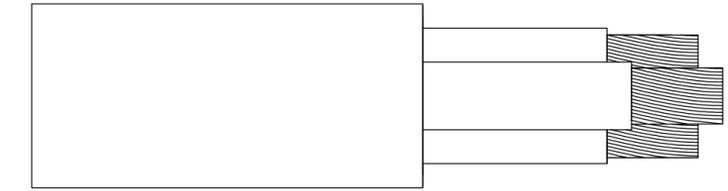
PVC flexible de color negro.

APLICACIONES

El cable Powerflex RV-K es un cable flexible de potencia diseñado para satisfacer los requisitos industriales más exigentes: conexiones industriales de baja tensión, redes urbanas, instalaciones en edificios, etc. Su flexibilidad lo hace particularmente adecuado en trazados difíciles. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado en todo tipo de condiciones ambientales: zonas húmedas y secas, instalación al aire libre, enterrado, e incluso sumergido en agua (AD7), sin que perjudique la vida útil del cable.



E_{ca}



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 0,6/1kV



Norma de referencia

IEC 60502-1 - UNE 21123-2



ITC y certificaciones

ITC: 9/20/30/31

Certificados:

CE
SEC
BUREAU VERITAS
AENOR
RoHS
KEMA-KEUR



E_{ca}



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)
Temp. mínima de servicio: -40°C (estático con protección).



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Reducida emisión de halógenos. Cloro < 15%.
Reacción al fuego CPR, E_{ca} según la norma EN 50575



Características mecánicas

Radio de curvatura: 5 x diámetro exterior
Resistencia a los impactos: AG2 Medio



Características químicas

Resistencia a los ataques químicos: Buena
Resistencia a los rayos ultravioleta: UNE 211605.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD7 Inmersión



Otros

Marcaje: metro a metro



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.
Entubado.



Aplicaciones

Uso industrial
Alumbrado exterior.



Embalaje

Disponibles en rollos de 100m -con film retractilado- y bobinas.

DIMENSIONES

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
1 x 1,5	5,7	45	23	22	29,5
1 x 2,5	6,2	55	29	29	17,7
1 x 4	6,7	70	40	37	11
1 x 6	7,3	90	53	46	7,32
1 x 10	8,2	135	74	61	4,23
1 x 16	9,2	190	101	79	2,68
1 x 25	11	285	135	101	1,73
1 x 35	12,1	385	169	122	1,23
1 x 50	13,8	520	207	144	0,86
1 x 70	15,7	715	268	178	0,603
1 x 95	17,6	925	328	211	0,457
1 x 120	19,2	1.165	383	240	0,357
1 x 150	21,5	1.450	444	271	0,286
1 x 185	23,9	1.750	510	304	0,235
1 x 240	26,9	2.280	607	351	0,178
1 x 300	29,6	2.830	703	396	0,142
1 x 400	33,8	3.735	823	464	0,108
1 x 500	37,4	4.780	946	525	0,085
1 x 630	42,7	6.280	1.088	596	0,064
2 x 1,5	8,2	90	26	26	34
2 x 2,5	9,2	120	36	34	20,4
2 x 4	10,3	165	49	44	12,7
2 x 6	11,3	215	63	56	8,45
2 x 10	13,2	320	86	73	4,89
2 x 16	14,9	450	115	95	3,1
2 x 25	20,8	810	149	121	1,99
2 x 35	22	1.000	185	146	1,42
2 x 50	25,7	1.375	225	173	0,99
2 x 70	29,5	1.880	289	213	0,694
3 G 1,5	8,9	110	26	26	34
3 G 2,5	9,8	145	36	34	20,4
3 G 4	11	200	49	44	12,7
3 G 6	12,1	265	63	56	8,45
3 G 10	14,3	405	86	73	4,89
3 x 16	16,4	595	100	79	2,68
3 x 25	20,7	955	127	101	1,73
3 x 35	23,1	1.275	158	122	1,23
3 x 50	26,8	1.750	192	144	0,86
3 x 70	29,6	2.370	246	178	0,603
3 x 95	35	3.140	298	211	0,457
3 x 120	39,8	4.115	346	240	0,357
3 x 150	44,7	5.130	399	271	0,286

Sección (mm ²)	Diámetro (mm)	Peso (Kg/km)	Aire libre a 30°C (A)	Enterrado a 20°C (A)	Caída tensión (V/A · km)
3 x 185	49,9	6.285	456	304	0,235
3x16+1x10	17,6	700	100	79	2,68
3x25+1x16	22,7	1.140	127	101	1,73
3x35+1x16	25	1.480	158	122	1,23
3x50+1x25	29,1	2.050	192	144	0,86
3x70+1x35	33,8	2.850	246	178	0,603
3x95+1x50	38,2	3.700	298	211	0,457
3x120+1x70	42,1	4.750	346	240	0,357
3x150+1x70	46,8	5.800	399	271	0,286
3x185+1x95	53,5	7.200	456	304	0,235
3x240+1x120	58,5	9.100	538	351	0,178
3 x 300	62,3	10.100	621	396	0,142
4 G 1,5	9,7	130	23	22	29,5
4 G 2,5	10,7	175	32	29	17,7
4 G 4	12	245	42	37	11
4 G 6	13,4	330	54	46	7,32
4 G 10	15,7	505	75	61	4,23
4 x 16	18,2	750	100	79	2,68
4 x 25	24,1	1.245	127	101	1,73
4 x 35	26,3	1.675	158	122	1,23
4 x 50	31,3	2.315	192	144	0,86
4 x 70	36,1	3.205	246	178	0,603
4 x 95	40,2	4.130	298	211	0,457
4 x 120	44,6	5.245	346	240	0,357
4 x 150	49,8	6.575	399	271	0,286
4 x 185	56,1	8.050	456	304	0,235
4 x 240	64,5	10.695	538	351	0,178
5 G 1,5	10,4	155	23	22	29,5
5 G 2,5	11,6	215	32	29	17,7
5 G 4	13,2	300	42	37	11
5 G 6	14,7	405	54	46	7,32
5 G 10	17,1	625	75	61	4,23
5 G 16	20,2	935	100	79	2,68
5 G 25	26,6	1.555	127	101	1,73
5 G 35	29,3	2.080	158	122	1,23
5 G 50	34,5	2.895	192	144	0,86
5 G 70	38,7	3.930	246	178	0,603
5 G 95	44,6	5.190	298	211	0,457
5 G 120	49,7	6.560	346	240	0,357
5 G 150	55,6	8.145	399	271	0,286
5 G 185	62,5	9.975	456	304	0,235
5 G 240	71,8	13.210	538	351	0,178

Intensidades máximas admisibles según IEC 60364-5-52.

Para otras condiciones de instalación, consultar factores de corrección en el anexo de este catálogo. Consulte más datos técnicos en la especificación particular del cable y en la Declaración de Prestaciones (DoP). Top Cable se reserva el derecho de llevar a cabo cualquier modificación de esta ficha técnica sin previo aviso.

Para más información: ventas@topcable.com

01

Fusibles y bases

1.1 Fusibles

1.2 Bases portafusibles



Fusibles de cuchillas NH "Dyfus AC" Clase gG

- Alto poder de ruptura.
- 500 V.
- Construidos segun normas:
UNE EN 60.269-1, 2.1; NI 76.01.01 (Iberdrola); RU 6303 B; GE NNL 011 (Grupo Endesa); CEI 269; U.E.F.E. 1.3.42.01 A (Unión Fenosa).

Artículo	P.V.P./ud	Código	Tensión (V)	Poder de corte (kA)	Embalaje
AC-00 de 6 A	7,92	0102427	500	120	3
AC-00 de 10 A	7,92	0102022	500	120	3
AC-00 de 16 A	7,92	0102026	500	120	3
AC-00 de 20 A	7,92	0102028	500	120	3
AC-00 de 25 A	7,92	0102030	500	120	3
AC-00 de 32 A	7,92	0102032	500	120	3
AC-00 de 40 A	7,92	0102034	500	120	3
AC-00 de 50 A	7,92	0102036	500	120	3
AC-00 de 63 A	7,92	0102038	500	120	3
AC-00 de 80 A	7,92	0102040	500	120	3
AC-00 de 100 A	7,92	0102042	500	120	3
AC-00 de 125 A	8,91	0102044	500	120	3
AC-00 de 160 A	8,91	0102046	500	120	3
AC-0 de 32 A	9,68	0102060	500	120	3
AC-0 de 40 A	9,68	0102062	500	120	3
AC-0 de 50 A	9,68	0102064	500	120	3
AC-0 de 63 A	9,68	0102066	500	120	3
AC-0 de 80 A	9,68	0102068	500	120	3
AC-0 de 100 A	9,68	0102070	500	120	3
AC-0 de 125 A	9,68	0102072	500	120	3
AC-0 de 160 A	9,68	0102074	500	120	3
AC-1 de 50 A	14,81	0102087	500	120	3
AC-1 de 63 A	14,81	0102088	500	120	3
AC-1 de 80 A	14,81	0102090	500	120	3
AC-1 de 100 A	14,81	0102092	500	120	3
AC-1 de 125 A	14,81	0102094	500	120	3
AC-1 de 160 A	15,70	0102096	500	120	3
AC-1 de 200 A	15,70	0102098	500	120	3
AC-1 de 250 A	15,70	0102100	500	120	3
AC-2 de 125 A	21,41	0102118	500	120	3
AC-2 de 160 A	21,41	0102120	500	120	3
AC-2 de 200 A	21,41	0102122	500	120	3
AC-2 de 250 A	22,30	0102124	500	120	3
AC-2 de 315 A	22,30	0102126	500	120	3
AC-2 de 355 A	22,30	0102128	500	120	3
AC-2 de 400 A	22,30	0102130	500	120	3
AC-3 de 250 A	33,72	0102146	500	120	3
AC-3 de 315 A	33,72	0102148	500	120	3
AC-3 de 355 A	33,72	0102149	500	120	3
AC-3 de 400 A	33,72	0102150	500	120	3
AC-3 de 500 A	35,12	0102152	500	120	3
AC-3 de 630 A	37,27	0102154	500	120	3
AC-4 de 500 A	216,08	0102168	500	120	3
AC-4 de 630 A	216,08	0102170	500	120	1
AC-4 de 800 A	216,08	0102172	500	120	1
AC-4 de 1000 A	216,08	0102174	500	120	1
AC-4 de 1250* A	216,08	0102176	500	120	1

* Sobrecalibrados



Transformadores de MT/BT para
Soluciones de la Red de Distribución

transforma

Transformadores de distribución

Hasta 36 kV y hasta 5 MVA

Normas IEC



Reliable innovation. Personal solutions.

www.ormazabal.com

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
Prólogo	1
Su red eléctrica	2
Su negocio y aplicaciones DNS	2
Nuestro mapa de productos (SSS y DNS)	3
CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES	4
Seguridad	4
Fiabilidad	6
Eficacia	6
Sostenibilidad	7
Innovación continua	7
DETALLES TÉCNICOS	8
Familia	8
Datos técnicos	9
Estructura constructiva	9
Líquidos dieléctricos	10
CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO	12
Equipamiento	12
Conexión Baja Tensión	13
Conexión Media Tensión	13
TIPOS DE TRANSFORMADORES	14
Convencional 	14
Convencional _IEC	18
No convencional	32
MANIPULACIÓN, INSTALACIÓN Y POSVENTA	34
Manipulación	34
Interior	34
Exterior	35
Puesta en servicio y Posventa	35
Reciclaje y fin de la vida útil	35

La calidad de los productos diseñados, fabricados e instalados, está apoyada en la implantación y certificación de un sistema de gestión de la calidad, basado en la norma internacional ISO 9001:2008.

Nuestro compromiso con el entorno, se reafirma con la implantación y certificación de un sistema de gestión medioambiental de acuerdo a la norma internacional ISO 14001. Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.

Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de **Ormazabal**.

Introducción

Prólogo

La incorporación en el año 2001 de **Cotradis**, fabricante de transformadores de distribución, a **Ormazabal**, constituye un hito estratégico para nosotros.

La transferencia de conocimiento alcanzada entre sus equipos técnicos, refuerza notablemente la aportación de valor para nuestros clientes.

La creciente demanda de energía, la mayor exigencia de calidad de su suministro y la prioridad en la reducción de consumo de recursos naturales, precisan la utilización de equipos que respondan con unos altos niveles de **fiabilidad, seguridad y eficiencia energética**.

La **orientación** hacia las **necesidades** del cliente y el dominio de nuevas tecnologías nos permite ofrecer productos de acuerdo a estas exigencias.

Nuestra especialización en Media Tensión queda avalada por la homologación de nuestros transformadores en las principales compañías eléctricas europeas.

Fabricamos una **completa gama** de transformadores de distribución sumergidos en dieléctrico líquido, conforme a todos los requisitos de la normativa internacional vigente, con un rango de potencias desde 25 kVA hasta 5000 kVA y niveles de aislamiento de hasta 36 kV. Asimismo, nuestro porfolio incluye transformadores especiales de hasta 72,5 kV y 10 MVA.

Además, la estrecha colaboración con nuestros clientes, nos posibilita desarrollar transformadores de acuerdo a sus normas y especificaciones particulares.

En la actualidad más de 170.000 **transforma** de **Ormazabal** están instalados en redes de distribución eléctrica, industria, parques eólicos y plantas fotovoltaicas de mas de 20 países.

Ormazabal es el proveedor líder de soluciones personalizadas para compañías eléctricas, usuarios finales de energía, así como para aplicaciones de sistemas de energías renovables basadas en nuestra propia tecnología.

Fomentamos el **desarrollo del sector eléctrico** con respecto a los retos de las necesidades futuras de energía. Colaboramos con las principales compañías locales, regionales y globales del sector eléctrico como parte de nuestro firme compromiso con la innovación en el ámbito de la **seguridad de las personas, la fiabilidad de las redes, la eficiencia energética y la sostenibilidad**.

Nuestro equipo de profesionales altamente cualificado y entusiasmado por la innovación, lleva desarrollando productos propios y soluciones a lo largo de una historia consolidada que suma más de un siglo, estableciendo siempre una estrecha relación con nuestros clientes orientada a la consecución de beneficios mutuos a largo plazo.

Velatia es un grupo familiar, industrial, tecnológico, global y referente que desarrolla su actividad en el entorno de las redes eléctricas, la electrónica y las redes de comunicación, así como en sectores de consultoría, seguridad y componentes para aeronáutica, donde se valora la seguridad, la eficiencia y la fiabilidad.

Nuestra orientación al cliente nos ha llevado a desarrollar una importante red de fábricas en España, Francia, Alemania, Polonia, Brasil, México y China que ayudan a atender necesidades de nuestros clientes en más de 50 países.

Las soluciones de las empresas que componen **Velatia** buscan hacer del mundo un lugar más conectado, más sostenible, más inteligente, mejor comunicado, más seguro, más humano.



Planta fotovoltaica Kalkbukt (Republica de Sudáfrica)



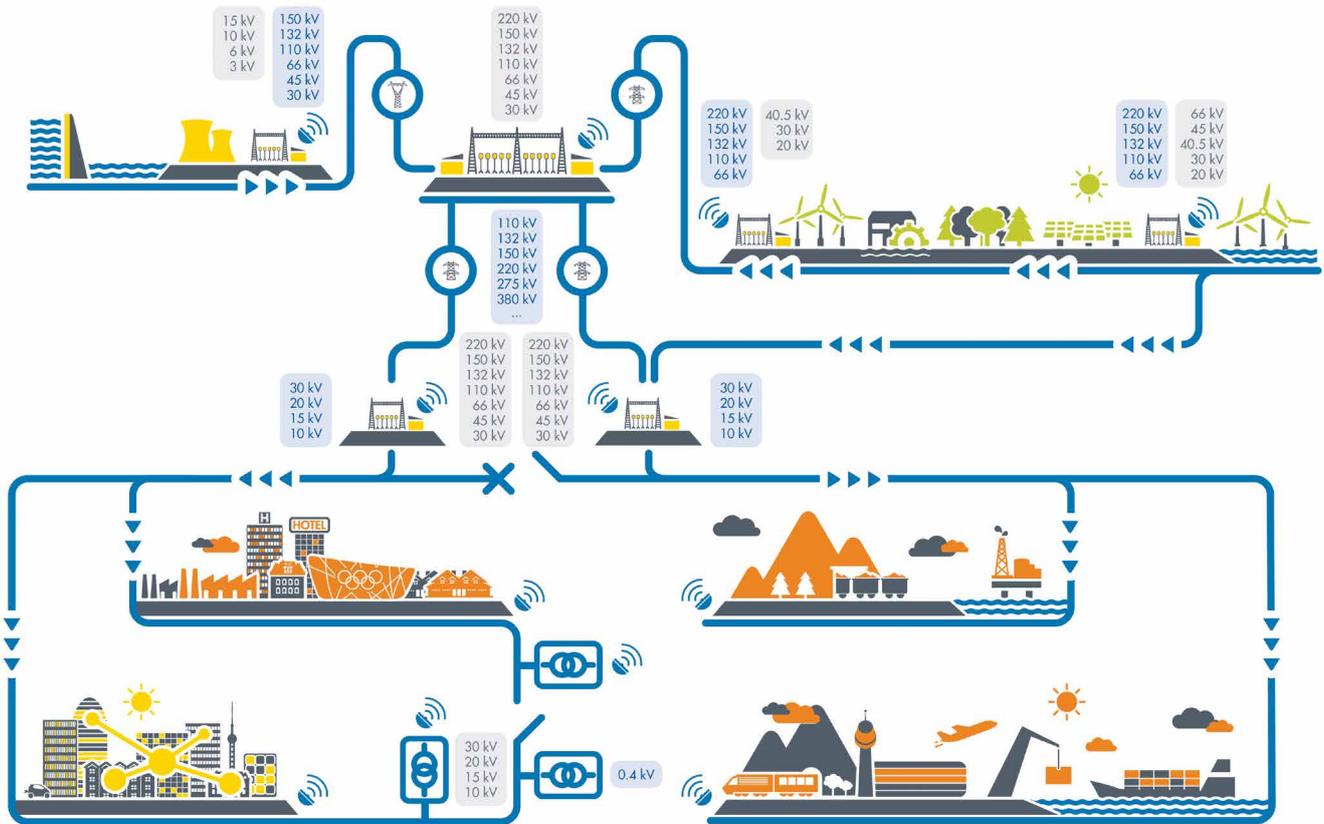
Estadio del Athletic de Bilbao (Bilbao, España)



Distribución pública Compañía eléctrica EDF (Francia)

Su red eléctrica

“Su socio de confianza para redes eléctricas fiables e inteligentes”



Su negocio y aplicaciones DNS

La estrecha relación con nuestros clientes y el profundo conocimiento del negocio eléctrico constituyen las claves para el éxito y nos permiten ofrecer soluciones de la red de distribución (DNS) basadas en productos y servicios de alto valor añadido adaptados a las necesidades de las compañías eléctricas, usuarios finales de energía eléctrica y energías renovables.



RES

Eólico
Solar

Almacenamiento

Energías renovables programables



DISTRIBUCIÓN
PÚBLICA



USUARIOS FINALES

Infraestructuras
Industrial
Terciario
Vehículo eléctrico



Nuestro mapa de productos (SSS y DNS)

Estamos convencidos de que la **excelencia** no solo radica en la oferta de **productos y servicios eficaces** sino también en la capacidad para responder a los **requisitos y demandas individuales**.

Proporcionamos a nuestros clientes proyectos personalizados para la gestión eficaz de la energía mediante **equipos y soluciones de distribución primaria y secundaria**.

Nuestras líneas de negocio

SSS

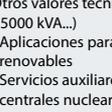
SSS: Soluciones de subestación para distribución primaria

DNS

DNS: Soluciones para la red de distribución secundaria

Nuestros productos para su línea de negocio

SSS	Aparata de MT de aislamiento gas				transforma Transformadores de potencia	
	cpg.1	cpg.0	gae1250kmax	cgm.800	transforma.power	transforma.earth
						
Protección y automatización				Subestaciones prefabricadas de maniobra interior		
ekor.rpa / ekor.rps				orkacontainer		pfu
						

DNS	Aparata de MT de aislamiento gas					Soluciones para redes inteligentes: Aparata + unidades de familia ekorsys				
	cgmcosmos		ga / gae	cgm.3	cgm.800	Protección	Automatización y control	Soluciones avanzadas en armario de control	Nodo inteligente de gestión de energía	Otras funciones
	[IEC-ANSI/IEEE]	[HN]								
										
	transforma Transformadores de distribución								Cuadros de BT	
	Convencional		No convencional			Gama extendida		cbt	cbto	
	[IEC-ST]	[ENA Tech Spec - 35-1]	transforma.smart	transforma.tpc	transforma.pad	Otros valores técnicos (>36 kV, >5000 kVA...) - Aplicaciones para energías renovables - Servicios auxiliares en centrales nucleares - Otras soluciones bajo consulta				
										
	neur@n Centros de transformación prefabricados: IEC 62271-202								CEADS: IEC 62271-212	
	Hormigón						Metálico		Agrupado	
Subterráneo	Maniobra interior	Kiosco	Kiosco compacto	Kiosco rural	Kiosco rural	Kiosco	Exterior	Agrupado		
[IEC]	[HN]	[IEC]	[IEC]	[IEC]	[HN]	[IEC/HN]	[IEC]	[IEC]		
										
neur@n Envoltentes para centros de transformación						Centros de maniobra y seccionamiento				
Hormigón			Metálica			Kiosco de hormigón		Exterior metálico	Módulo de distribución de cables	
Subterráneo	Superficie y maniobra interior		Superficie y maniobra interior		[IEC]	[HN]				
										

Características principales

Seguridad

Nuestros transformadores son sometidos a los ensayos descritos en la serie de normas IEC 60076.

Para ello disponemos de laboratorios propios, equipados con aparatos y sistemas de medida modernos y precisos, certificados y calibrados de acuerdo a las directrices de la norma ISO 9001, con el fin de obtener productos con los más exigentes estándares de calidad.

Ensayos individuales o de rutina

Todos los transformadores fabricados son sometidos a los siguientes ensayos de rutina según IEC 60076-1:

- Medida de la resistencia de los arrollamientos
- Medida de la relación de transformación y verificación del acoplamiento
- Medida de la impedancia de cortocircuito y de las pérdidas debidas a la carga
- Medida de las pérdidas y la corriente en vacío
- Ensayos dieléctricos individuales:
 - Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial
 - Ensayo de tensión inducida

Ensayos de tipo

En común acuerdo con nuestro cliente, se realizan los siguientes ensayos, siguiendo la normativa internacional vigente:

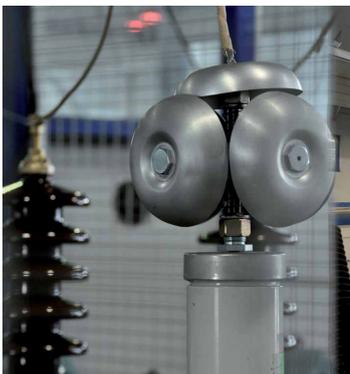
- Ensayo de calentamiento
- Ensayos de dieléctricos de tipo:
 - Ensayo impulso tipo rayo u onda de choque

Ensayo impulso tipo rayo u onda de choque

	MV				LV	
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento).						
[kV]	12	17,5	24	36	1,1	3,6
Tensión soportada asignada de Impulso tipo rayo (1,2 / 50 μs).						
[kV]	75	95	125	170	20	20

Ensayo de tensión aplicada a frecuencia industrial

	MV				LV	
Tensión más elevada del material (Nivel de Aislamiento).						
[kV]	12	17,5	24	36	1,1	3,6
Tensión aplicada a frecuencia industrial (50 Hz durante 1 minuto).						
[kV]	28	38	50	70	3	10



Ensayos especiales

Ensayos especiales por petición expresa del cliente:

- Ensayos dieléctricos especiales
- Medida de las descargas parciales
- Determinación de las capacidades devanados – tierra y entre devanados
- Medida de la impedancia homopolar (en transformadores trifásicos)
- **Ensayo** de aptitud para soportar **cortocircuitos** (IEC 60076-5), realizado en laboratorios acreditados, tanto externos como interno (**HPL**)
- Determinación del nivel de ruido (IEC 60076-10)
- Medida de los armónicos de la intensidad de vacío
- Medida de la resistencia de aislamiento y/o medición del factor de disipación (tangente delta) de las capacidades de los aislamientos

Ensayos adicionales

Ensayos sobre Aceite dieléctrico

La vida útil del transformador está en gran medida relacionada con la calidad del líquido dieléctrico.

Aseguramos los más elevados estándares de calidad a través de exigentes procesos de calificación y auditoría de producto, así como por la aplicación de las tecnologías más avanzadas en su proceso de tratamiento.

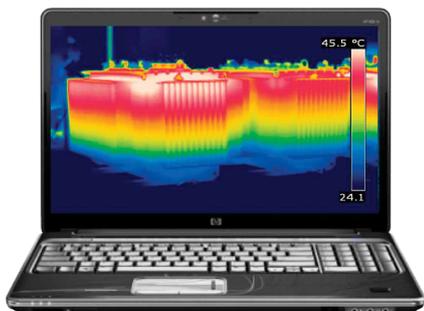
- Densidad a 20°C
- Viscosidad a 40°C
- Contenido de agua
- Tensión de ruptura
- Factor de disipación
- Tensión interfacial
- Acidez
- Punto de inflamación

Ensayos sobre cubas

- Ensayo de Fatiga EN 50464-4

Ensayos de pintura

- Medida espesor
- Ensayo adherencia
- Ensayo de dureza
- Ensayo de plegado
- Ensayo de impacto
- Ensayo de embutición
- Ensayo de niebla salina



Fiabilidad

La calidad y fiabilidad de nuestros productos quedan demostradas mediante el ensayo y la certificación de nuestros transformadores en laboratorios independientes de reconocimiento internacional.

Además, el desarrollo tecnológico y el afán innovador que nos caracteriza desde nuestros orígenes, queda reforzado al disponer de un Laboratorio Electrotécnico de Potencia (HPL) con capacidad de hasta 2500 MVA.

Se trata de unas instalaciones propias que facilitan la utilización permanente de medios de ensayo, que combinados con unos equipos humanos altamente cualificados certifican aún más nuestra independencia tecnológica.

Por otra parte, participamos en campañas de control de mercados con estamentos externos y organismos oficiales para la verificación de nuestros productos.



Eficacia

Transformador hermético de llenado integral

- Cubas herméticamente selladas:
 - No necesitan depósito de expansión
 - Cantidad menor de dieléctrico líquido que en otros tipos de transformadores
- Ausencia de contacto entre el líquido dieléctrico y agentes externos (aire, humedad, contaminación, etc.)
 - Evita la degradación de las características del dieléctrico
 - Reducción del mantenimiento
- Baja posibilidad de fugas:
 - Robustez de la cuba (altas características de los materiales)
 - Procesos de soldadura realizados por personal cualificado
 - Ensayos de estanqueidad realizados en todos los transformadores

Mínimo impacto ambiental

- Respeto al medio ambiente:
 - Uso de materiales con un alto grado de reciclabilidad
 - Racionalización en el uso de materias primas
 - Dimensiones optimizadas de los transformadores
- Óptimo consumo de materias primas:
 - Selección de materiales
 - Aprovechamiento máximo de sus características
- Bajo consumo de energía eléctrica:
 - Tecnología avanzada en diseño, fabricación y ensayo
 - Transformadores de pérdidas reducidas
 - Productos fiables y seguros
- Certificación ISO 14001

Bajo nivel de ruido

- Un óptimo diseño y montaje del núcleo ferromagnético, nos posibilita reducir drásticamente el nivel de ruido generado por el transformador

- Existen dos componentes que identifican el nivel de ruido producido por un transformador:

$$L_{wA} = L_{pA} + K_s$$

Where:

- L_{wA} : Potencia Acústica (causa)
- L_{pA} : Presión Acústica (efecto)
- K_s factor (>0) que depende del tamaño del transformador

Para definir un transformador se recomienda el uso de la Potencia Acústica L_{wA} , por ser un valor independiente del entorno, y por lo tanto, tratarse de la mejor magnitud para evaluar la emisividad acústica de un transformador.



Sin PCBs

- Nuestros transformadores están fabricados usando solamente componentes nuevos y exentos de PCBs, en estricto cumplimiento de la normativa vigente



Compatibilidad electromagnética

Nuestros transformadores son máquinas de comportamiento neutro desde el punto de vista de la compatibilidad electromagnética. Es decir, funcionan satisfactoriamente sin introducir perturbaciones electromagnéticas intolerables para equipos de su entorno, y soportan las producidas por otros dispositivos.

- Las corrientes que circulan por los conductores conectados a los transformadores, en particular las de Baja Tensión, pueden generar campos electromagnéticos significativos. El diseñador de la instalación debe asegurarse de que el tendido de estos cables se realice de modo que los campos se minimicen o, en su caso, se adopten medidas para atenuar sus efectos.

Sostenibilidad

Sostenibilidad, entendida como el mejor compromiso entre la satisfacción de las demandas sociales, el cuidado del medio ambiente y la economía.

Demandas sociales

- Seguridad de personas y bienes
- Continuidad en el servicio

Economía

- Óptimo uso de materias primas
- Mayor vida, durancia y robustez de los equipos
- Equipos adaptables a la evolución de la red
- Durabilidad de los equipos

Cuidado del medio ambiente

- Reducción del volumen del líquido dieléctrico
- Mínimas dimensiones.
- Pérdidas reducidas en el transformador
- Bajo riesgo de vertidos de los aislantes a la vía pública
- No agresión al entorno.
- Reciclabilidad

Ecodiseño

Ormazabal cumple con los requisitos de la directiva de Ecodiseño de la Comisión Europea (reglamento N° 548/2014) que define las directrices para un diseño respetuoso con el medio ambiente de los transformadores en Europa.

Este reglamento aplica a todos los transformadores comercializados o puestos en servicio desde julio de 2015 en toda la Unión Europea y no afecta a los productos exportados fuera de Europa. Cuando se suministran estos equipos dentro de la UE, llevarán el marcaje CE como prueba de cumplimiento con las directivas de la Unión Europea.

Los transformadores de distribución y potencia de **Ormazabal** se desarrollan para contribuir al compromiso de esta directiva, es decir, para mejorar la eficiencia energética y el comportamiento medioambiental.

Innovación continua

La apuesta por la **innovación** nos sitúa a la vanguardia tecnológica de Europa, que da como resultado unos productos acreditados en laboratorios de reconocimiento internacional, que satisfacen los **requisitos internacionales más exigentes**.

Recientemente hemos extendido nuestra gama de producto hasta potencias de 5 MVA y también hemos desarrollado nuevos transformadores para diferentes aplicaciones: **transforma.fine** para generación eólica, transformadores con regulador de tomas, transformadores para puertos verdes, etc, así como transformadores con una gran variedad de menores pérdidas.



Detalles técnicos

Familia

transforma Transformadores de distribución	Convencional	No convencional		
		transforma.tpc	transforma.fine	Gama extendida de soluciones
U _r (max.)	24 kV / 36 kV	24 kV / 36 kV	36 kV	<ul style="list-style-type: none"> - Otros valores técnicos (>36 kV, >5000 kVA...) - OLTC (Regulación de tomas en carga) - Generadores en contenedor - Aplicaciones fotovoltaicas - Servicios auxiliares en centrales nucleares - Puertos verdes - Prestaciones extendidas
Normas	IEC-HN	HN	IEC	
Potencia (max.)	25 - 5000 kVA	50 - 630 kVA	5 MVA	
Pérdidas	A ₀ B _k /A ₀ C _k /D ₀ C _k /C ₀ C _k /C ₀ B _k /E ₀ D _k / B ₀₃₆ B _{k36} /A ₀₃₆ A _{k36}	Consultar disponibilidad	Consultar disponibilidad	
Aceite	Transformadores herméticos de llenado integral sumergidos en dieléctrico líquido 	Transformador autoprotegido 	Transformadores de dimensiones reducidas de gran resistencia a altas temperaturas 	
Líquido dieléctrico biodegradable	>> organic Transformador con líquido dieléctrico natural biodegradable 			 (*) Otras soluciones bajo consulta

Normas eléctricas aplicables

IEC	
EN 50464	Transformadores trifásicos de distribución sumergidos en aceite 50 Hz, de 50 kVA a 2 500 kVA con tensión más elevada para el material hasta 36 kV
IEC 60076-1	Transformadores de potencia. Parte 1: Generalidades
IEC 60076-3	Transformadores de potencia. Parte 3: Niveles de aislamiento, ensayos dieléctricos y distancias de aislamiento en el aire
Directiva EU	
Reglamento N° 548/2014	Implementación de la guía Ecodiseño 2009/125/EG relativa a transformadores

Datos técnicos

- Transformadores trifásicos para instalación en interior o exterior
- Herméticos de llenado integral, sumergidos en aceite mineral de acuerdo a la norma IEC 60296
- Refrigeración ONAN
- Color azul oscuro (otros colores bajo consulta)
- Transformadores convencionales:
 - De 25 a 5000 kVA
 - Nivel de aislamiento: 24 y 36 kV

Los datos y valores mostrados corresponden a las condiciones normales de Funcionamiento referenciadas en la norma IEC 60076-1.

➔ Para otras configuraciones consultar a **Ormazabal**.



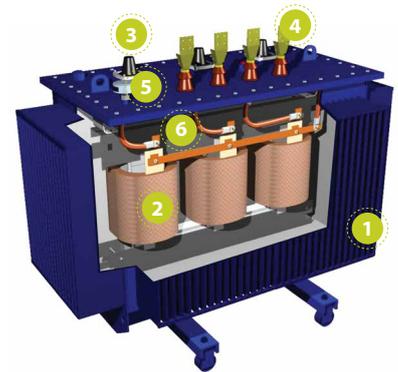
Estructura constructiva

Parte activa

es el sistema de transformación de energía, compuesto por el núcleo ferromagnético, los arrollamientos y las conexiones de Media Tensión y de Baja Tensión.

Envolvente y dielectrico

La envolvente metálica del transformador y el dieléctrico líquido aportan el aislamiento y la refrigeración necesarios.



- 1 Cuba y líquido dieléctrico
- 2 Arrollamientos de MT y BT
- 3 Pasatapas enchufables de MT
- 4 Terminales BT
- 5 Vaina para termómetro
- 6 Núcleo ferromagnético

Arrollamientos	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Arrollamientos concéntricos • Aislamiento entre capas: Celulosa con resina epoxi que compacta las bobinas, una vez curada • Fabricación de las bobinas con técnicas y maquinaria de última generación • Conocimiento experto de la refrigeración de bobinas • Cuidada ejecución de las bobinas y los canales de refrigeración • Utilización de materiales celulósicos de calidad contrastada • Manipulación y almacenaje óptimo para mantener las propiedades de los aislamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimización del comportamiento frente a esfuerzos de cortocircuito • Mejora de la disipación del calor de los devanados • Aislamiento asegurado
Conexiones y conmutador	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Terminales de MT y BT • Conmutador de regulación, maniobrable sin tensión 	<ul style="list-style-type: none"> • Conexión del transformador con el exterior • Permite ajustar la tensión del secundario de forma precisa
Envolvente y dieléctrico	Beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Envolvente metálica, tipo elástica, con aletas de refrigeración • Cuba de llenado integral, herméticamente sellada • Sumergido en dieléctrico líquido • Tratamiento superficial y Pintura 	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de la superficie de disipación de calor • Absorción de variaciones en volumen del dieléctrico líquido originados por los cambios de temperatura en el mismo • Protección mecánica y eléctrica • No degradación del dieléctrico líquido al no estar en contacto con el aire • Mantenimiento reducido • Reducción de tamaño • Sin depósito de expansión o desecador • Menor peso • Apantallamiento de campos electromagnéticos • Reducción del nivel de ruido • Mejora del comportamiento frente a sobrecargas y armónicos • Protección contra corrosión, agentes atmosféricos, insolación e impactos

Líquidos dieléctricos

- Aceite mineral aislante no inhibido según norma IEC 60296
- **Bioelectra®**: Éster natural biodegradable para aplicación en transformadores **organic**. Clase K con punto de combustión superior a 300 °C
- Silicona líquida dieléctrica según norma IEC 60836, Clase K con punto de combustión superior a 300 °C
- Ester sintético bidegradable para aplicación en transformadores eléctricos según norma IEC 61099

Transformadores **organic**

Ormazabal ofrece dentro de su gama de transformadores herméticos de llenado integral los transformadores **organic**, que se caracterizan por utilizar como **dieléctrico** líquido un **éster natural biodegradable**.

Este éster natural Bioelectra® es un fluido refrigerante dieléctrico obtenido a partir de aceites vegetales y formulado sin aditivos antioxidantes.

Su excelente capacidad antioxidante se basa en su especial composición y en un proceso de refinado específico que le permite conservar los antioxidantes naturales.

Características del éster natural

- **Excelentes propiedades dieléctricas:**
Presenta un punto de saturación de agua elevado, lo que le permite mantener altos valores de rigidez dieléctrica con un alto contenido en agua
- **Elevada resistencia al fuego:**
Altos puntos de inflamación (>300 °C) y combustión (>350 °C), muy superiores a los de los aceites minerales
Está catalogado como líquido clase K ($T_{\text{combustión}}^a > 300 \text{ °C}$) según la norma IEC 61100
Mejor comportamiento frente al fuego que los transformadores de aceite mineral
- Elevada **biodegradabilidad** en suelos y aguas debido a su composición de origen natural
- **No es ecotóxico**
- **Larga vida útil:**
Prolonga la vida de los aislamientos celulósicos gracias a su gran capacidad para retener agua
- **Reciclable y reutilizable** al final de vida útil en otros productos medioambientalmente favorables (biodiesel)
- Las **características** eléctricas y las dimensiones del **transformador** no se ven **afectadas**



Ventajas frente a otros líquidos dieléctricos

- **Propiedades dieléctricas superiores con altos contenidos en agua:**
 - Mayor rigidez dieléctrica con contenidos elevados de agua (nivel de saturación de agua mucho mayor que en los aceites minerales)
- **Mayor nivel de seguridad:**
 - Mayores puntos de combustión y de inflamación que el resto de líquidos dieléctricos
 - Producto no tóxico
 - Reciclable y reutilizable al final de la vida útil
- **Aumentan la vida útil del transformador:**
 - Incrementa la vida útil de los aislamientos celulósicos al presentar un elevado punto de saturación de agua
 - Menor generación de gases durante el estrés eléctrico al que se somete en servicio
 - Los ensayos de oxidación severa demuestran que los ácidos generados en el éster natural no disminuyen su rigidez dieléctrica ni afectan negativamente al cobre

Ventajas frente a otros tipos de transformador

Respecto a transformadores secos:

Cualquier transformador con dieléctrico líquido presenta las siguientes ventajas frente a los transformadores secos:

- **Mejor nivel de pérdidas:**

Los transformadores secos tienen unas pérdidas en vacío y en carga sustancialmente superiores a las de los transformadores en líquido dieléctrico

(Esta diferencia puede aumentar las pérdidas anuales de explotación más de un 50%)
- **Menor ruido:**

Los transformadores secos emiten un nivel de ruido muy superior a los transformadores en líquido dieléctrico (entre 10 y 15 dB de potencia acústica de diferencia)
- **Sobrecargabilidad**
- **Mayor esperanza de vida**
- **Mayor robustez** frente a vibraciones, condiciones ambientales y fenómenos transitorios de la red eléctrica
- **Menor espacio requerido**, al no ser necesario dejar un perímetro de seguridad alrededor

Además, al ser un transformador organic se distingue por:

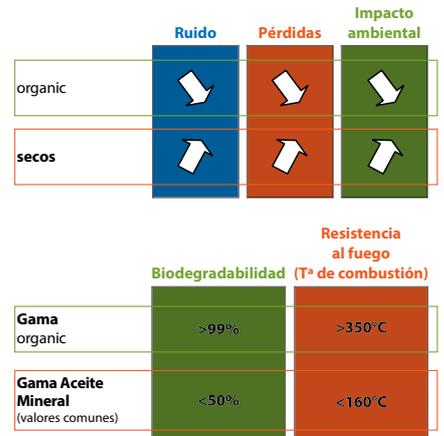
- **Semejantes niveles de seguridad** frente al fuego
- **Menor impacto ambiental** al final de su vida útil en su proceso de reciclado
- **Alternativa para su instalación en zonas naturales**

Respecto a transformadores con silicona:

- **Mayor biodegradabilidad**
- **Toxicidad nula** frente a organismos acuáticos
- **Menor impacto ambiental** al final de su vida útil (reciclabilidad y reutilización del líquido dieléctrico)

Respecto a transformadores con aceite mineral:

- **Mayor biodegradabilidad**
- **Mejor comportamiento** frente al fuego
- **Menor impacto ambiental** al final de su vida útil (reciclabilidad y reutilización del líquido dieléctrico)



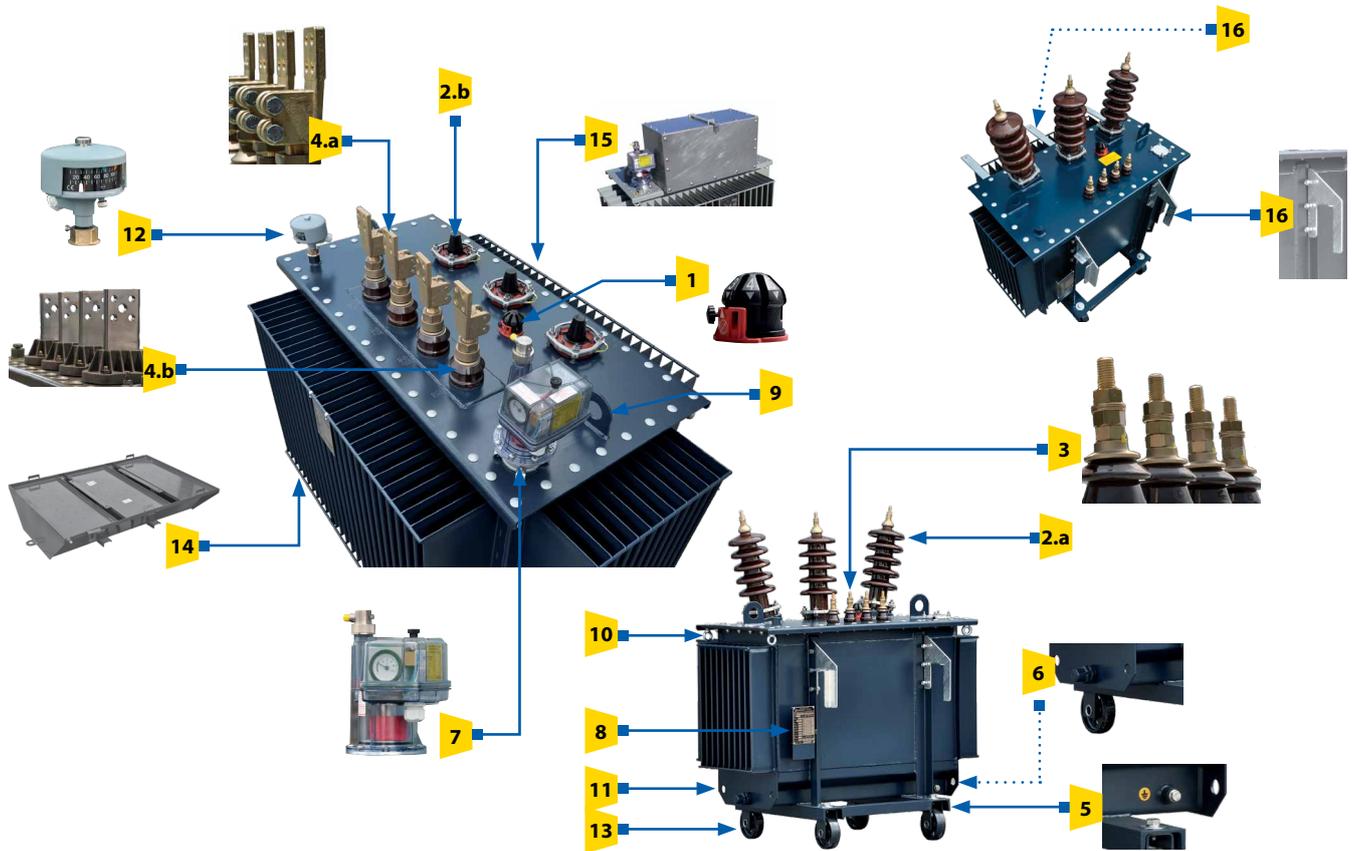
Éster natural vs otros dieléctricos

	Aceites minerales	Hidrocarburos de alto peso molecular	Aceites de silicona	Ésteres sintéticos	Ésteres naturales
Punto de combustión	160 °C	312 °C	340 °C	322 °C	360 °C
Biodegradabilidad	baja	baja	nula	alta	muy alta

Características de diseño

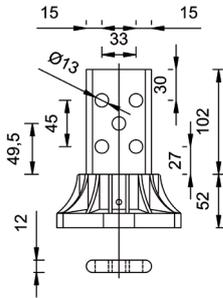
Equipamiento

Transformadores convencionales



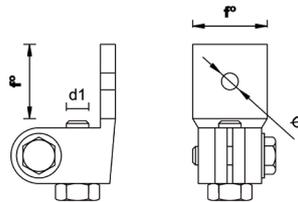
		Estándar	Opcional
1	Conmutador de regulación (maniobrable sin tensión)	IEC 60214	•
2.a	Pasatapas MT de porcelana	EN 50180	•
2.b	Pasatapas MT enchufables		•
3	Pasatapas BT de porcelana	EN 50386	•
4.a	Terminales planos de conexión BT (≥ 630 kVA)		•
4.b	Pasabarras unipolar BT	EN 50180	•
5	Terminales de tierra en la cuba	EN 50216-4	•
6	Dispositivo de vaciado y toma de muestras.	EN 50216-4	•
7	Dispositivo de llenado	EN 50464-1	•
	Relé de protección integral	EN 50216-3	•
	Funciones: Control de presión interna de la cuba, control de temperatura del líquido dieléctrico, control de nivel de aceite y detección de gases		
8	Placa de características	EN 50464-1	•
9	2 Cánamos de elevación	EN 50464-1	•
10	4 Cánamos de arriostamiento	EN 50464-1	•
11	4 Dispositivos de arrastre	EN 50464-1	•
12	Dispositivo para alojamiento de termómetro	EN-50216-4	•
	Termómetro: mide la temperatura de la capa superior del líquido aislante		
	Disponibles con 2 contactos (alarma y disparo) y aguja de máxima		
13	Ruedas (≥ 250 kVA)	EN-50216-4	•
14	Dispositivo de recogida del dieléctrico líquido		•
15	Cajón cubrebomas		•
16	Ganchos y soporte para autoválvulas (aplicación para poste hasta 160 kVA)		•

Pasabarras Unipolar BT (opcional)

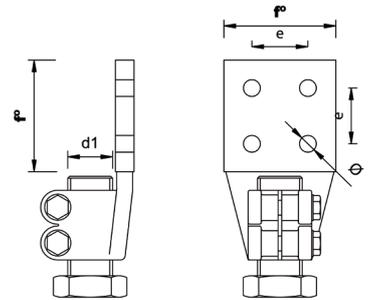


LV connection Flags

Métrica M12



Métrica: de M20 hasta M55



Conexión Baja Tensión

Pasatapas BT de porcelana para 420V - B2*

Potencia	[kVA]	25	40	50	63	100	160	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Intensidad nominal	[A]	250	250	250	250	250	250	630	630	1000	1000	1600	1600	2000	3150	3150	4000
Dimensión - Métrica d1		M12	M12	M12	M12	M12	M12	M20	M20	M30	M30	M42	M42	M42	M48	M48	M55
Material			Latón	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre										

Piezas de conexión - palas BT

Métrica	M12	M12	M12	M12	M12	M12	M20	M20	M30	M30	M42	M42	M42	M48	M48	M55
e [mm]	-	-	-	-	-	-	32	32	32	32	40	40	40	40	40	70
f0 [mm]	40	40	40	40	40	40	60	60	60	60	100	100	100	120	120	150
Ø [mm]	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	18

Pasabarras unipolar BT de instalación interior (opcional)

Potencia	[kVA]	25	40	50	63	100	160	250	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Intensidad nominal	[A]	-	-	-	-	-	-	1600	1600	1600	1600	1600	1600	-	-	-	-
Material		-	-	-	-	-	-	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	Cobre	-	-	-	-

➔ (*) Para otras tensiones secundarias y valores técnicos superiores a 2500 kVA, consultar a **Ormazabal**.

Conexión Media Tensión

Conectores para pasatapas enchufables MT (no suministrados con el transformador)

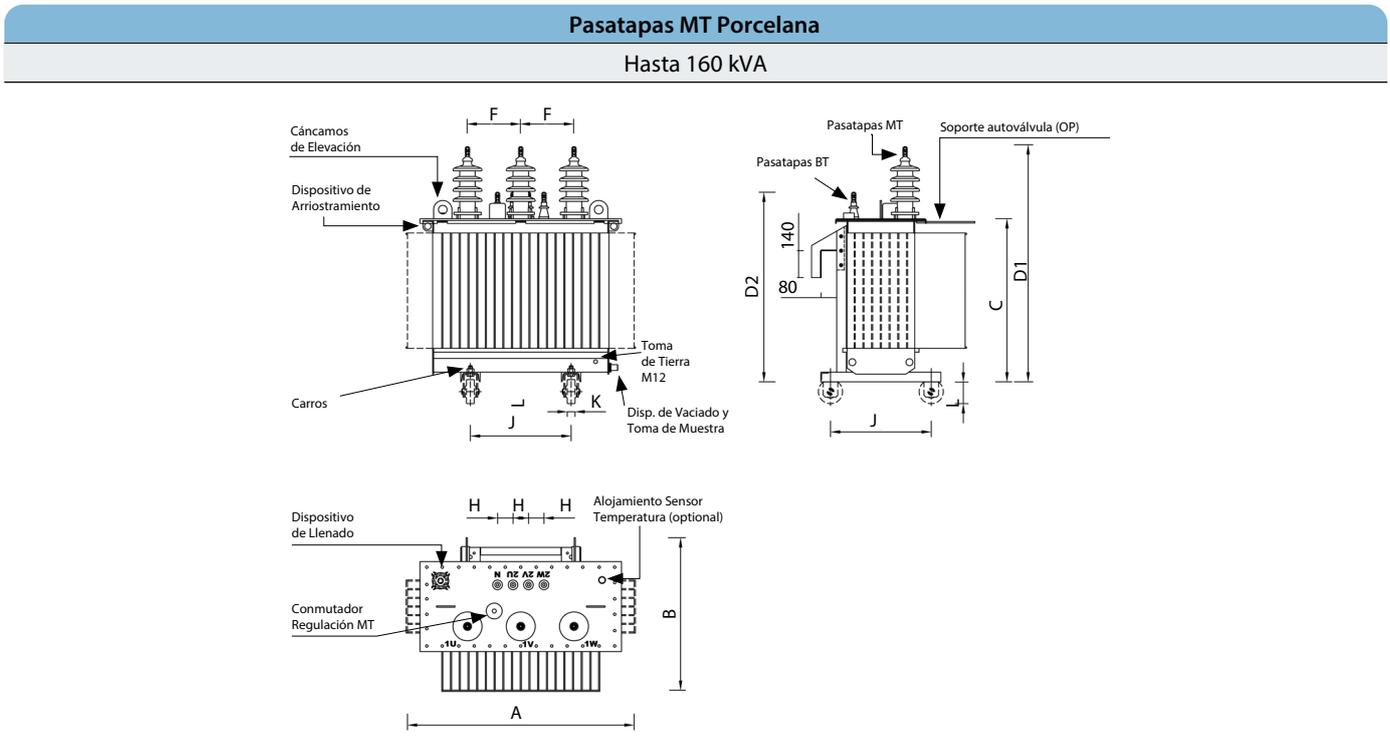
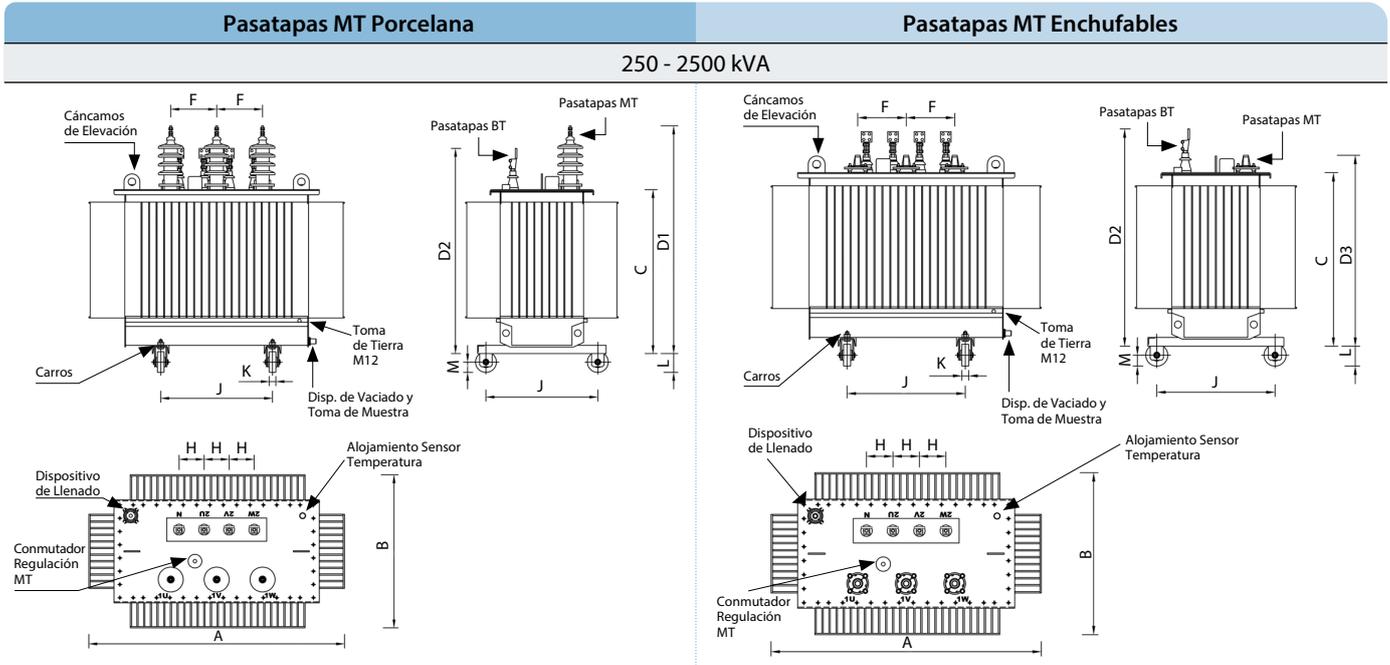
Aislamiento	[kV]	24	36
		Conector acodado tipo A (250 A) Ref. EUROMOLD K-158LR	Conector acodado tipo B (400 A) Ref. EUROMOLD M-400LR
		Conector recto tipo A (250 A) Ref. EUROMOLD K-152SR	-

Tipos de transformadores

Convencional

Transformadores diseñados de acuerdo a los requisitos de la directiva Ecodiseño de la Comisión Europea (Nº 548/2014) válidos para los mercados de la Unión Europea y el resto del mundo donde se acepten.

Características 24 kV: A₀ B_K



Convencional

Características 24 kV: A₀ B_K

Características eléctricas		24 kV A ₀ B _K												
Potencia asignada [kVA]		50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500*	
Tensión asignada (Ur)	Primaria [kV]	< 24												
	Secundaria en vacío [V]	420												
Grupo de Conexión		Dyn11												
Pérdidas en Vacío - P ₀ [W]	Lista A ₀	90	145	210	300	430	600	650	770	950	1200	1450	1750	
Pérdidas en Carga - P _k [W]	Lista B _k	875	1475	2000	2750	3850	5400	7000	9000	11000	14000	18000	22000	
Impedancia de Cortocircuito (%) a 75°C		4						6						
Nivel de Potencia Acústica LwA [dB]	Lista A ₀	39	41	44	47	50	52	53	55	56	58	60	60	
Caída de tensión a plena carga (%)	cosφ=1	1,81	1,54	1,32	1,17	1,04	0,93	1,05	1,08	1,06	1,05	1,08	1,06	
	cosφ=0,8	3,57	3,43	3,31	3,22	3,13	3,06	4,35	4,37	4,35	4,35	4,37	4,35	
Rendimiento (%)	CARGA 100%	cosφ=1	98,11	98,41	98,64	98,79	98,94	99,06	99,05	99,03	99,05	99,06	99,04	99,06
		cosφ=0,8	97,64	98,02	98,30	98,50	98,68	98,82	98,82	98,79	98,82	98,83	98,80	98,83
	CARGA 75%	cosφ=1	98,47	98,72	98,90	99,02	99,14	99,24	99,24	99,23	99,24	99,25	99,23	99,25
		cosφ=0,8	98,10	98,40	98,63	98,78	98,93	99,05	99,05	99,04	99,06	99,06	99,04	99,07

Dimensiones [mm]		24 kV A ₀ B _K											
Arrollamientos de Aluminio													
Núcleo ferromagnético de material acero magnético de grano orientado													
Potencia asignada [kVA]		50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
A (Largo)		910	940	1046	1276	1426	1526	1706	1776	1996	1940	1960	2060
B (Ancho)		643	733	743	876	876	936	1046	1106	1256	1180	1160	1320
C (Alto a tapa)		759	767	873	932	1032	1133	1163	1163	1208	1540	1760	1810
D1 (Alto a MT con Porcelana MT)		1144	1152	1258	1317	1417	1518	1548	1548	1593	1925	2145	2195
D3 (Alto a MT Borna enchufable MT)		849	857	963	1022	1122	1223	1253	1253	1298	1630	1850	1900
D2 (Alto a BT con Palas)		919	927	1033	1166	1266	1394	1496	1496	1541	1910	2130	2240
F (Separación MT)		275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
H (Separación entre BT)		80	80	80	150	150	150	150	150	150	200	200	200
J (Distancia entre ruedas)		520	520	520	670	670	670	670	670	820	820	820	1070
K (Ancho rueda)		40	40	40	40	40	40	40	40	70	70	70	70
Ø (Diámetro rueda)		125	125	125	125	125	125	125	125	200	200	200	200
L (Rueda)		110	110	110	110	110	110	110	110	165	165	165	165
Distancia entre ganchos para poste		530	530	530	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peso núcleo magnético (kg)		230	360	480	530	700	1000	1070	1350	1650	1850	1950	2200
Peso conductores (kg)		70	90	150	200	250	330	440	500	550	550	580	600
Peso aceite (kg)		117	126	181	255	320	375	486	495	588	833	1012	1173
Volumen Aceite (Litros)		138	148	213	300	377	441	572	582	692	980	1190	1380
Peso total (Kg)		486	572	753	1075	1389	1817	2233	2342	2826	4120	4970	5830

Otras dimensiones bajo pedido.

(*) Por favor, contacte con **Ormazabal** para valores técnicos superiores a 2500 KVA o para otros modelos con características técnicas específicas.



Centros de Transformación MT/BT
para Soluciones de Redes de Distribución

pfu

Envolvente de hormigón para
Centros de Transformación

Hasta 40.5 kV, 1000 kVA

Normas IEC

Reliable innovation. Personal solutions.

Prólogo

Tras décadas de producción de diferentes tipos de centros de transformación, en 1991 **Ormazabal** desarrolló el **pfu**, su primera envolvente monobloque de hormigón para centros de transformación.

Desde entonces el **pfu** ha evolucionado hacia una gama más amplia con configuraciones flexibles para diferentes esquemas de distribución de MT y con una gran variedad de acabados superficiales

Los edificios **pfu** consisten en una envolvente monobloque industrializada para **Centros de Transformación Ormazabal** de superficie y maniobra interior hasta 40,5 kV.

El **pfu** se usa en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) para compañía eléctrica (generación convencional, distribución pública, Smart grids...), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables (parques eólicos y plantas solares fotovoltaicas). En la actualidad más de 22.000 **pfus** han sido instalados en más de 15 países.

Seguridad

- » Misma superficie equipotencial en toda la estructura: pared, suelo y cubierta.
- » Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad
- » Fosos de recogida de dieléctrico líquido
- » Puerta frontal individual para cada transformador
- » Separación física opcional entre las celdas de la compañía eléctrica y las del cliente
- » Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros
- » Opcional: Ensayos de arco interno y sísmicos

Fiabilidad

- » Calidad uniforme industrializada
- » Totalmente montado y ensayado en fábrica, bajo procesos controlados
- » Instalación sencilla y rápida, optimizando tiempos y costes
- » Protección contra fuertes impactos externos

Eficiencia

- » Aparamiento instalable desde fábrica
- » Ventilación: circulación natural de aire (clase 10)
- » Entrada/salida de cables de MT y BT a través de orificios semiperforados en la base (frontal-lateral)
- » Entrada auxiliar de acometida de BT en fachada

Sostenibilidad

- » Larga vida útil frente a condiciones ambientales agresivas
- » Reducción en consumo de energía y emisiones durante la fabricación
- » Investigación en las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón

Innovación continua

- » Ensayos y modelización de ventilación optimizada con transformadores Ormazabal.
- » Gran capacidad de integración estética en el entorno
- » Soluciones prefabricadas disponibles según EN 62271-202
- » Compatible con el resto de la amplia gama de centros **Ormazabal**

Datos técnicos

Centros de transformación Ormazabal en envolventes **pfu**:

- » Envolvente monobloque **pfu** (base y paredes) más cubierta amovible
- » Aparamiento de MT con aislamiento integral en gas: Sistema **cgmcosmos** (hasta 24 kV) y sistema **cgm.3** (hasta 40,5 kV)
- » Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 40,5 kV y 1000 kVA⁽¹⁾ de potencia unitaria
- » Aparamiento de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro
- » Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**
- » Interconexiones directas por cable MT y BT
- » Circuito de puesta a tierra
- » Circuito de alumbrado y servicios auxiliares

⁽¹⁾ Para otros valores, por favor, consultar a **Ormazabal**

Configuraciones eléctricas tipo

pfu.3	2l+ 1p + 1 transformador + 1cbt
pfu.4	3l + 1v + 1 transformador + 1cbt
pfu.5	2l + 1S + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	2l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 1r + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	1l + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2cbt
pfu.7	6l + 2p + 2 tr + 2 cbt (24 kv)
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2 cbt
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 1 tr + 1cbt

Nota: Para otras configuraciones, consultar Ormazabal

Donde:

l = Función de Línea
 p = Función de Protección con Fusibles
 v = Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío
 s = Función de Interruptor Pasante
 r = Función de remonte
 m = Función de Medida
 cbt = Cuadro de Baja Tensión
 tr = Transformador

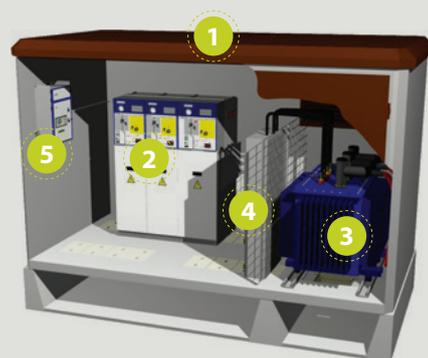
Dimensiones exteriores y pesos

		pfu.3	pfu.4	pfu.5	pfu.7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura visible	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

(*)Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA

Opcional: Cubierta sobreelevada para 36-40,5 kV (Altura estándar +195 mm), no aplicable a **pfu.7**
 Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36-40,5 kV) x 2100 mm
 Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm

Diseño



- 1 Envolvente **pfu**
- 2 Aparamiento de MT:
- 2a **cgmcosmos** hasta 24 kV
- 2b **cgm.3** hasta 40.5 kV
- 3 Transformador(es): Hasta 2 x1000 kVA
- 4 Cuadro de baja tensión
- 5 Unidades de protección, control y medida

Familia

pfu.3



pfu.4



pfu.5



pfu.7



3.3

GRAPAS DE COMPRESIÓN Y AMARRE

COMPRESSION DEAD ENDS & STRAIN CLAMPS

MANCHONS D'ANCRAGE ET MANCHONS D'ANCRAGE À ETRIERS

Grapas de estribos	
Strain clamps	PAG. 96
Pinces d'ancrage à étriers	

Grapas de compresión	
Compression dead ends	PAG. 97
Manchons d'ancrage	

Empalmes de compresión	
Mid span joints	PAG. 115
Manchons de jonction	

GRAPAS DE AMARRE DE ESTRIBOS

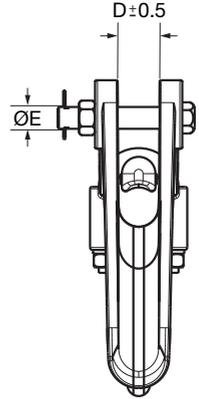
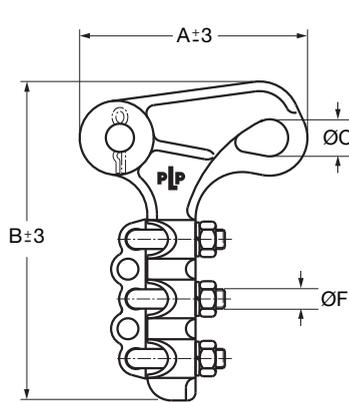
STRAIN CLAMPS/PINCES D'ANCRAGE À ETRIERS



Se emplean para amarrar los conductores ACSR, AAAC, AAC y ACAR a la cadena.

These clamps are used to attach the conductor (types ACSR, AAAC, AAC and ACAR) in tension string.

Employées pour accrocher les conducteurs type ACSR, AAAC, AAC et ACAR dans des chaînes d'ancrage.



96

03

3.3

GRAPAS DE SUSPENSIÓN Y AMARRE
SUSPENSION & TENSION CLAMPS/PINCES DE SUSPENSION ET MANCHONS D'ANCRAGE

CÓDIGO PART N. CODE	REF. REF. RÉF.	GAMA CONDOC. CONDOC. RANGE GAMME CONDOC. (mm)	A	B	C	D	ØE	ESTRIBOS U BOLTS ETRIERS			PESO WEIGHT POIDS	C. ROTURA B. LOAD C. RUPTURE
			(mm)					N	ØF	Nm (*)	(Kg)	(daN)
58800305	GA-1/16	6-10	108	117	18	19	M16	2	M10	30	0,43	3.500
58800315	GA-1/14	4-12	108	117	18	19	M14	2	M10	30	0,43	3.000
58800306	GA-2/16	10-16	140	198	23	18	M16	3	M12	50	1,00	6.000
58800307	GA-2/20	10-16	140	198	23	18	M20	3	M12	50	1,00	6.000
58800310	GA-3/16	16-20	210	314	25	23,5	M16	4	M12	50	1,85	8.500
58800312	GA-22	16-22,1	210	314	25	23,5	M16	4	M12	50	1,85	9.500
58800316	GA-4/T	20-31	247	436	30	34	M16	5	M14	80	3,50	13.500

(*) Par de apriete.

Excepto la GA-4/T, todas las grapas son suministradas con bulón y pasador. Si se desea con tornillo y tuerca, añadir "T" a la referencia.

(*) Torque.

All these clamps, except GA-4/T, are supplied with pin and cotter key. For bolt and nut just add "T" to the reference.

(*) Couple de serrage.

Ces pincas excepté la GA-4/T, sont fournies avec boulon et goupille. Si l'on vent avec boulon et écrou, ajouter "T" à la référence.

MATERIAL

Cuerpo y zapata: Aleación de aluminio.
Tornillería: Acero galvanizado.
Pasador: Acero inoxidable.

MATERIAL

Body & Keeper: Aluminium alloy.
Bolt: Hot dip galvanized steel.
Cotter key: Stainless steel.

MATÉRIEL

Corps et languette: Alliage d'aluminium.
Boulonnerie: Acier galvanisé à chaud.
Goupille: Acier inoxydable.

Apresa-PLP Spain suministra grapas de compresión para los conductores usados habitualmente en líneas eléctricas aéreas.

En lo sucesivo se muestran las características principales de las grapas para los siguientes tipos de conductores:

AAC:	Conductores homogéneos de aluminio.
AAAC:	Conductores de aleación de aluminio.
ACSR:	Conductores de aluminio con alma de acero.
AACSR:	Conductores de aleación de aluminio con alma de acero.
ACSR/AW:	Conductores de aleación de aluminio con alma de acero recubierto de aluminio.
ACAR:	Conductores de aluminio con alma de aleación de aluminio.

Apresa-PLP Spain supplies compression clamps for mostly installed conductors in overhead distribution and transmission lines.

Main characteristics of compression clamps for the conductors listed below are described in the following pages:

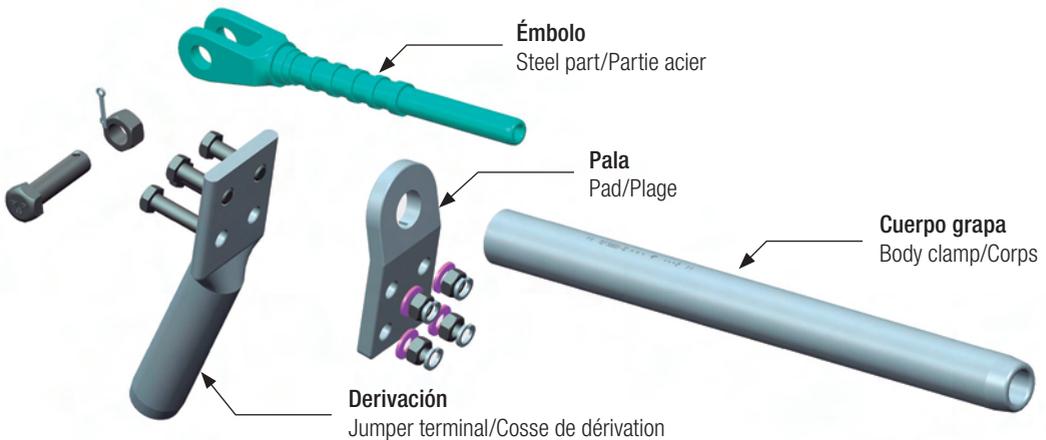
AAC:	All aluminium conductors.
AAAC:	All aluminium alloy conductors.
ACSR:	Aluminium conductors steel reinforced.
AACSR:	Aluminium alloy conductors steel reinforced.
ACSR/AW:	Aluminium alloy conductors aluminium clad steel reinforced.
ACAR:	Aluminium conductors alloy reinforced.

Apresa-PLP Spain fournit des manchons d'ancrage pour les conducteurs installés habituellement dans des lignes aériennes d'électricité.

Les caractéristiques principales des manchons sont montrées ci-après pour les conducteurs mentionnés ci-dessus:

AAC:	Conducteurs en aluminium.
AAAC:	Conducteurs en alliage d'aluminium.
ACSR:	Conducteurs d'aluminium à âme en acier.
AACSR:	Conducteurs d'alliage d'aluminium à âme en acier.
ACSR/AW:	Conducteurs d'alliage d'aluminium à âme en acier recouvert d'aluminium.
ACAR:	Conducteurs d'aluminium à âme en alliage d'aluminium.

EL ESQUEMA GLOBAL DE LAS GRAPAS DE COMPRESIÓN ES EL SIGUIENTE:
THE ASSEMBLY OF A CLAMP IS SHOWN AS FOLLOWS:
LE SCHÉMA GLOBAL DES MANCHONS EST MONTRÉ CI-DESSOUS:

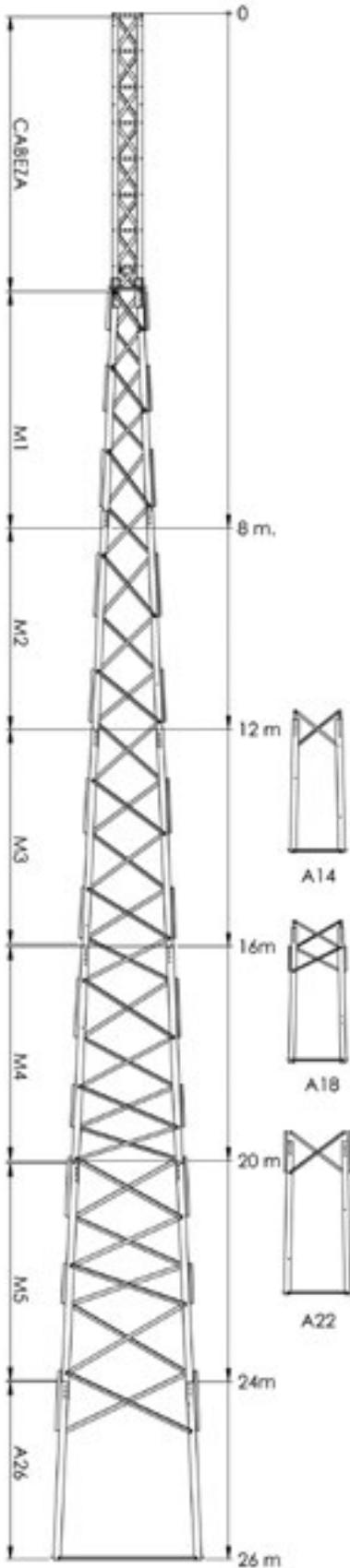


JOVIR



ELECTRIFICACIÓN | 2019

PESO Y ANCHO EN BASE DE LOS APOYOS DE CELOSÍA



Designación	Peso (Kg)	Ancho Base (mm)
C-500-10	227	726
C-500-12	272	800
C-500-14	318	883
C-500-16	361	957
C-500-18	419	1041
C-500-20	467	1115
C-500-22	534	1198
C-500-24	632	1268
C-500-26	732	1366
C-500-28	829	1428
C-500-30	927	1511
C-1000-10	265	728
C-1000-12	319	803
C-1000-14	394	885
C-1000-16	455	959
C-1000-18	542	1045
C-1000-20	602	1117
C-1000-22	687	1203
C-1000-24	777	1274
C-1000-26	880	1362
C-1000-28	1004	1436
C-1000-30	1090	1522
C-2000-10	353	720
C-2000-12	447	787
C-2000-14	528	868
C-2000-16	606	936
C-2000-18	732	1010
C-2000-20	880	1086
C-2000-22	910	1170
C-2000-24	1081	1249
C-2000-26	1211	1335
C-2000-28	1344	1403
C-2000-30	1463	1489
C-3000-10	484	717
C-3000-12	603	783
C-3000-14	743	862
C-3000-16	849	928
C-3000-18	1008	1018
C-3000-20	1225	1077
C-3000-22	1317	1160
C-3000-24	1509	1242
C-3000-26	1729	1308
C-3000-28	1928	1389
C-3000-30	2120	1471
C-4500-10	712	720
C-4500-12	878	782
C-4500-14	1076	863
C-4500-16	1246	927
C-4500-18	1537	1013
C-4500-20	1717	1075
C-4500-22	1930	1160
C-4500-24	2150	1276
C-4500-26	2369	1338
C-4500-28	2586	1376
C-4500-30	2811	1462

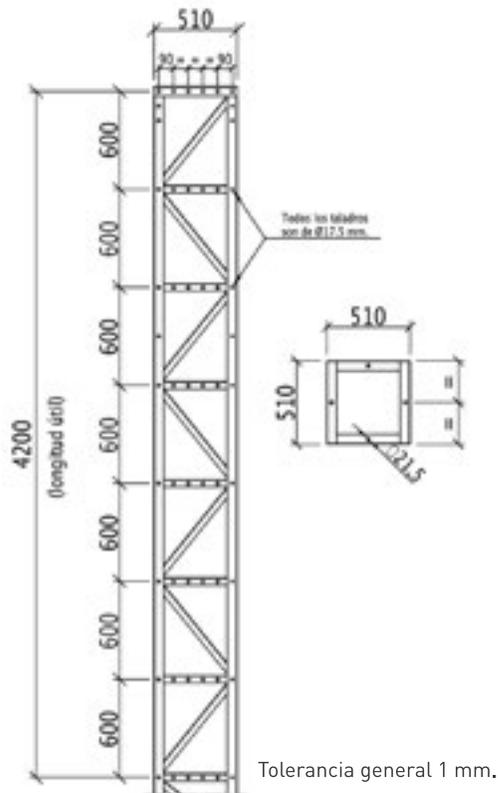
Designación	Peso (Kg)	Ancho Base (mm)
C-7000-10	1219	1017
C-7000-12	1426	1209
C-7000-14	1721	1376
C-7000-16	1911	1564
C-7000-18	2219	1736
C-7000-20	2443	1925
C-7000-22	2766	2095
C-7000-24	2974	2292
C-7000-26	3268	2455
C-9000-10	1219	1017
C-9000-12	1426	1209
C-9000-14	1721	1376
C-9000-16	1911	1564
C-9000-18	2219	1736
C-9000-20	2443	1925
C-9000-22	2766	2095
C-9000-24	2974	2292
C-9000-26	3268	2455

Las alturas superiores pueden ser fabricadas bajo pedido.



CABEZA PARA APOYOS DE CELOSIA

Dimensiones y tolerancias.



Esfuerzos



CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Esfuerzo nominal daN	Cargas de trabajo más sobrecarga daN			Cota m	Coeficiente de seguridad	Cargas de ensayo daN		
	V ⁴⁾	S ó F	T			d	V ¹⁾	S ó F ²⁾
500	600	500	-	1,5	1,5	900	750+W	-
	600	-	500		1,2	720	-	600
1000	600	1000	-	1,5	1,5	900	1500+W	-
	600	-	700		1,2	720	-	840
2000	600	2000	-	1,5	1,5	900	3000+W	-
	600	-	1400		1,2	720	-	1680
3000	800	3000	-	1,5	1,5	1200	4500+W	-
	800	-	1400		1,2	960	-	1680
4500	800	4500	-	1,5	1,5	1200	6750+W	-
	800	-	1400		1,2	960	-	1680
7000	1200	7000	-	1,5	1,5	1800	10 500+W	-
	1200	-	2500		1,2	1440	-	3000
9000	1200	9000	-	1,5	1,5	1800	13 500+W	-
	1200	-	2500		1,2	1440	-	3000

1) La carga vertical **V** se aplica en el centro del apoyo, en el extremo superior de la cabeza.

2) Las cargas **S ó F** se aplican horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza.

A la carga de ensayo **S ó F**, se le debe añadir, aplicado en varios tramos del apoyo, la carga **W** resultante de la presión del viento sobre el apoyo, calculado conforme a la legislación vigente para una velocidad de viento de 120 km/h multiplicado por el coeficiente de seguridad.

3) La carga **T** se aplica horizontalmente, en el extremo superior de la cabeza y a una distancia "d" del eje del apoyo.

4) La carga **V** se aplica simultáneamente con la carga de trabajo **S ó F** con la de torsión **T**.

Cimentaciones para apoyos metálicos

En el cuadro adjunto se indican las cimentaciones necesarias según sea el terreno flojo, normal o rocoso, definido por un coeficiente de compresibilidad media o dos metros de profundidad de 8, 12 y 16 Kg/cm³ respectivamente.

Estas cimentaciones se han verificado al vuelco por la fórmula de Sulzberger con coeficiente de seguridad 1.5.

Ha de verificarse que $1,5 M_v \leq M_1 + M_2$.

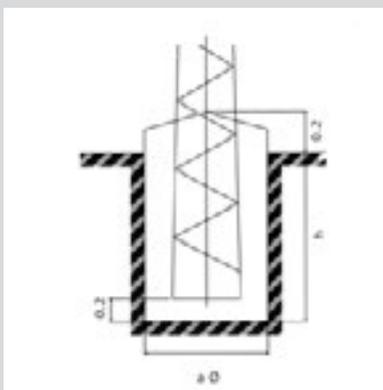
Donde: $M_1 = 0,278 K a h^3$

$M_2 = 0,4 P a$

Para $K = 8 \text{ Kg/cm}^3$ (terreno flojo)

$K = 12 \text{ Kg/cm}^3$ (terreno normal)

$K = 16 \text{ Kg/cm}^3$ (terreno rocoso)



CIMENTACIONES TORRES CELOSÍA

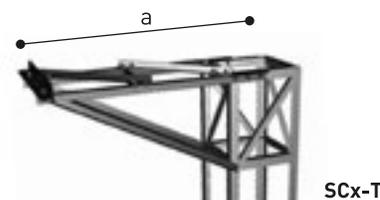
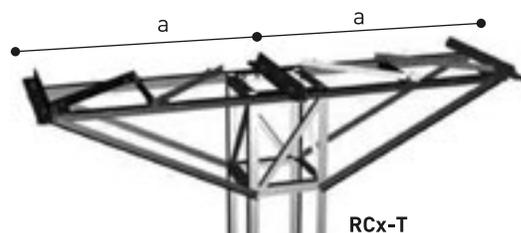
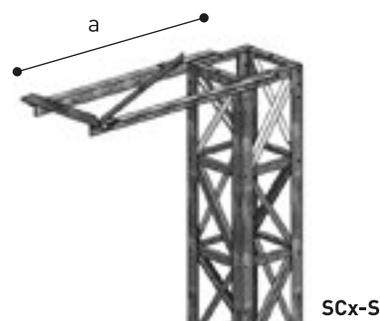
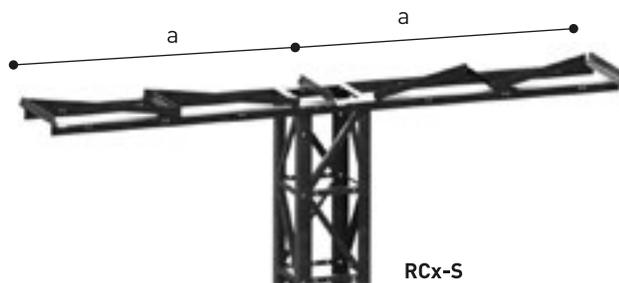
MODELO	H. TOTAL	K=8			K=12			K=16			
		h (m)	a (m)	v(m ³)	h(m)	a (m)	v(m ³)	h(m)	a(m)	v(m ³)	
C 500	10	1,57	0,93	1,35	1,43	0,93	1,23	1,33	0,93	1,14	
	12	1,61	1,00	0,61	1,46	1,00	1,46	1,37	1,00	1,37	
	14	1,63	1,08	1,91	1,48	1,08	1,74	1,39	1,08	1,63	
	16	1,65	1,16	2,21	1,50	1,16	2,01	1,40	1,16	1,87	
	18	1,66	1,24	2,56	1,52	1,24	2,34	1,42	1,24	2,19	
	20	1,67	1,32	2,89	1,53	1,32	2,65	1,43	1,32	2,47	
	22	1,68	1,40	3,28	1,53	1,40	2,99	1,44	1,40	2,81	
	24	1,68	1,47	3,62	1,54	1,47	3,32	1,44	1,47	3,10	
	26	1,68	1,57	4,12	1,54	1,57	3,78	1,44	1,57	3,53	
	28	1,69	1,63	4,48	1,54	1,63	4,08	1,44	1,63	3,82	
	30	1,69	1,71	4,95	1,54	1,71	4,51	1,44	1,71	4,22	
C 1000	10	1,89	0,93	1,63	1,72	0,93	1,48	1,60	0,93	1,38	
	12	1,94	1,00	1,95	1,76	1,00	1,77	1,65	1,00	1,66	
	14	1,98	1,09	2,33	1,79	1,09	2,11	1,67	1,09	1,97	
	16	2,00	1,16	2,69	1,82	1,16	2,44	1,70	1,16	2,28	
	18	2,02	1,25	3,13	1,84	1,25	2,85	1,72	1,25	2,67	
	20	2,04	1,32	3,54	1,86	1,32	3,23	1,74	1,32	3,02	
	22	2,06	1,40	4,05	1,87	1,40	3,68	1,75	1,40	3,44	
	24	2,08	1,47	4,52	1,88	1,47	4,08	1,76	1,47	3,82	
	26	2,08	1,56	5,07	1,88	1,56	4,59	1,76	1,56	4,29	
	28	2,08	1,64	5,57	1,89	1,64	5,06	1,77	1,64	4,74	
	30	2,15	1,80	6,61	1,89	1,80	6,09	1,77	1,80	5,70	
C 2000	10	2,27	0,92	1,92	2,06	0,92	1,74	1,92	0,92	1,63	
	12	2,34	0,99	2,28	2,12	0,99	2,07	1,98	0,99	1,93	
	14	2,38	1,07	2,71	2,16	1,07	2,46	2,02	1,07	2,30	
	16	2,42	1,14	3,12	2,20	1,14	2,84	2,06	1,14	2,66	
	18	2,46	1,21	3,60	2,23	1,21	3,26	2,08	1,21	3,05	
	20	2,49	1,29	4,12	2,25	1,29	3,72	2,11	1,29	3,49	
	22	2,51	1,37	4,71	2,27	1,37	4,26	2,12	1,37	3,98	
	24	2,52	1,45	5,29	2,28	1,45	4,79	2,13	1,45	4,47	
	26	2,52	1,54	4,94	2,29	1,54	5,40	2,14	1,54	5,04	
	28	2,54	1,60	6,53	2,31	1,60	5,94	2,15	1,60	5,52	
	30	2,55	1,69	7,27	2,31	1,69	6,59	2,16	1,69	6,16	
C 3000	10	2,52	0,92	2,12	2,28	0,92	1,92	2,13	0,92	1,79	
	12	2,60	0,98	2,51	2,35	0,98	2,27	2,20	0,98	2,13	
	14	2,65	1,06	2,99	2,41	1,06	2,72	2,24	1,06	2,53	
	16	2,70	1,13	3,44	2,45	1,13	3,12	2,28	1,13	2,90	
	18	2,73	1,22	4,05	2,47	1,22	3,66	2,31	1,22	3,43	
	20	2,77	1,28	4,52	2,51	1,28	4,09	2,34	1,28	3,82	
	22	2,80	1,36	5,18	2,53	1,36	4,68	2,36	1,36	4,37	
	24	2,82	1,44	5,86	2,55	1,44	5,30	2,38	1,44	4,95	
	26	2,83	1,51	6,44	2,56	1,51	5,82	2,40	1,51	5,46	
	28	2,84	1,59	7,17	2,57	1,59	6,49	2,40	1,59	6,06	
	30	2,85	1,67	7,96	2,58	1,67	7,20	2,41	1,67	6,73	
C 4500	10	2,78	0,92	2,35	2,52	0,92	2,13	2,35	0,92	1,99	
	12	2,88	0,98	2,78	2,61	0,98	2,52	2,43	0,98	2,34	
	14	2,93	1,06	3,31	2,66	1,06	3,01	2,48	1,06	2,80	
	16	2,99	1,13	3,80	2,71	1,13	3,44	2,53	1,13	3,21	
	18	3,03	1,21	4,46	2,74	1,21	4,03	2,57	1,21	3,78	
	20	3,08	1,28	5,01	2,78	1,28	4,52	2,60	1,28	4,23	
	22	3,10	1,36	5,73	2,81	1,36	5,20	2,61	1,36	4,83	
	24	3,10	1,48	6,75	2,81	1,48	6,12	2,62	1,48	5,71	
	26	3,12	1,54	7,38	2,83	1,54	6,69	2,64	1,54	6,24	
	28	3,16	1,58	7,85	2,87	1,58	7,13	2,67	1,58	6,63	
	30	3,17	1,66	8,76	2,89	1,66	7,98	2,69	1,66	7,43	
C 7000	10	2,88	1,22	4,27	2,62	1,22	3,88	2,44	1,22	3,61	
	12	2,91	1,41	5,78	2,65	1,41	5,26	2,46	1,41	4,88	
	14	2,94	1,58	7,30	2,67	1,58	6,63	2,49	1,58	6,18	
	16	2,96	1,76	9,21	2,68	1,76	8,34	2,50	1,76	7,78	
	18	2,96	1,94	11,09	2,69	1,94	10,08	2,51	1,94	9,41	
	20	2,96	2,13	13,37	2,69	2,13	12,15	2,51	2,13	11,33	
	22	2,97	2,30	15,64	2,70	2,30	14,22	2,51	2,30	13,22	
	24	2,97	2,49	18,44	2,70	2,49	16,77	2,51	2,49	15,59	
	26	2,97	2,66	20,94	2,70	2,66	19,03	2,51	2,66	17,69	
	C 9000	10	3,07	1,22	4,55	2,78	1,22	4,12	2,60	1,22	3,85
		12	3,10	1,41	6,15	2,82	1,41	5,60	2,62	1,41	5,20
14		3,14	1,58	7,80	2,85	1,58	7,08	2,65	1,58	6,58	
16		3,15	1,76	9,80	2,87	1,76	8,93	2,67	1,76	8,31	
18		3,16	1,94	11,84	2,88	1,94	10,79	2,68	1,94	10,04	
20		3,17	2,13	14,31	2,88	2,13	13,01	2,69	2,13	12,15	
22		3,17	2,30	16,70	2,89	2,30	15,22	2,69	2,30	14,17	
24		3,18	2,49	19,75	2,89	2,49	17,95	2,69	2,49	16,71	
26		3,18	2,66	22,42	2,89	2,66	20,37	2,69	2,66	18,96	

4 | Crucetas para apoyos de celosía

4.A. Crucetas rectas y semicrucetas Iberdrola S/ NI.52.31.02

Las crucetas rectas y semicrucetas tipo rectas se utilizan para realizar los distintos armados en líneas de hasta 20 kV, aunque no quedan descartadas en líneas de hasta 66 kV. Se suministran armadas mediante tornillería.

Designación	Separación entre fases contiguas o al eje del apoyo "a" (mm)
RC1-10-S	1
RC1-12,5-S	1,25
RC1-15-S	1,50
RC1-17,5-S	1,75
RC1-20-S	2
RC2-10-S	1
RC2-12,5-S	1,25
RC2-15-S	1,50
RC2-17,5-S	1,75
RC2-20-S	2
SC1-10-S	1
SC1-12,5-S	1,25
SC1-15-S	1,50
SC1-17,5-S	1,75
SC1-20-S	2
SC2-10-S	1
SC2-12,5-S	1,25
SC2-15-S	1,50
SC2-17,5-S	1,75
SC2-20-S	2
RC2-15-T	1,5
RC2-20-T	2
RC3-15-T	1,5
RC3-20-T	2
SC2-15-T	1,5
SC2-20-T	2
SC3-15-T	1,5
SC3-20-T	2



Significado de las siglas que componen la designación:

RC: cruceta de tipo recta para apoyos de celosía.

SC: semicruceta de tipo recta para apoyos de celosía.

1, 2 ó 3: distingue la carga vertical que debe soportar la cruceta o semicruceta: 450 daN (1) y 650 daN (2) para el tipo de cruceta o semicruceta "S" ó 650 (2) daN y 800 (3) daN para el tipo de cruceta o semicruceta "T".

10/./20: corresponde a la longitud de la cota "a" expresada en dm.

S: Indicativo de ser una cruceta o semicruceta sin tirante.

T: Indicativo de ser una cruceta o semicruceta con tirante.

Estas crucetas se suministran con perfil de cierre para cadenas de amarre (PCCA) ó para cadenas de suspensión (PCCS).

ESFUERZOS POR FASE

Crucetas	Semicrucetas	Casos de carga	Carga de trabajo más sobrecarga daN			Coeficiente de seguridad	Carga límite especificada			
			V	L	F		Carga de ensayo daN			Duración
							V	L	F	
RC 1-S	SC 1-S	A	450	-	1500	1,5	675	-	2250	60
		B	450	1500	-		675	2250	-	
RC 2-S	SC 2-S	A	650	-	1500		975	-	2250	
		B	650	1500	-		975	2250	-	
RC 2-T	SC 2-T	A	450	-	2000	1,5	675	-	3000	60
		B	450	2000	-		675	3000	-	
RC 3-T	SC 3-T	A	800	-	2000		1200	-	3000	
		B	800	2000	-		1200	3000	-	

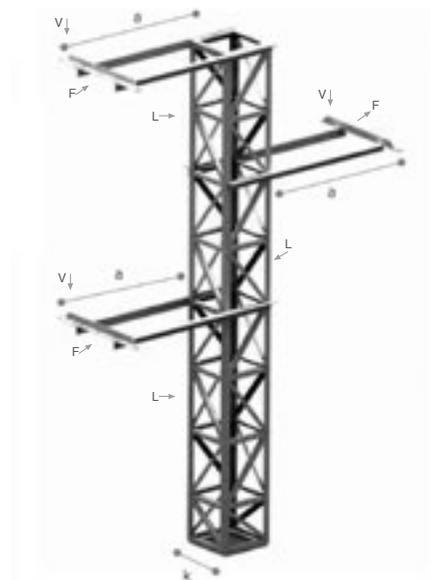
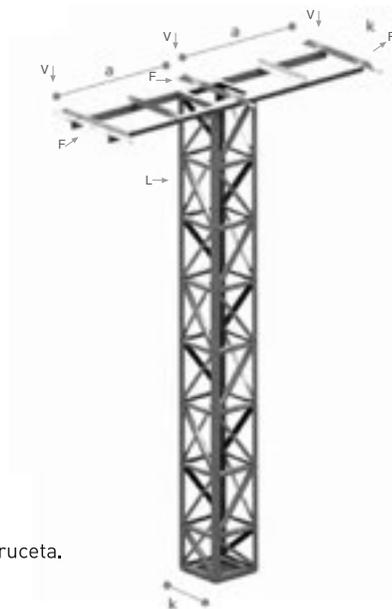
Crucetas rectas y semicrucetas Iberdrola

DIMENSIONES

Crucetas	a	k
RC x - 15/5	1500	510
RC x - 20/5	2000	510
RC x - 15/8	1500	808
RC x - 20/8	2000	808

Semicrucetas	a	k
SC x - 15/5	1500	510
SC x - 20/5	2000	510
SC x - 15/8	1500	808
SC x - 20/8	2000	808

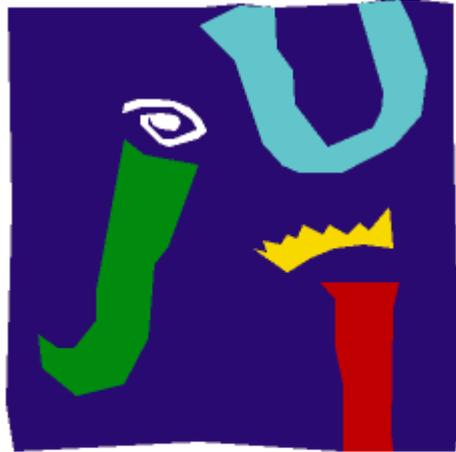
x = 1, 2 ó 3 según resistencias de la cruceta.



UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAT
JAUME I**

**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL “LA CLOSA”,
MELIANA (VALENCIA)**

3-PLANOS

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Ros Rausell, Ernesto

DIRECTOR

Beltrán San Segundo, Héctor

3 PLANOS

3.1 Ubicación, situación y emplazamiento

3.1.1 SIT-01

3.2 Alumbrado, RA

3.2.1 Alumbrado público, RA-01

3.2.2 Esquema unifilar del CT1 viales, RA-02

3.2.3 Esquema unifilar del CT2 viales, RA-03

3.2.4 Esquema unifilar del CT3 viales, RA-04

3.2.5 Esquema unifilar del CT4 viales, RA-05

3.2.6 Esquema unifilar Zona Verde 1 y 2, RA-06

3.2.7 Esquema unifilar Zona Verde 3, RA-07

3.2.8 Detalle constructivo luminarias, RA-08

3.2.9 Detalle constructivo arquetas alumbrado público, RA-09

3.2.10 Detalle tipo de vías, RA-10

3.2.11 Unifilar cuadro de mando y control, RA-11

3.3 Baja tensión, RBT

3.3.1 Distribución líneas subterráneas, RBT-01

3.3.2 Esquema unifilar del CT1, RBT-02

3.3.3 Esquema unifilar del CT2, RBT-03

3.3.4 Esquema unifilar del CT3, RBT-04

3.3.5 Esquema unifilar del CT4, RBT-05

3.3.6 Detalle constructivo canalización y arquetas, RBT-06

3.4 Media tensión

3.4.1 Líneas subterráneas MT de consumo, RMT-01

3.4.2 LMT CV-300, RMT-02

3.4.3 LMT-1, RMT-03

3.4.4 LMT-2, RMT-04

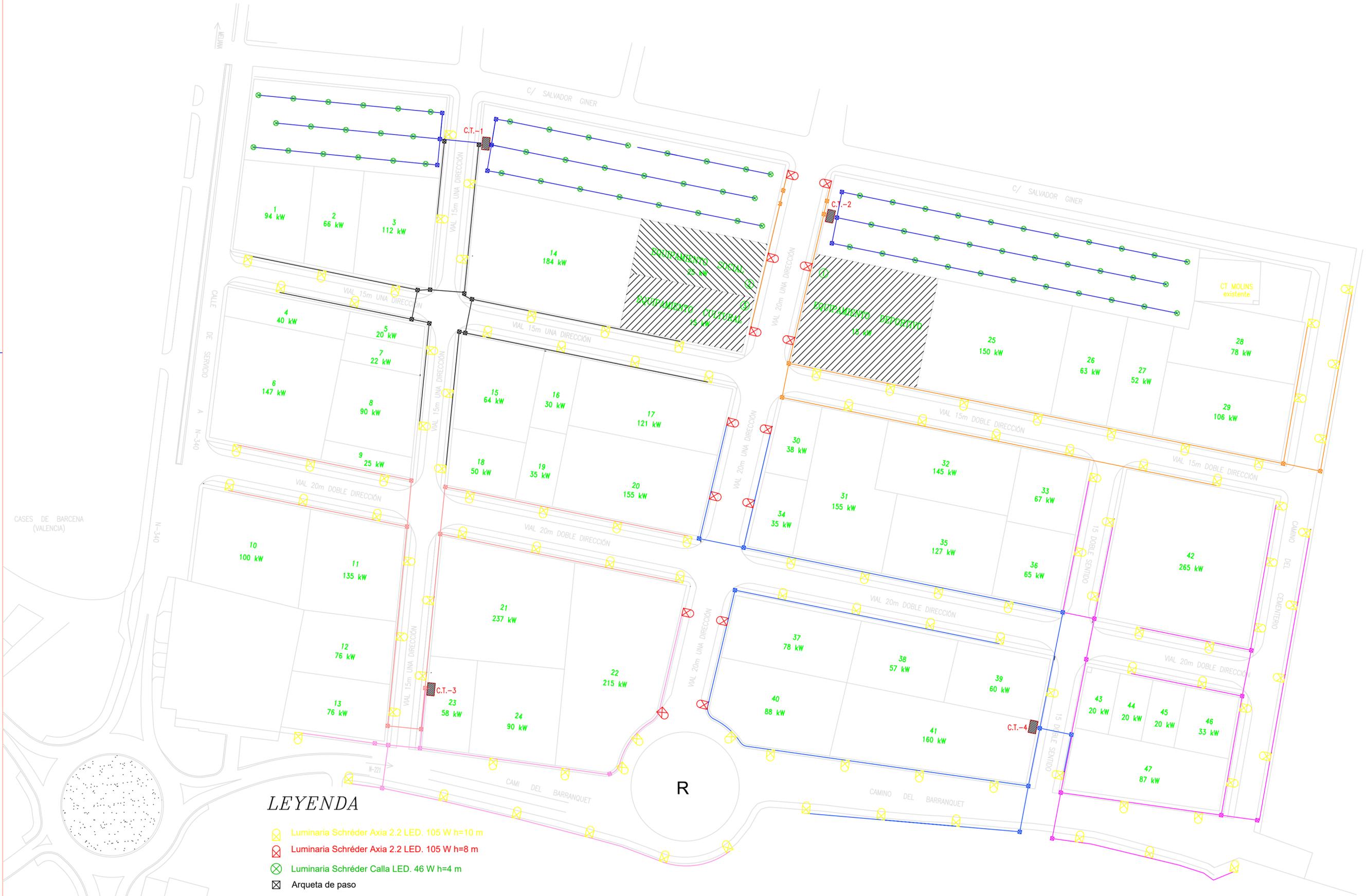
3.4.5 Detalle constructivo apoyo fin de línea, RMT-05

3.4.6 Detalle constructivo apoyo de anclaje con ángulo, RMT-06

3.4.7 Detalle constructivo canalización subterránea, RBT-06



Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Ubicación, situación y emplazamiento		Autor del Proyecto:
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: SIT-01	Ernesto Ros Rausell
	Escala: S/E	Fecha: Septiembre de 2020

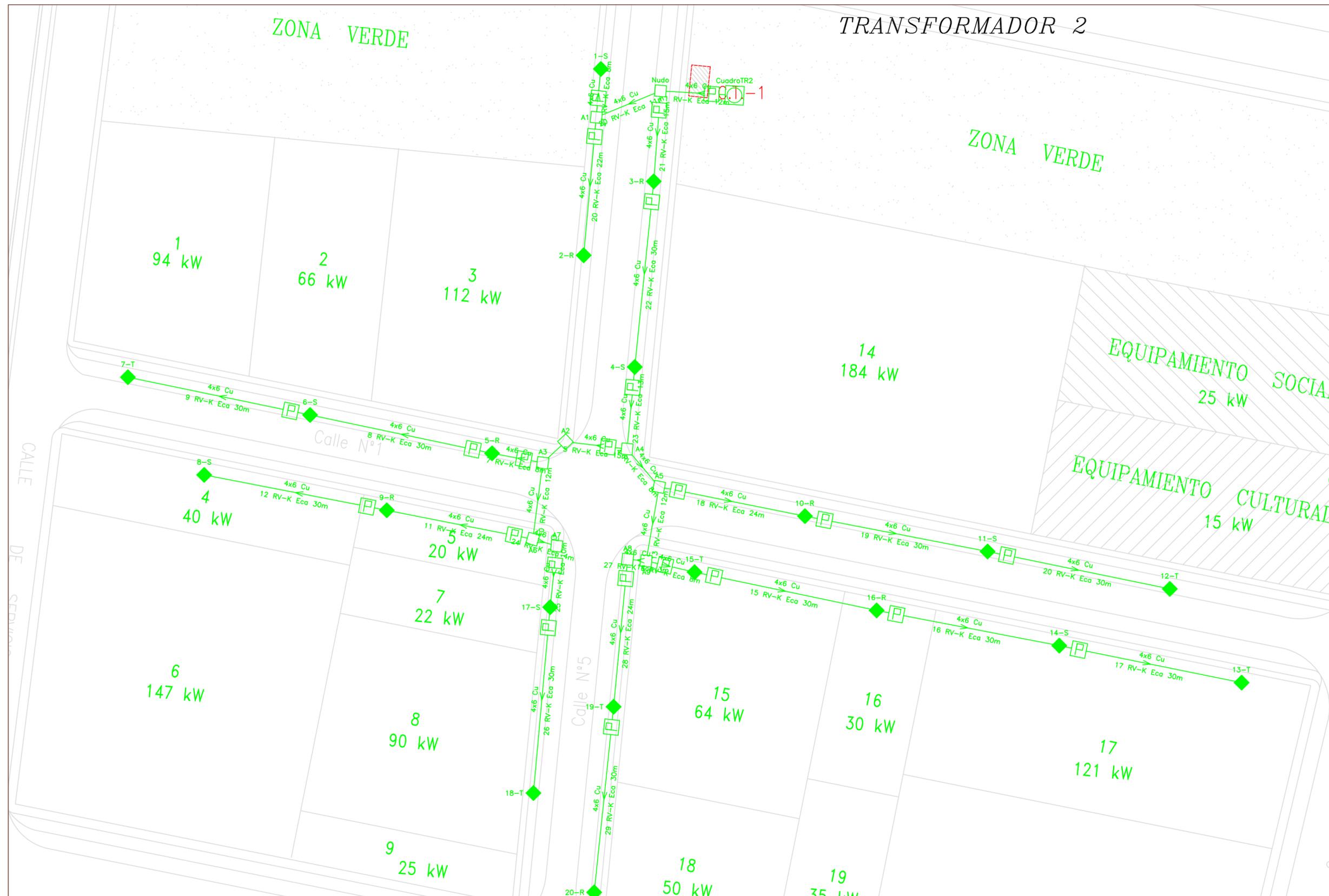


LEYENDA

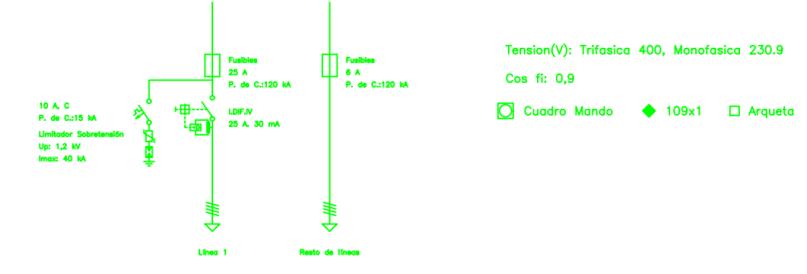
- Luminaria Schröder Axia 2.2 LED. 105 W h=10 m
- Luminaria Schröder Axia 2.2 LED. 105 W h=8 m
- Luminaria Schröder Calla LED. 46 W h=4 m
- Arqueta de paso

- Conducción eléctrica subterránea zonas verdes. Cable 2x6 mm²
- Conducción eléctrica subterránea del transformador 2 del CT1. Cable 2x6 mm²
- Conducción eléctrica subterránea del transformador 2 del CT2. Cable 2x6 mm²
- Conducción eléctrica subterránea del transformador 1 del CT3. Cable 2x6 mm²
- Conducción eléctrica subterránea del transformador 2 del CT3. Cable 2x6 mm²
- Conducción eléctrica subterránea del transformador 1 del CT4. Cable 2x6 mm²
- Conducción eléctrica subterránea del transformador 2 del CT4. Cable 2x6 mm²

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Alumbrado publico		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Poligono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RA-01	Fecha: Septiembre de 2020
Escala: 1 / 1000		



RED ALUMBRADO PÚBLICO CT1 Transformador 2
PROTECCIONES



Linea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.in/ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	10	15	C
4	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
5-9	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
10	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
11-12	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
13	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
14-20	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
20	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
21-23	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
24	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
25-26	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
27	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	
28-29	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	6	120	

Proyecto: **PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)**

Promotor: ---

Plano: **Unifilar CT1**

Emplazamiento: **Polígono industrial "LA CLOSA"**

Número de plano: **RA-02**

Escala: **S/E**

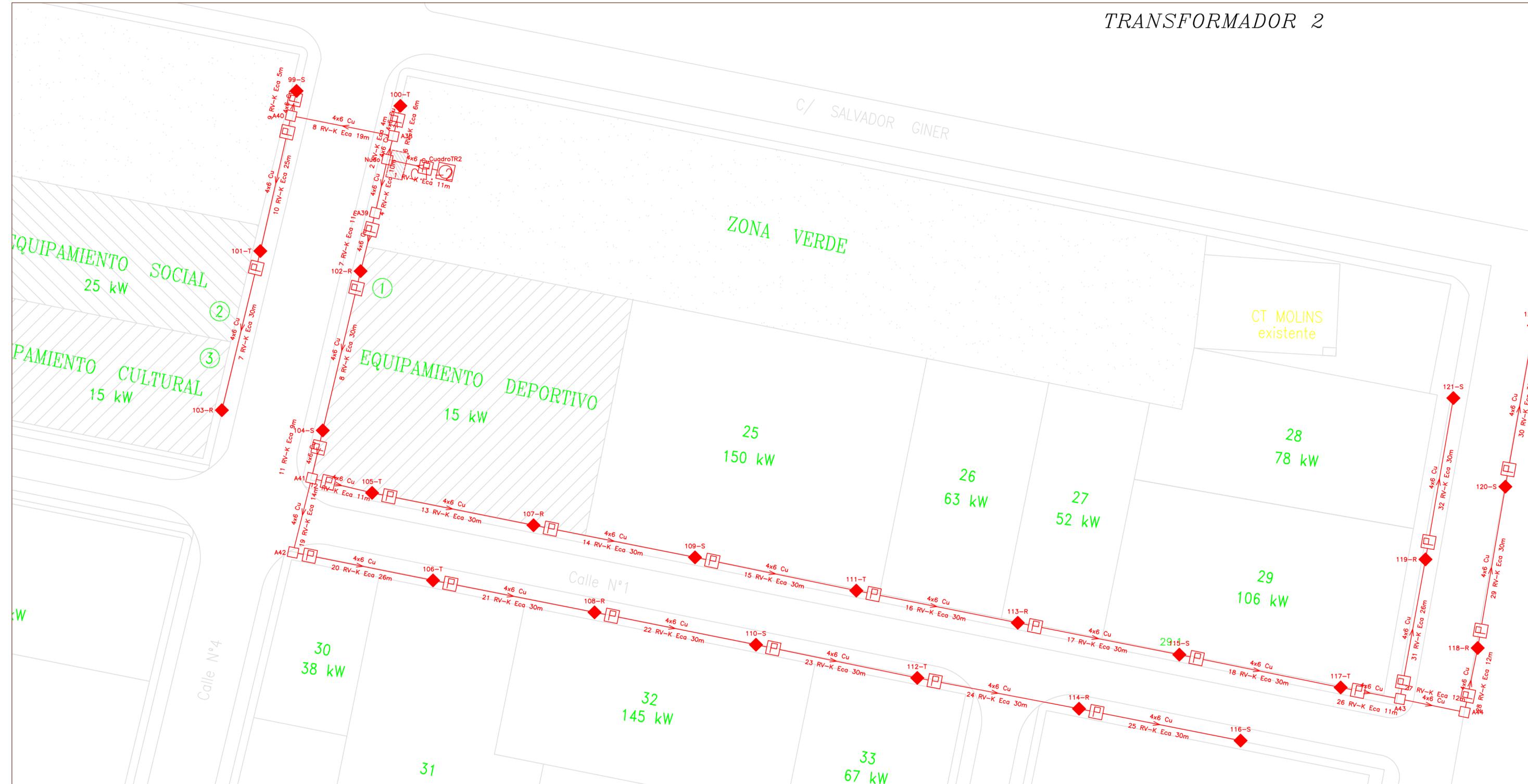


UNIVERSITAT JAUME I

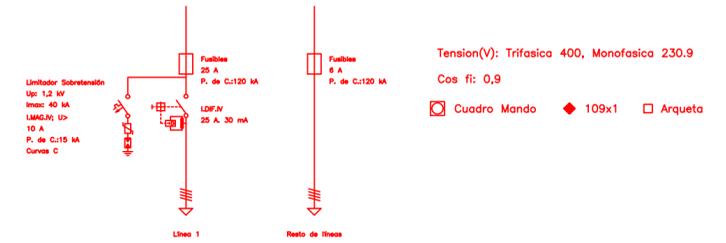
Autor del Proyecto: **Ernesto Ros Rausell**

Fecha: **Septiembre de 2020**

TRANSFORMADOR 2



RED ALUMBRADO PÚBLICO CT2 Transformador 2 PROTECCIONES



Linea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In/req(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	10	15	C
2-4	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
7-8	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
8	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
9-18	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
19	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
20-26	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
27	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
28-32	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

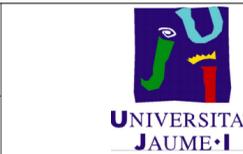
Promotor:

Plano:
Unifilar CT2

Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

Número de plano:

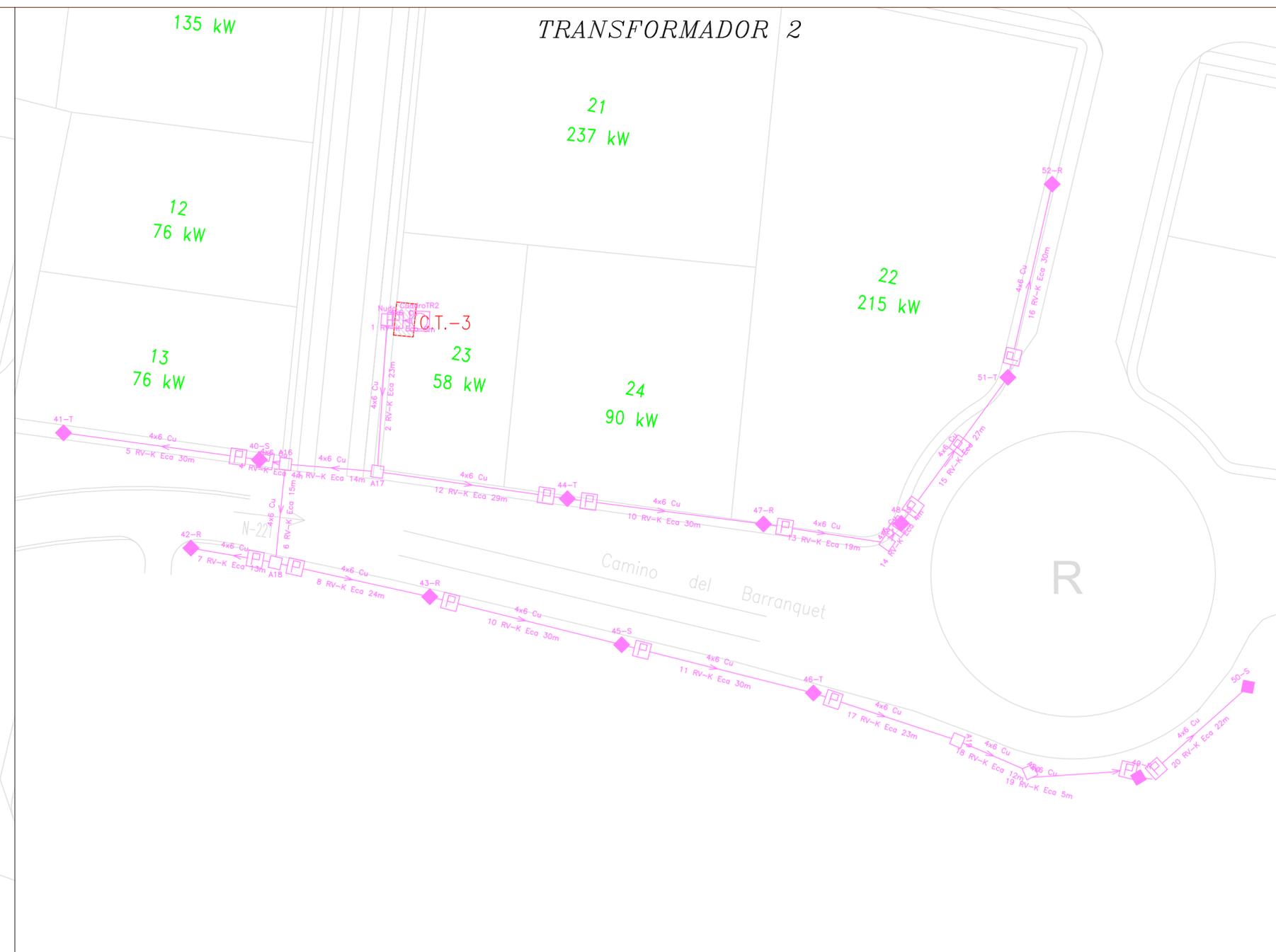
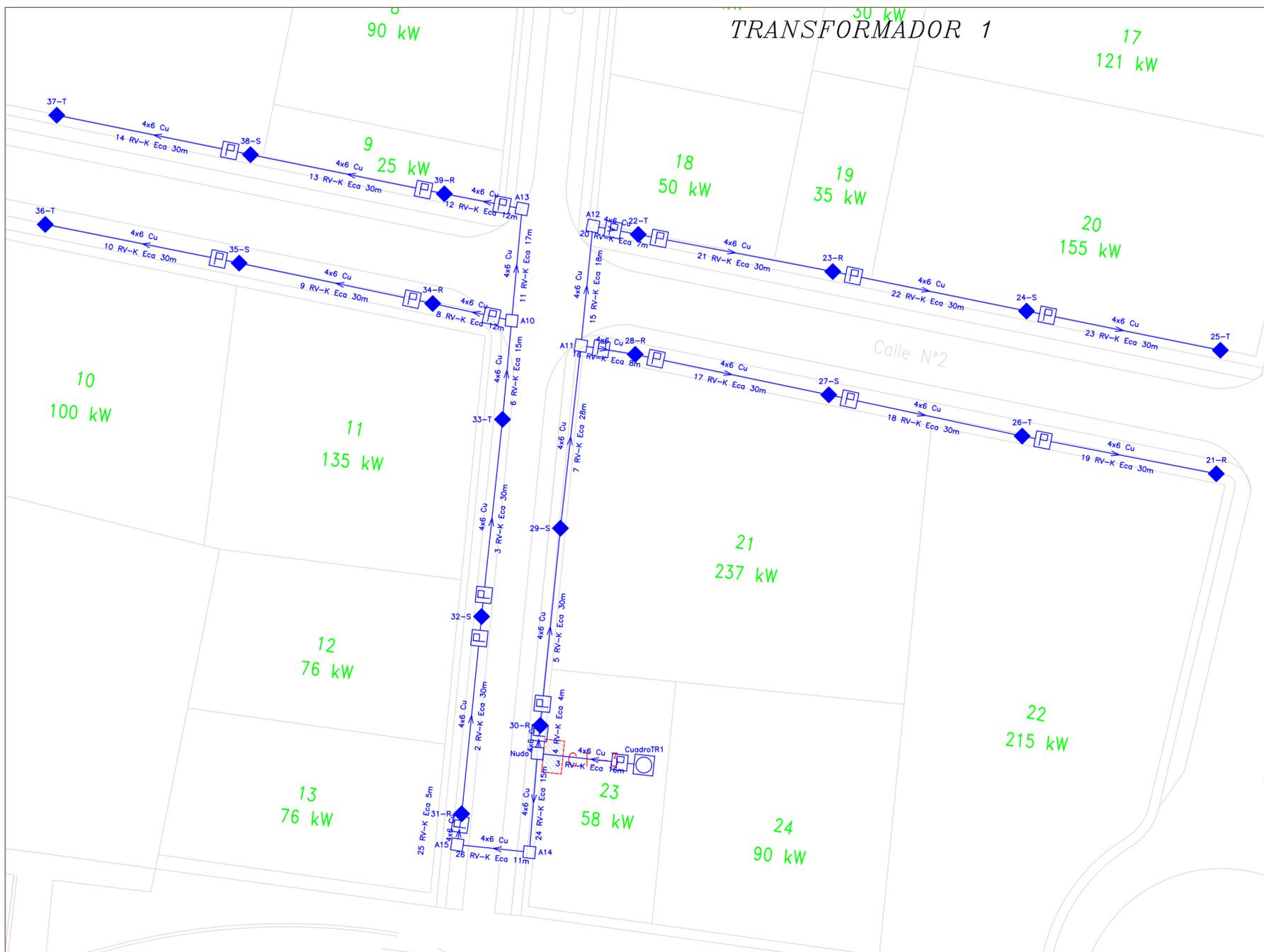
Escala:
S/E



Autor del Proyecto:

Ernesto Ros Rausell

Fecha:
Septiembre de 2020



Red Alumbrado Público CT3 Transformador 1 PROTECCIONES

Tension(V): Trifasica 400, Monofasica 230.9
Cos fi: 0,9

 Cuadro Mando
 ◆ 109x1
 Arqueta

Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.ln/req(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
3-2	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
3	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	10	15	C
4-5	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
6-7	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
8-10	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
11	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
12-14	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
15	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
16-23	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
24	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
25	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
26	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	

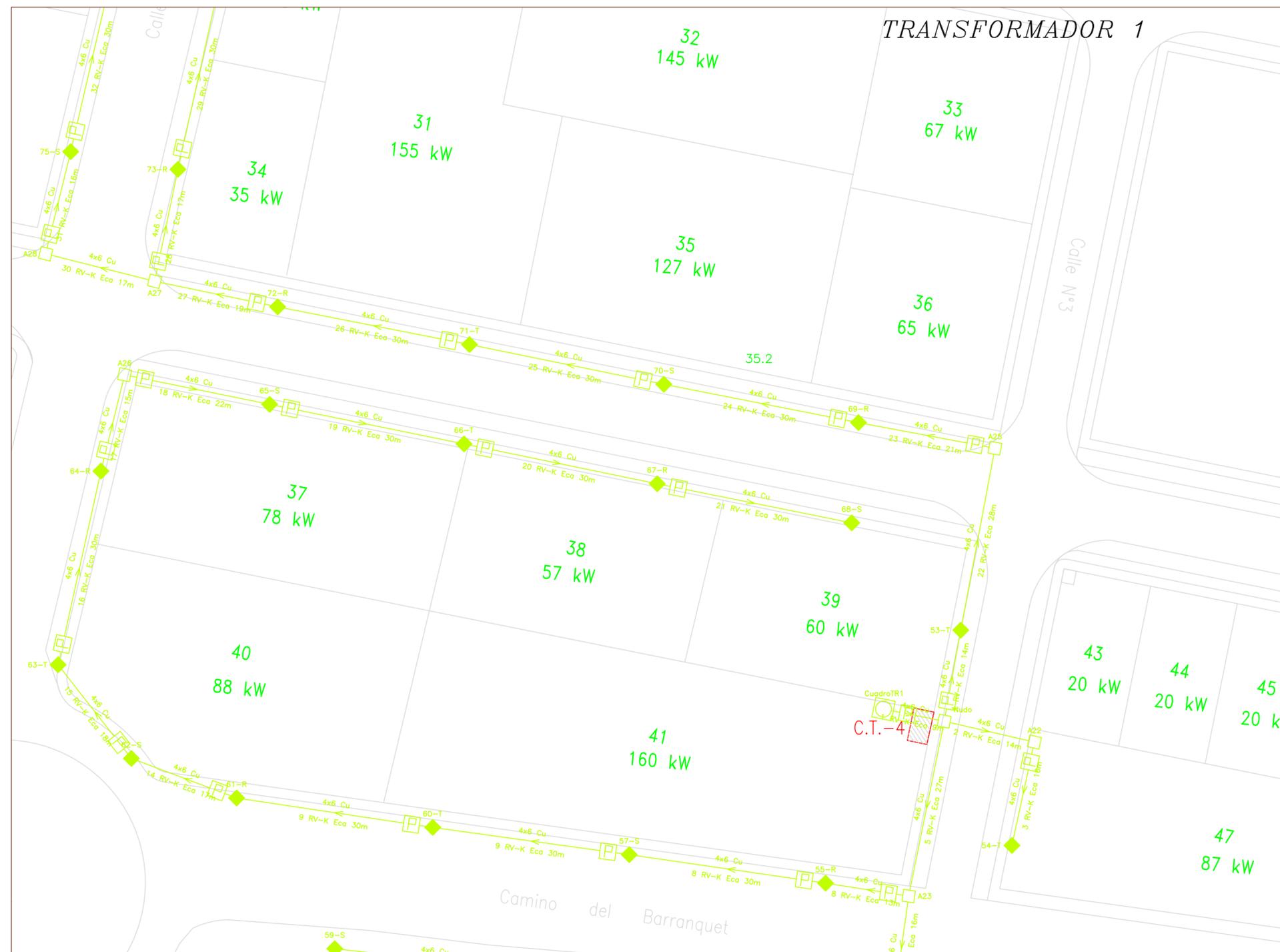
Red Alumbrado Público CT3 Transformador 2 PROTECCIONES

Tension(V): Trifasica 400, Monofasica 230.9
Cos fi: 0,9

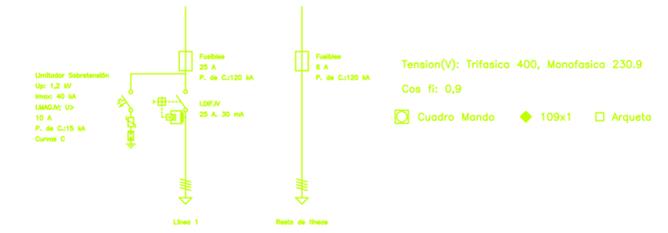
 Cuadro Mando
 ◆ 109x1
 Arqueta

Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.ln/req(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	10	15	C
2-3	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
4-5	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
6	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
7-17	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
18	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	
19-20	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eco	3 Unp.	6	120	

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Unifilar CT3		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RA-04	Fecha: Septiembre de 2020
	Escala: S/E	

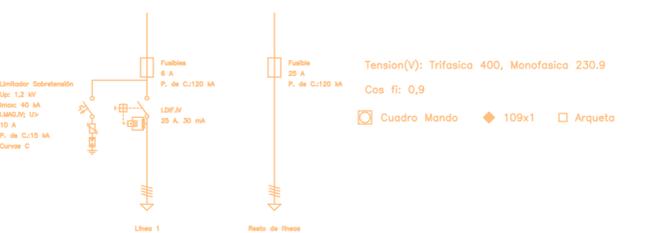


Red Alumbrado Público CT4 Transformador 1
PROTECCIONES



Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.Lin./req(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	10	15	C
2	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
3	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
4	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
5	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
6	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
7	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
8	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
9	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
10	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
11	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
12	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
13	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
14	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
15	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
16	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
17	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
18	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
19	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
20	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
21	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
22	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
23	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
24	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
25	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
26	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
27	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
28	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
29	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
30	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
31	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
32	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	

Red Alumbrado Público CT4 Transformador 2
PROTECCIONES



Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.Lin./req(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	3 Unp.	10	15	C
2	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
3	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
4	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
5	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
6	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
7	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
8	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
9	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
10	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
11	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
12	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
13	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
14	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
15	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
16	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
17	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
18	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
19	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
20	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
21	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
22	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
23	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
24	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
25	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
26	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
27	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
28	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
29	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
30	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
31	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	
32	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eca	Unp.	6	120	

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor: ----

Plano: Unifilar CT4

Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"

Número de plano: RA-05

Escala: S/E



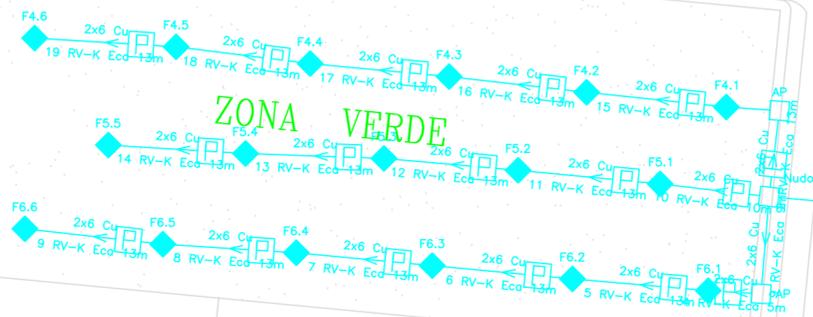
Autor del Proyecto:

Ernesto Ros Rausell

Fecha: Septiembre de 2020

zona verde 1

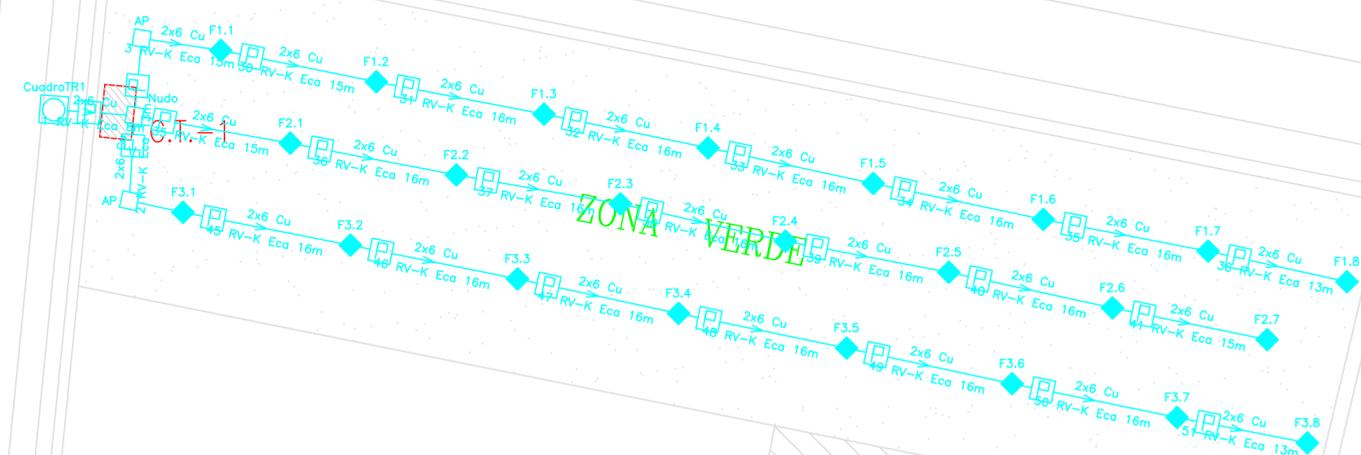
zona verde 2



1
94 kW

2
66 kW

3
112 kW

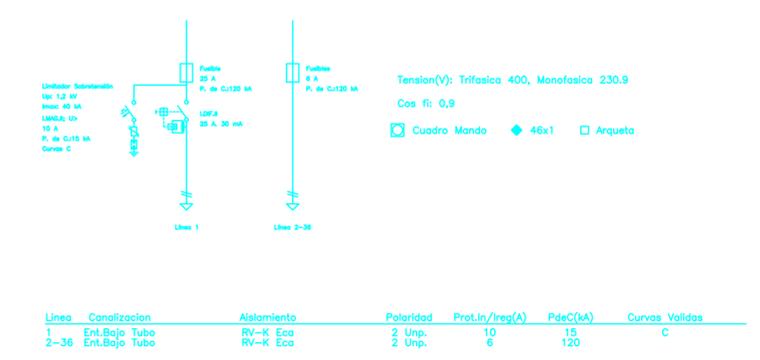


14
184 kW

EQUIPAMIENTO SOCIAL 25 kW

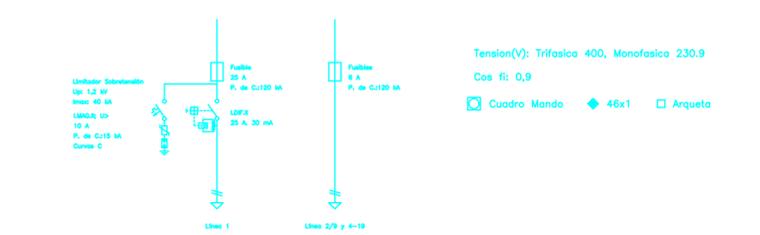
EQUIPAMIENTO CULTURAL 15 kW

Unifilar Zona verde 2
PROTECCIONES CT1 TRANSFORMADOR 1



Linea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In./Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	2 Unp.	10	15	C
2-36	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	2 Unp.	6	120	

Unifilar zona verde 1
PROTECCIONES CT1 transformador 1



Linea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In./Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	2 Unp.	10	15	C
2	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	2 Unp.	6	6	
9	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	2 Unp.	6	6	
4-19	Ent.Bajo Tubo	RV-K Eca	2 Unp.	6	6	

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor:

Plano:
Unifilar zona verde 1 y 2

Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

Número de plano:
RA-06

Escala:
S/E

Autor del Proyecto:

Ernesto Ros Rausell

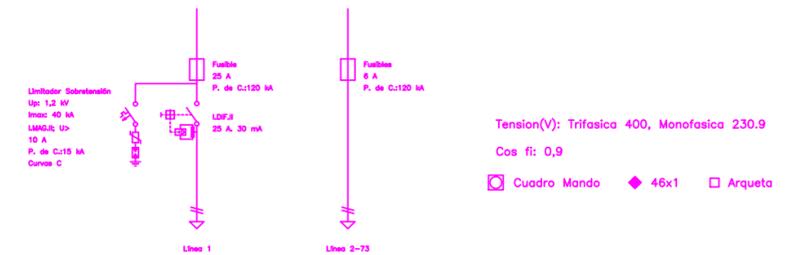
Fecha:
Septiembre de 2020



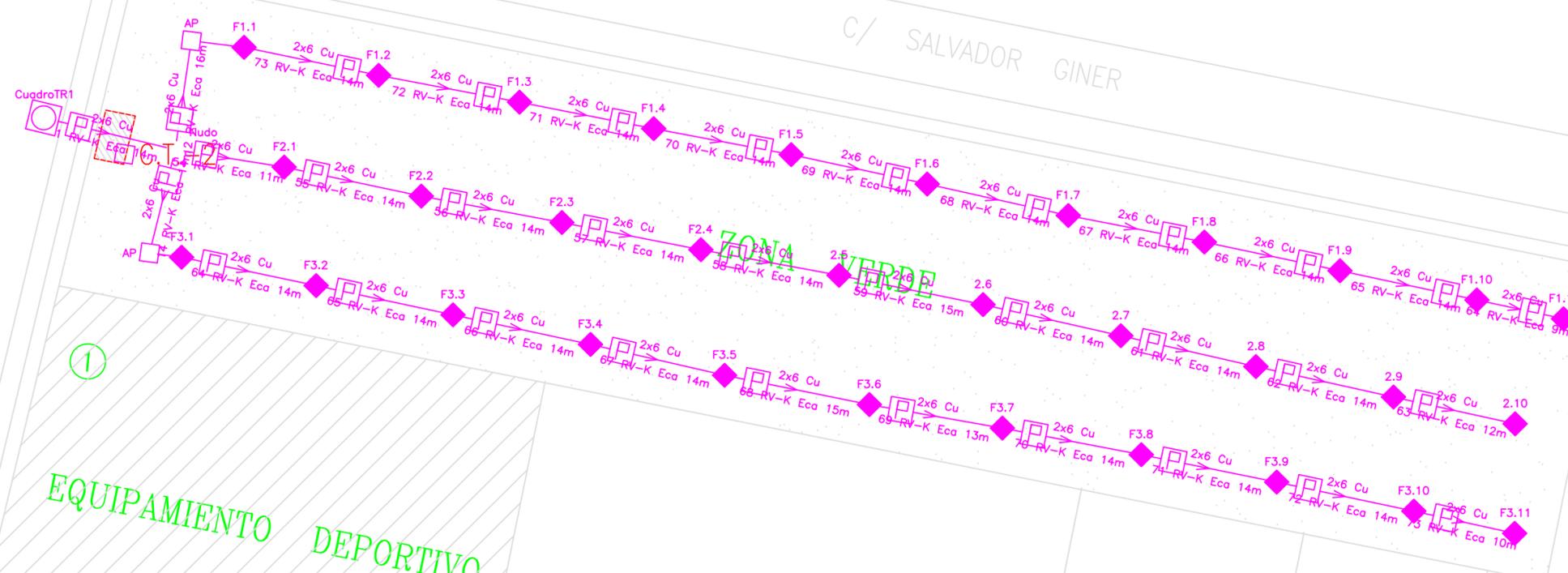
zona verde 3

Unifilar zona verde 3

PROTECCIONES CT2 TRANSFORMADOR 1



Linea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In/ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eco	2 Unp.	10	15	C
2-73	Ent.Bojo Tubo	RV-K Eco	2 Unp.	6	120	C



EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
15 kW

25
150 kW

26
63 kW

27
52 kW

Calle N°1

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor:

Plano:
Unifilar zona verde 3

Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

Número de plano:

RA-07

Escala:

S/E

Autor del Proyecto:

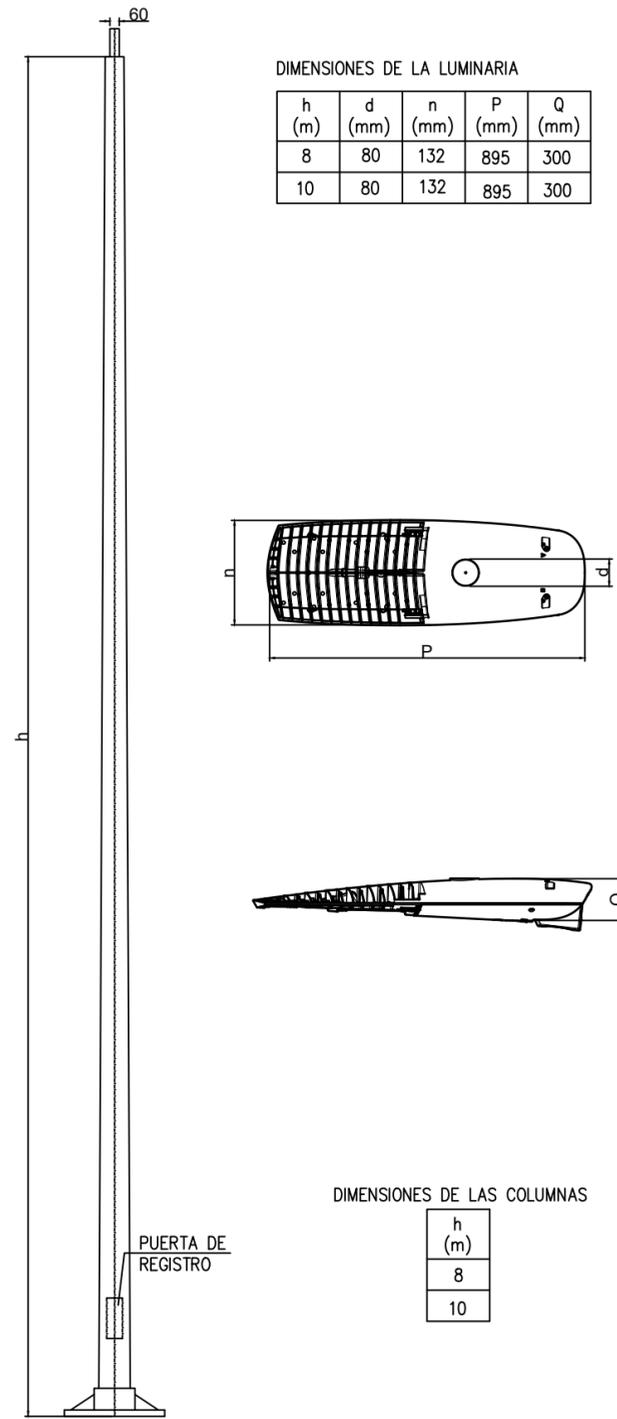
Ernesto Ros Rausell

Fecha:

Septiembre de 2020

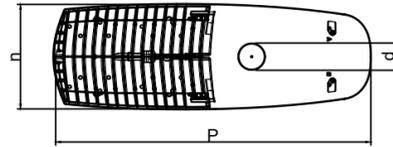


LUMINARIA 8 Y 10 m



DIMENSIONES DE LA LUMINARIA

h (m)	d (mm)	n (mm)	P (mm)	Q (mm)
8	80	132	895	300
10	80	132	895	300



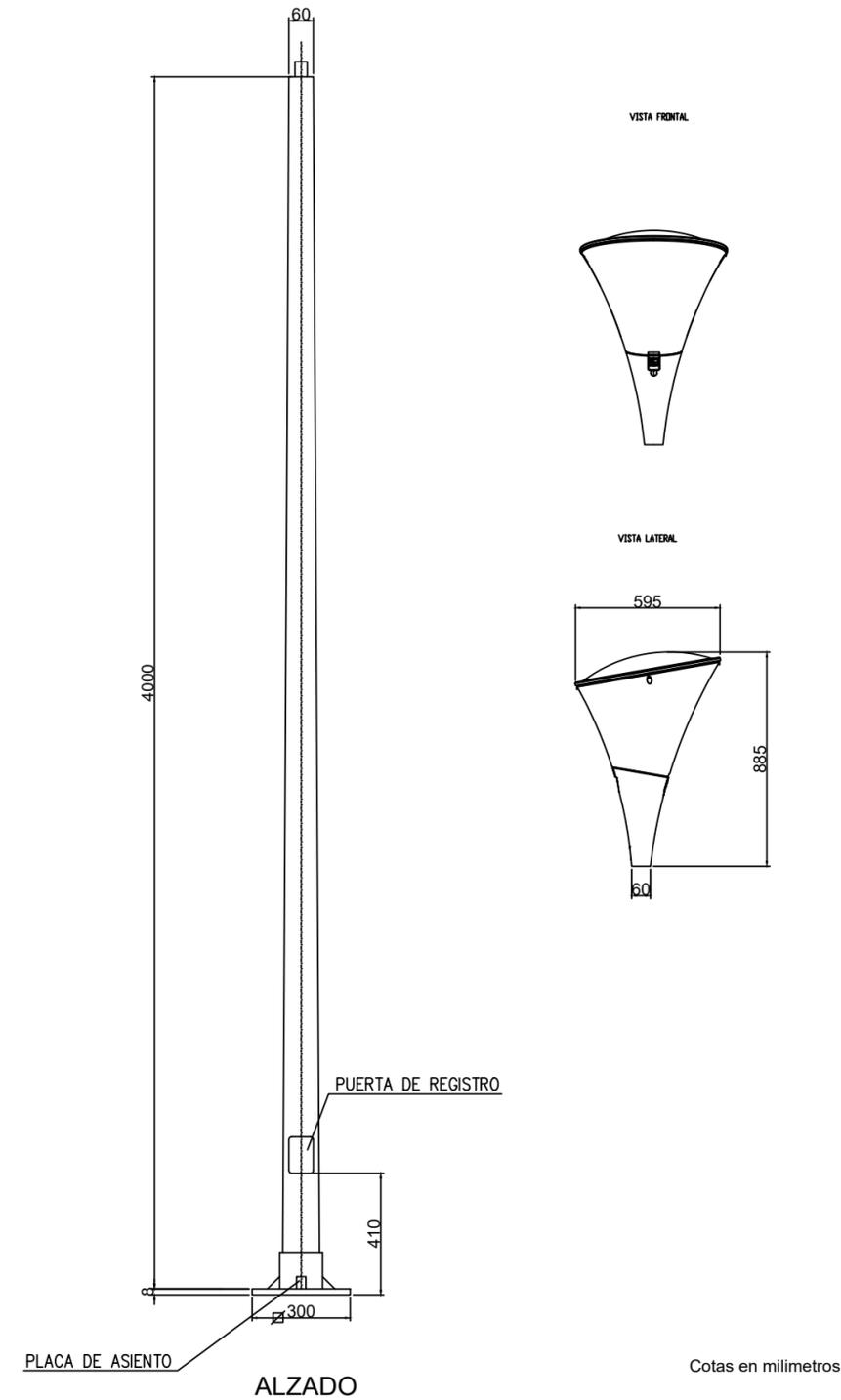
DIMENSIONES DE LAS COLUMNAS

h (m)
8
10

COLUMNA

Cotas en milímetros

COLUMNA DE 4 m.



PLACA DE ASIENTO

ALZADO

Cotas en milímetros

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor:

Plano:
Detalles luminarias

Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

Número de plano:
RA-08

Escala:
S/E



UNIVERSITAT
JAUME I

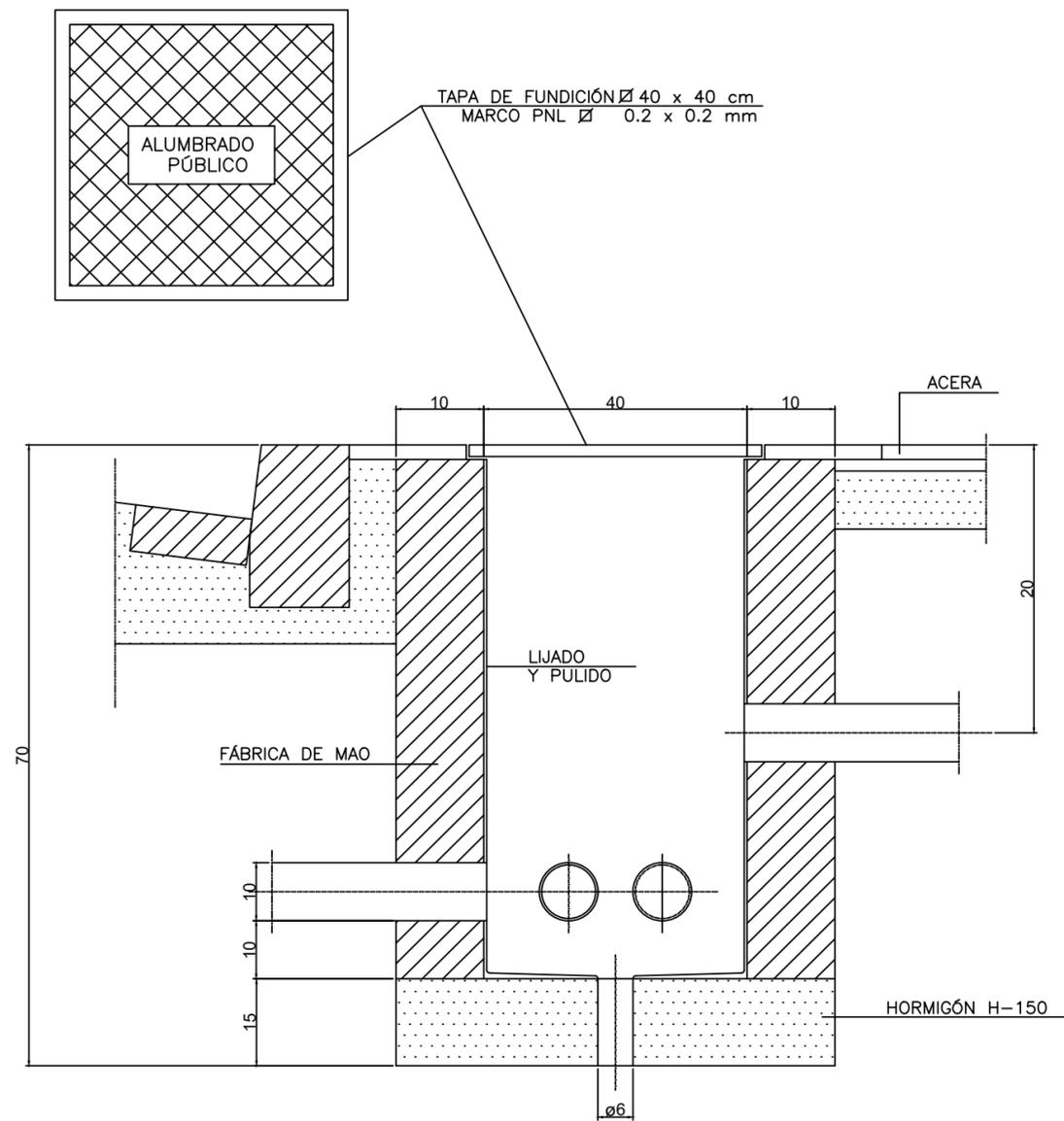
Autor del Proyecto:

Ernesto Ros Rausell

Fecha:

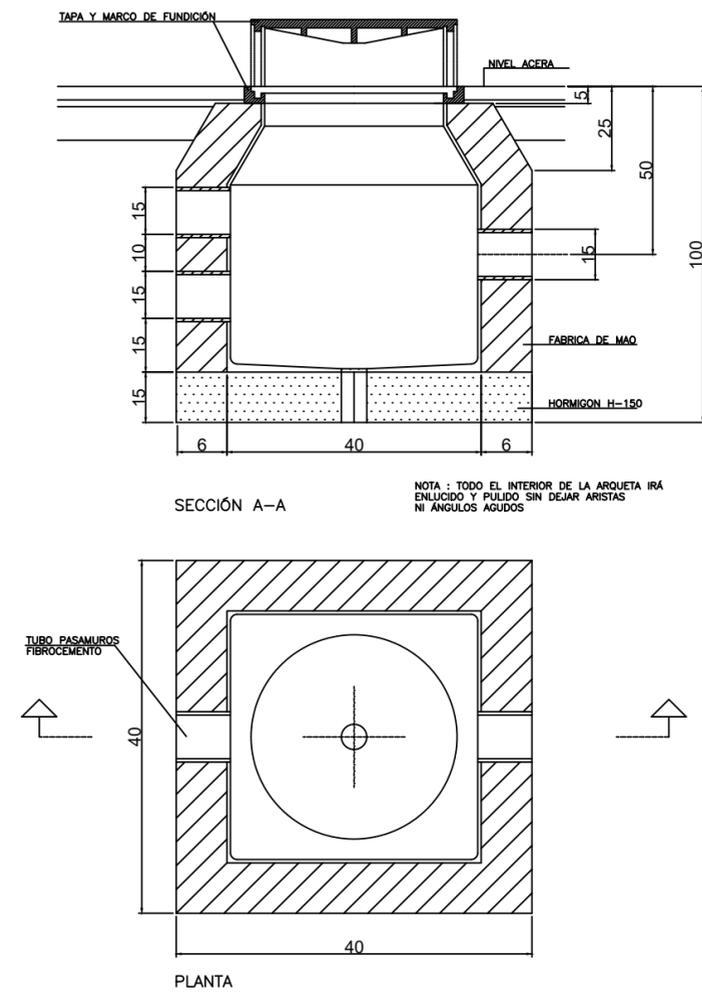
Septiembre de 2020

ARQUETA REGISTRO ALP



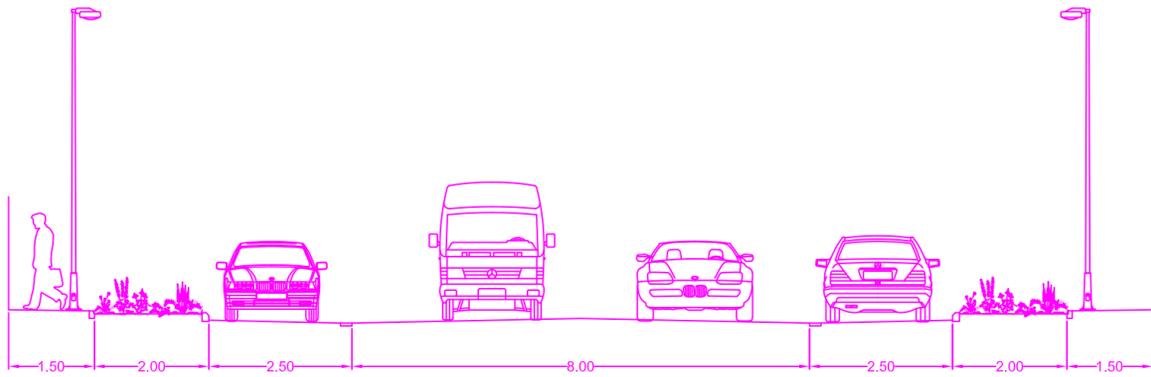
DIMENSIONES EN cm

ARQUETA DERIVACIÓN ALP ZONAS VERDES

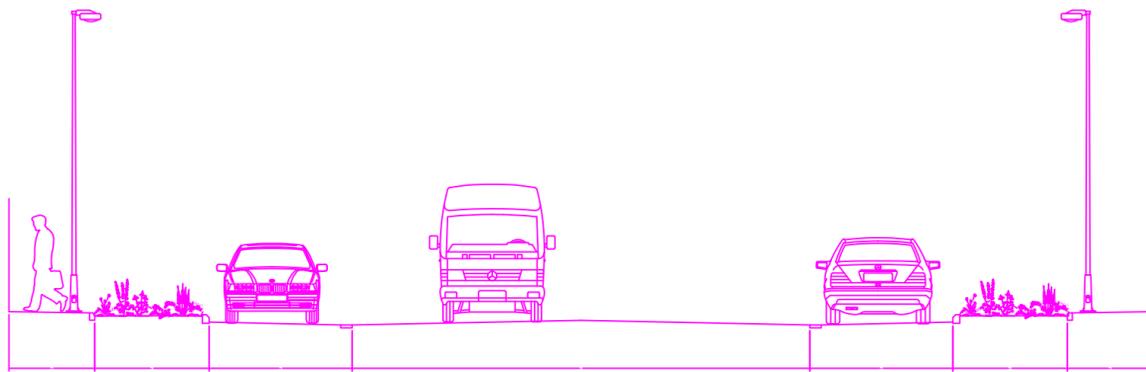


DIMENSIONES EN cm

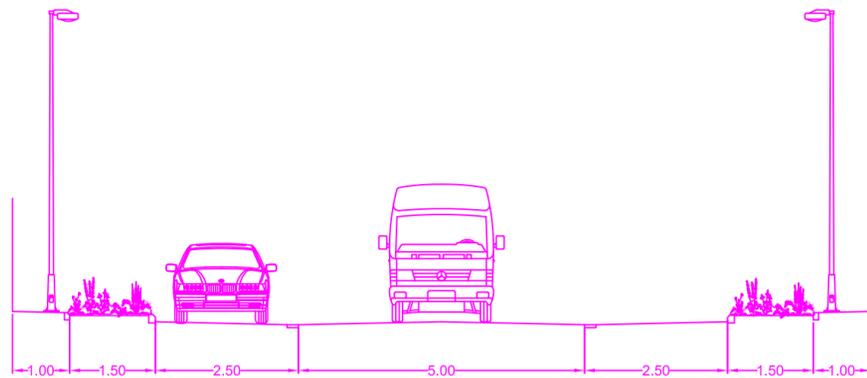
Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Detalles arquetas ALP		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RA-09	Fecha: Septiembre de 2020
	Escala: S/E	



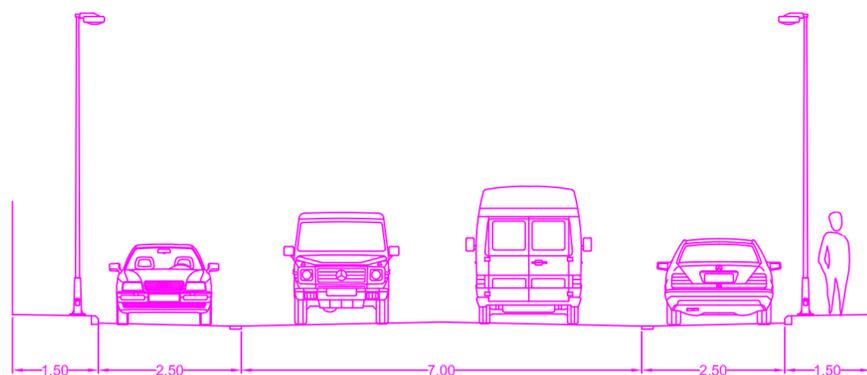
VIAL 20 MTS DOBLE DIRECCION



VIAL 20 MTS UNA DIRECCION



VIAL 15 MTS DIRECCION UNICA



VIAL 15 MTS DOBLE DIRECCION

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor:

Plano:
Detalle viales

Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

Número de plano:
RA-10

Escala:
1 / 100



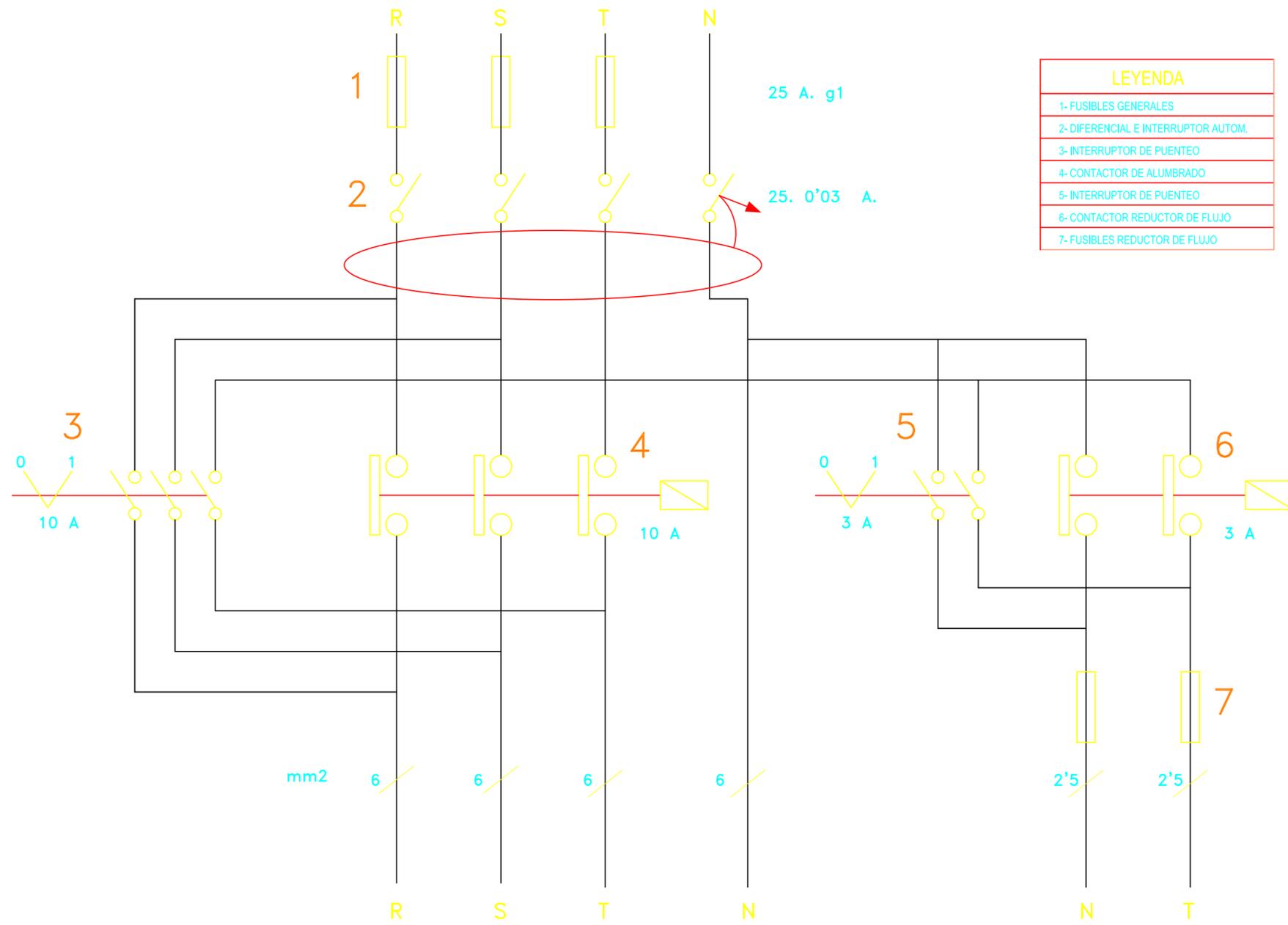
Autor del Proyecto:

Ernesto Ros Rausell

Fecha:

Septiembre de 2020

ESQUEMAS DE CUADRO DE MANDOS



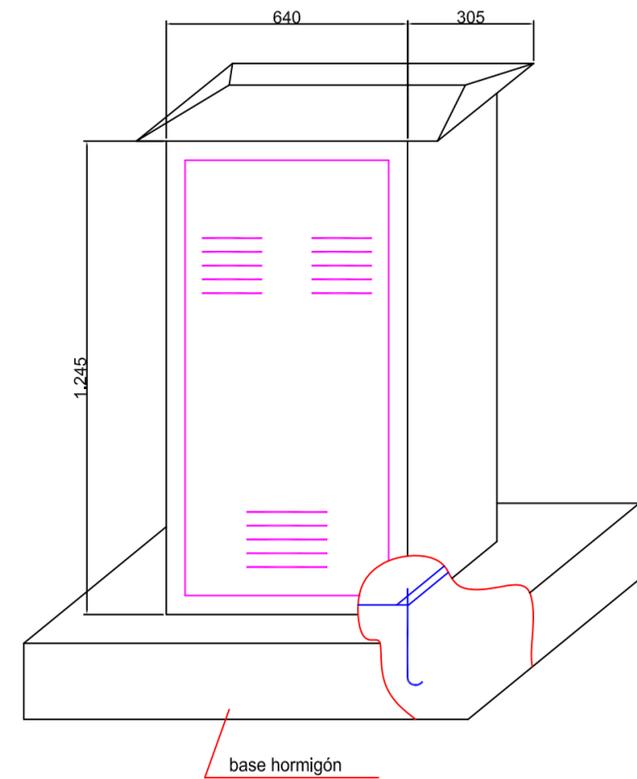
LEYENDA	
1-	FUSIBLES GENERALES
2-	DIFERENCIAL E INTERRUPTOR AUTOM.
3-	INTERRUPTOR DE PUNTEO
4-	CONTACTOR DE ALUMBRADO
5-	INTERRUPTOR DE PUNTEO
6-	CONTACTOR REDUCTOR DE FLUJO
7-	FUSIBLES REDUCTOR DE FLUJO

CIRCUITO ALUMBRADO

CIRCUITO DE REDUCTOR DE FLUJO

ARMARIO CUADRO MANDO

COTAS EN mm



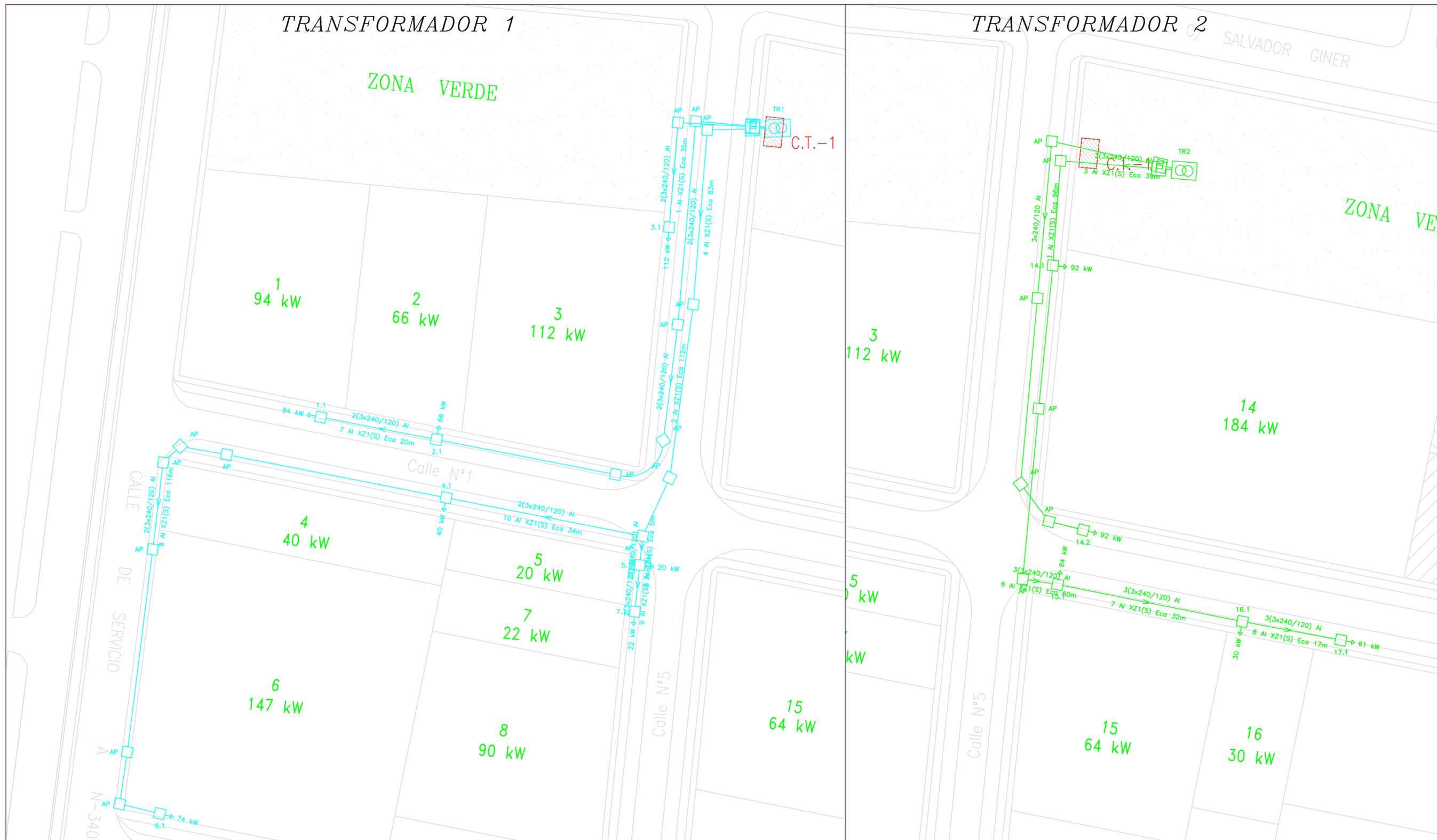
Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Unifilar cuadro de mando		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RA-11	Fecha: Septiembre de 2020
	Escala: S/E	



LEYENDA

- CT-1:**
 Salida 1-1 = parcela: 3.1 SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 1-2 = parcelas: 1.1 Y 2.1 SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 1-3 = parcela: 14.2 SECCION = 3(3x240+120) mm2 Al
 Salida 1-4 = parcelas: 14.1, 15.1, 16.1 Y 17.1. SECCION = 3(3x240+120) mm2 Al
 Salida 1-5 = parcelas: 4.1, 5.1, 6.1 Y 7.1 SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
- CT-2:**
 Salida 2-1 = parcelas: E.2, E.3, 17.2, Y 20.1 SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 2-2 = parcelas: 30.1, 31.2 Y 32.1. SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 2-3 = parcelas: E.1, Y 25.1 SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 2-4 = parcelas: 26.1, 27.1 Y 29.1. SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 2-5 = parcelas: 28.1 Y 29.2. SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
- CT-3:**
 Salida 3-1 = parcelas: 21.1 Y 23.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 3-2 = parcela: 21.2. SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 3-3 = parcelas: 8.1, 9.1 Y 18.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 3-4 = parcelas: 6.2 Y 10.1 SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 3-5 = parcelas: 12.1 Y 13.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 3-6 = parcela: 11.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 3-7 = parcelas: 19.1 Y 20.2 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 3-8 = parcelas: 22.1 Y 24.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 3-9 = parcelas: 22.2 Y 22.3 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
- CT-4:**
 Salida 4-1 = parcelas: 31.2, 34.1 Y 35.1. SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 4-2 = parcelas: 37.1, 38.1 Y 39.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 4-3 = parcelas: 42.1, 46.1, 47.1, 47.2 SECCION = 2(3x240+120) mm2 Al
 Salida 4-4 = parcelas: 43.1, 44.1, 45.1, 42.2, 42.3 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 4-5 = parcelas: 42.4 Y 42.5. SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 4-6 = parcelas: 37.2 Y 40.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 4-7 = parcelas: 41.1 Y 41.2 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 4-8 = parcelas: 35.2 Y 36.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
 Salida 4-9 = parcelas: 32.2 Y 33.1 SECCION = 3x240+120 mm2 Al
- ☒ ARQUETA DERIVACIÓN Y CAMBIO DIRECCIÓN

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Líneas subterráneas de baja tensión		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RBT-01	Fecha: Septiembre de 2020
	Escala: 1 / 1000	



Red Baja Tensión CT1 Distribución Transformador 1

PROTECCIONES

Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In./Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	200	120	
2	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	
7	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	
4	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	
8-8	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	

Red Baja Tensión CT1 Distribución Transformador 2

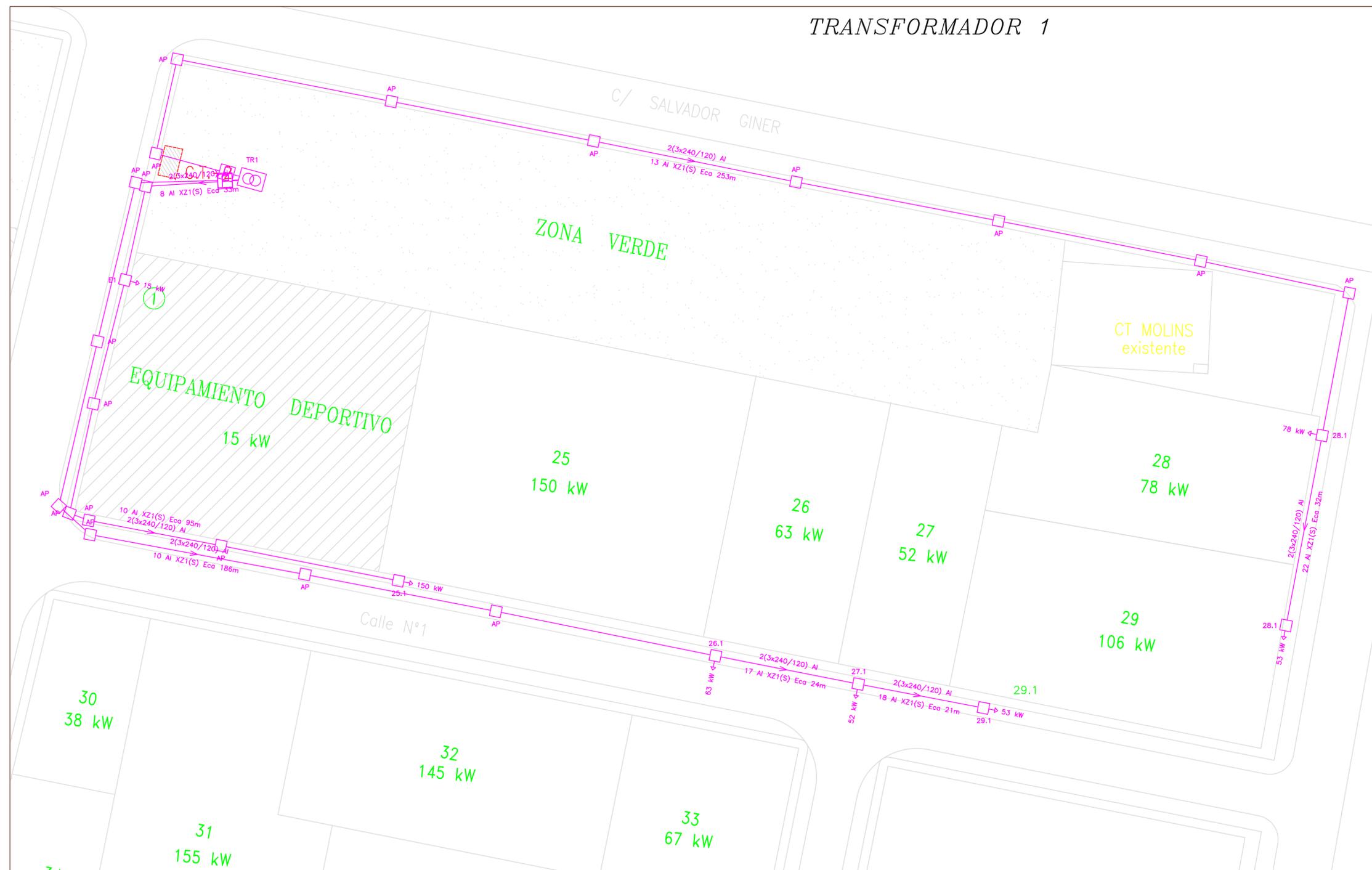
PROTECCIONES

Tension(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
 Cos fi: 0.9
 Coef.simultaneidad: 1
 Transformador (Círculo con T) Arqueta (Cuadrado)
 Línea: (Núm. línea) Al XZ1

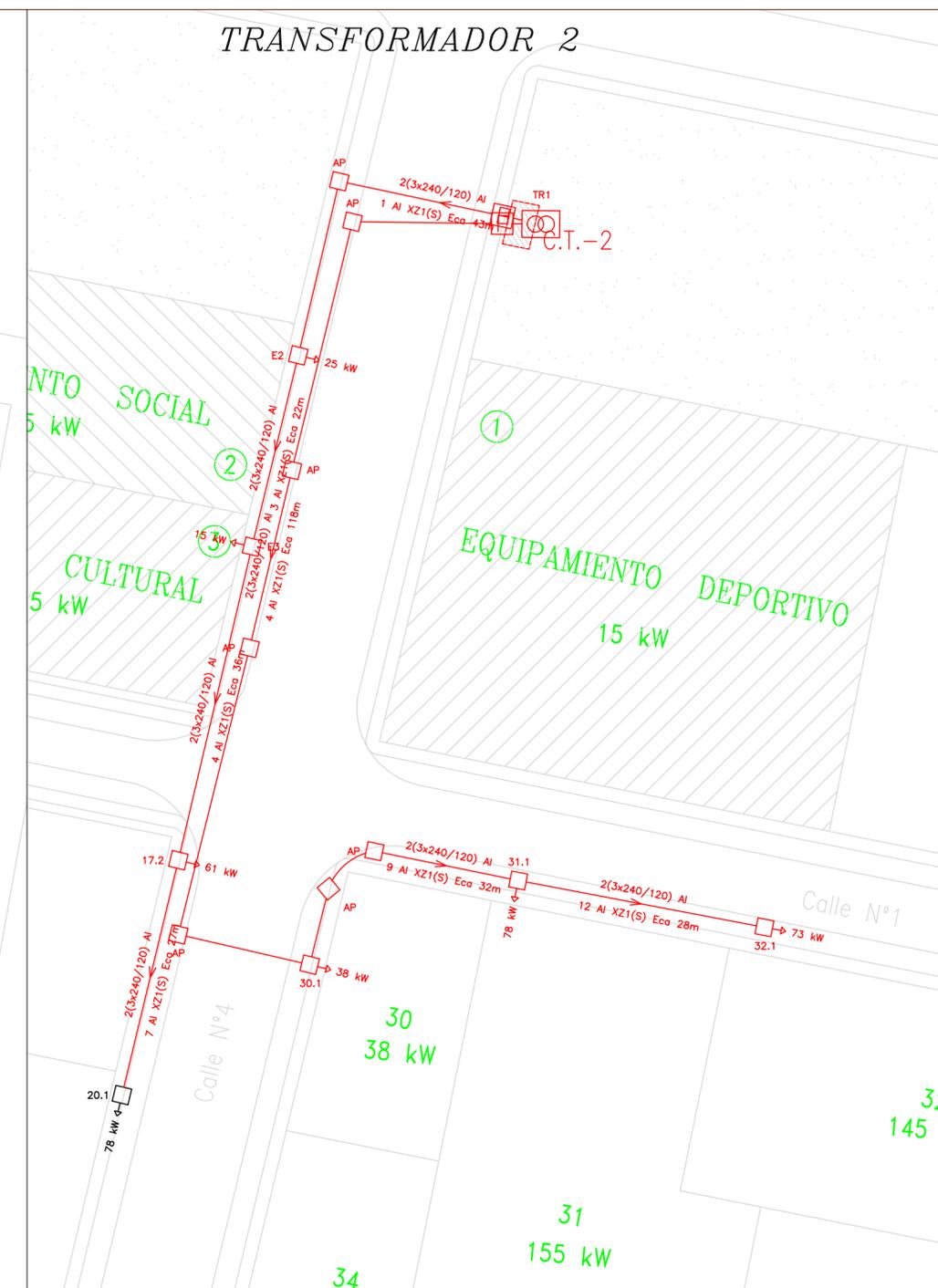
Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In./Ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	160	120	
3	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	400	120	
7-6	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	400	120	

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		<p>UNIVERSITAT JAUME I</p>
Promotor: ----		
Plano: Unifilar CT1		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RBT-02	Fecha: Septiembre de 2020
	Escala: S/E	

TRANSFORMADOR 1

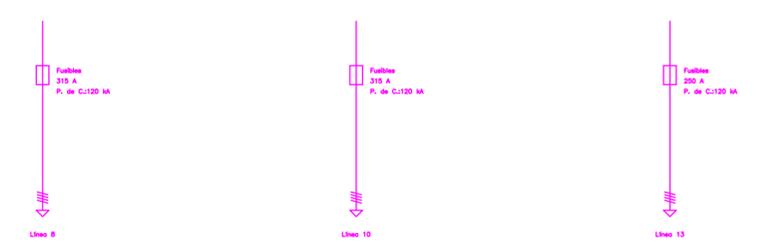


TRANSFORMADOR 2



Red Baja Tensión CT2 Transformador 1

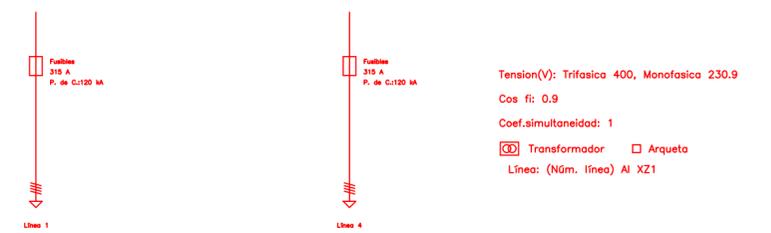
PROTECCIONES



Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In./reg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
8	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	
10	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	
13	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	250	120	

Red Baja Tensión CT2 Transformador 2

PROTECCIONES



Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.In./reg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	
3-4	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	
9-7	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eca	3 Unp.	315	120	

Tension(V): Trifasica 400, Monofasica 230.9
 Cos fi: 0.9
 Coef.simultaneidad: 1
 [Caja] Transformador [Cuadrado] Arqueta
 Línea: (Núm. línea) Al XZ1

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor:

Plano:
Unifilar CT2

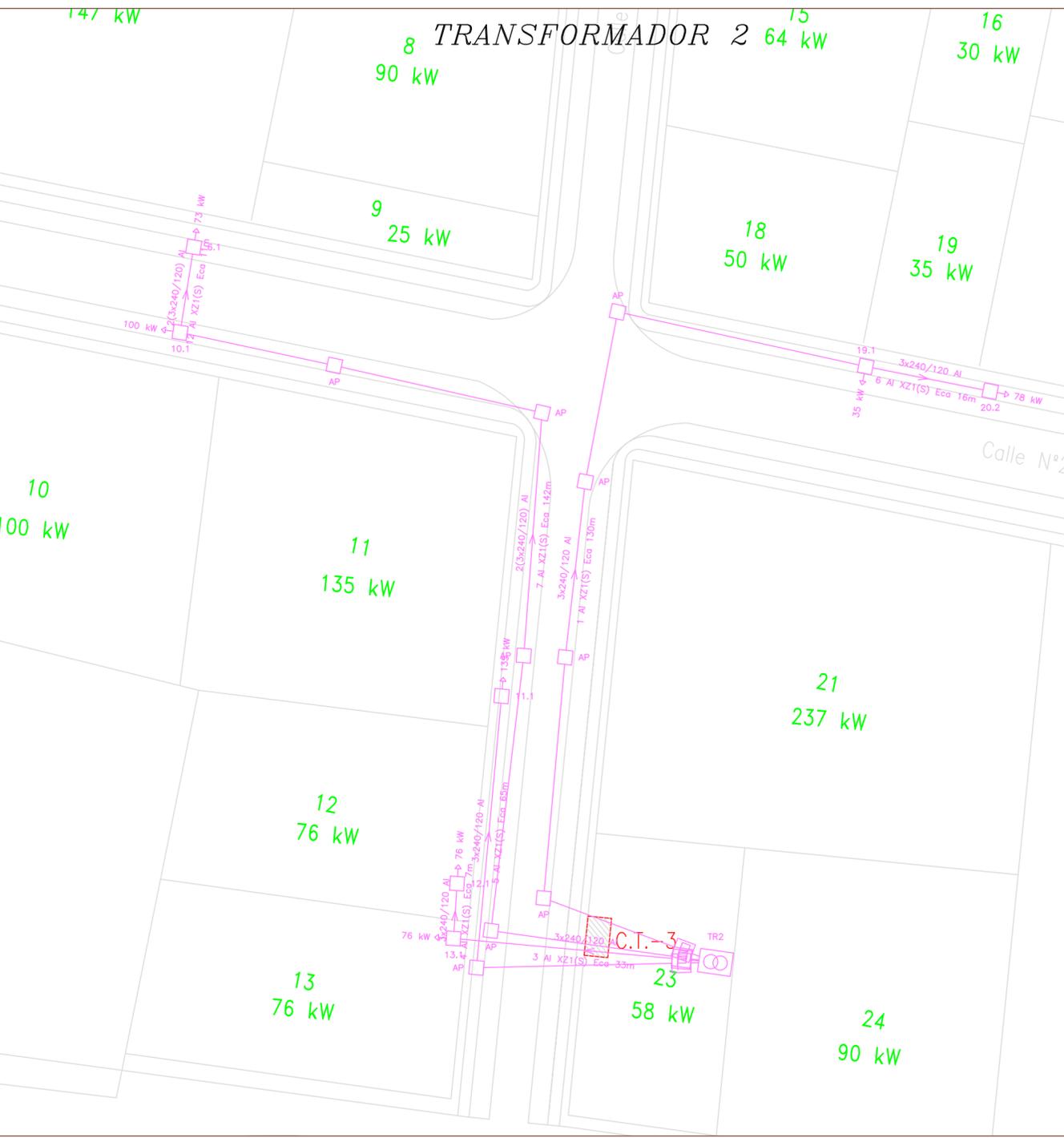
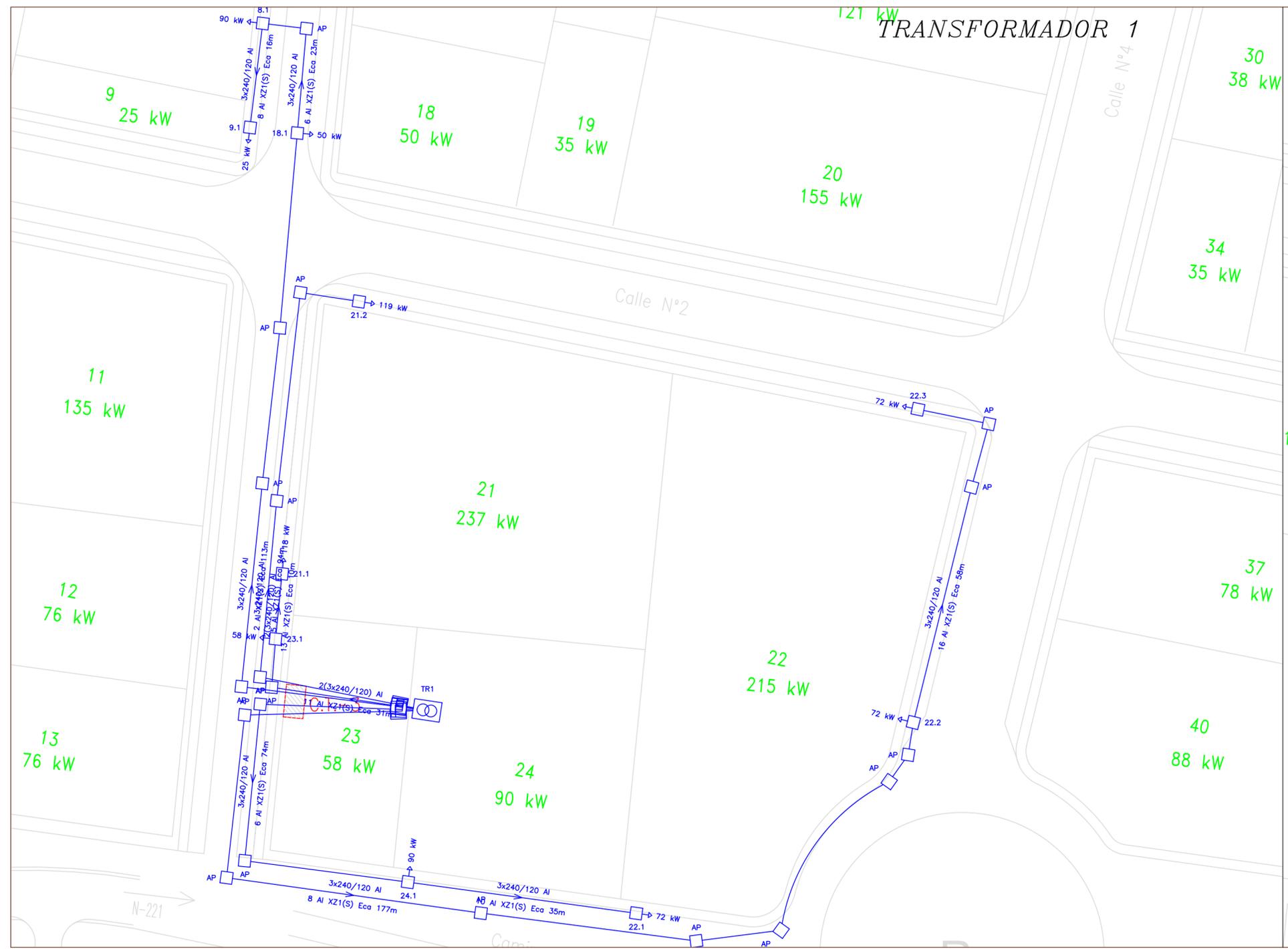
Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

Autor del Proyecto:
Ernesto Ros Rausell

Número de plano:
RBT-03

Escala:
S/E

Fecha:
Septiembre de 2020



Red Baja Tensión CT3 Transformador 1 PROTECCIONES

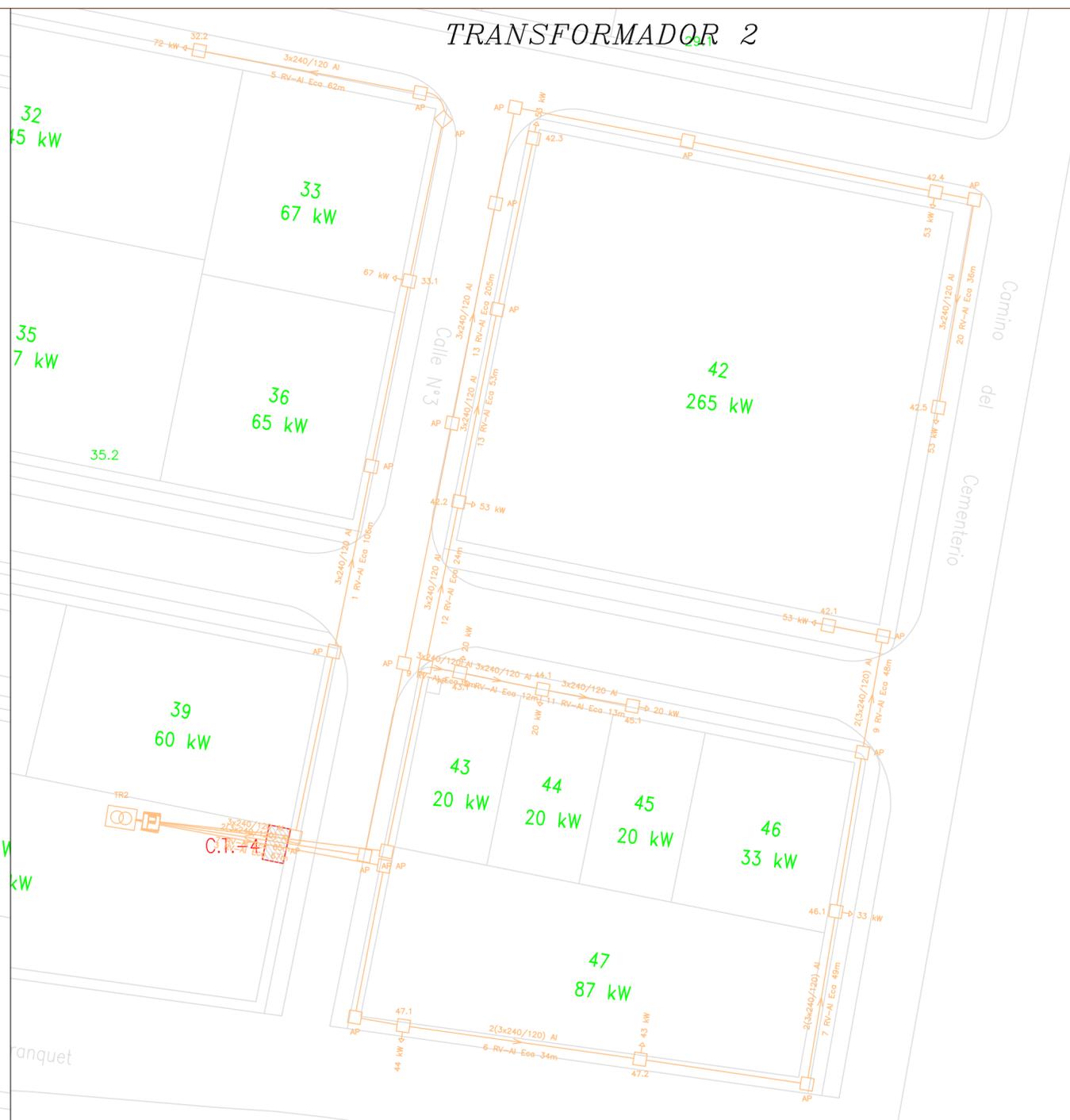
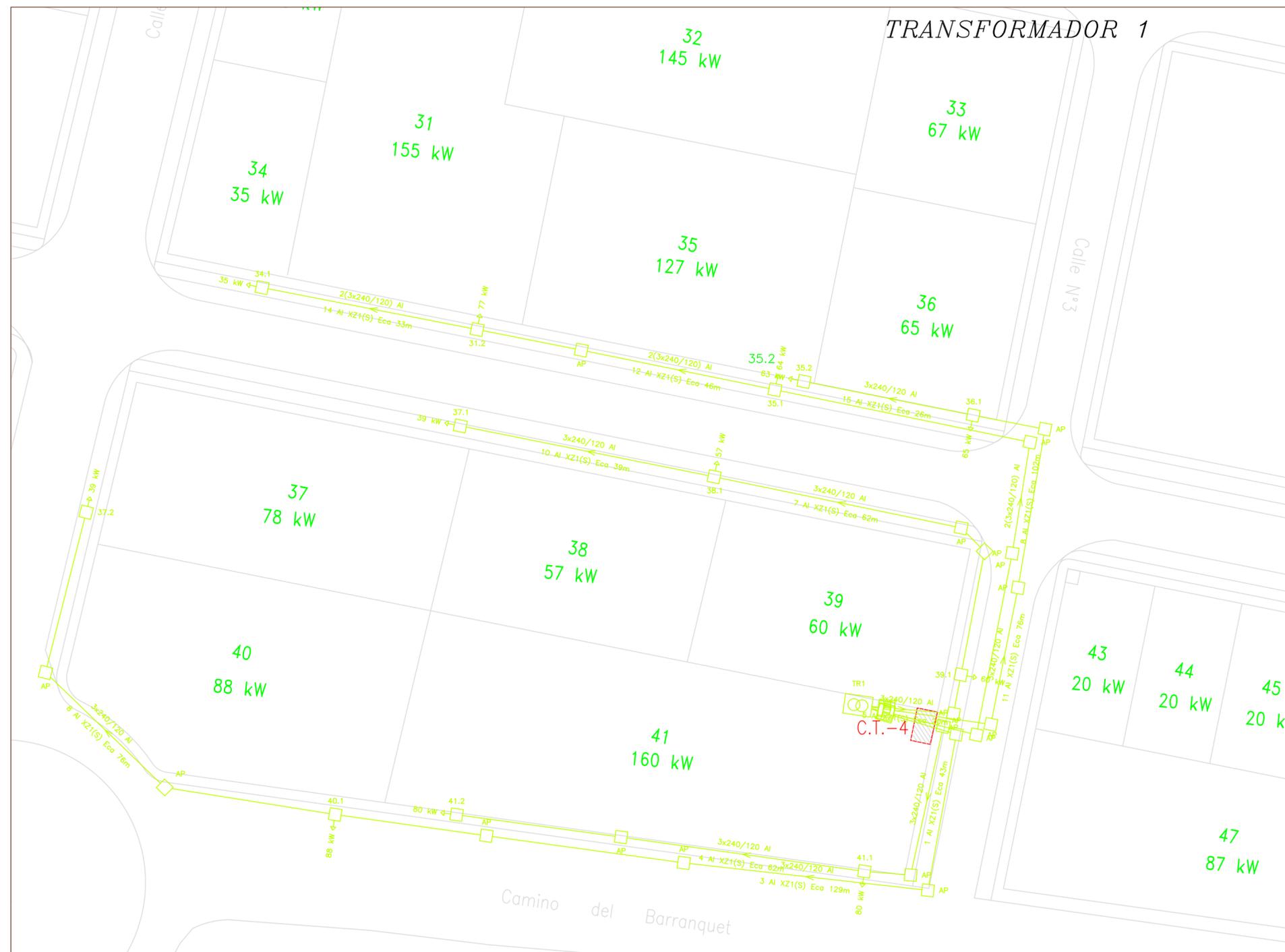
Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.in./reg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
2	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	3 Unp.	160	120	
5	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	125	120	
6	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	160	120	
8	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	160	120	
11	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	200	120	

Red Baja Tensión CT3 Transformador 2 PROTECCIONES

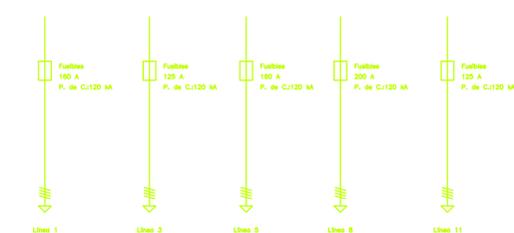
Tension(V): Trifásica 400, Monofásica 230.9
 Cos fi: 0.9
 Coef.simultaneidad: 0.6
 Transformador Arqueta
 Línea: (Núm. línea) Al XZ1

Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.in./reg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	125	120	
3	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	160	120	
5	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	160	120	
7	Ent.Bajo Tubo	Al XZ1(S) Eco	Unp.	200	120	

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		
Promotor: ----		
Plano: Unifilar CT3		Autor del Proyecto:
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"		Ernesto Ros Rausell
Número de plano: RBT-04		Fecha:
Escala: S/E		Septiembre de 2020

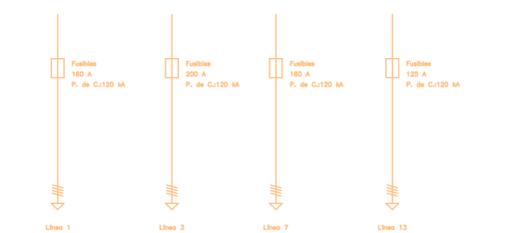


Red Baja Tensión CT4 Transformador 1
PROTECCIONES



Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.Ln/ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	AI XZ1(S) Eco	3 Unp.	160	120	
3	Ent.Bajo Tubo	AI XZ1(S) Eco	Unp.	125	120	
5	Ent.Bajo Tubo	AI XZ1(S) Eco	Unp.	160	120	
8	Ent.Bajo Tubo	AI XZ1(S) Eco	Unp.	200	120	
11	Ent.Bajo Tubo	AI XZ1(S) Eco	Unp.	125	120	

Red Baja Tensión CT4 Transformador 2
PROTECCIONES



Línea	Canalización	Aislamiento	Polaridad	Prot.Ln/ireg(A)	PdeC(kA)	Curvas Validas
1	Ent.Bajo Tubo	RV-AI Eco	Unp.	160	120	
3	Ent.Bajo Tubo	RV-AI Eco	Unp.	200	120	
7	Ent.Bajo Tubo	RV-AI Eco	Unp.	160	120	
13	Ent.Bajo Tubo	RV-AI Eco	Unp.	125	120	

Tension(V): Trifasica 400, Monofasica 230.9
Cos fi: 0.9
Coef.simultaneidad: 0.6
[Symbol] Transformador [Symbol] Arqueta
Línea: (Núm. línea) AI XZ1

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor:

Plano:
Unifilar CT4

Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

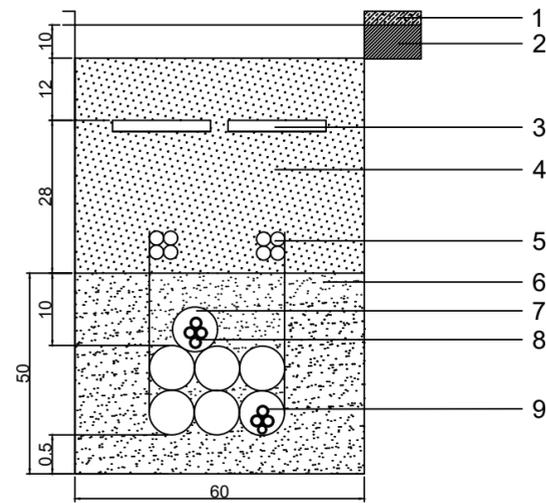
Número de plano:
RBT-05

Escala:
S/E

Autor del Proyecto:
Ernesto Ros Rausell

Fecha:
Septiembre de 2020

CANALIZACIÓN LSBT PARCELAS CONSUMO Y ALUMBRADO

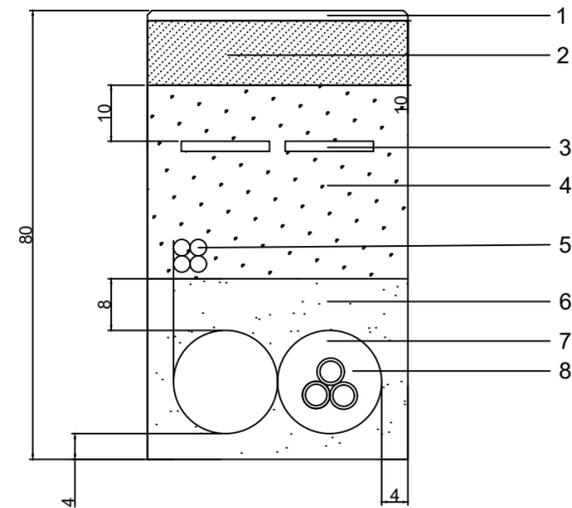


LEYENDA

- 1 - PAVIMENTO
- 2 - FIRME
- 3 - CINTA SEÑALIZACIÓN
- 4 - RELLENO ZANJA CON TIERRA, ARENA, LODO O ZAHORRAS
- 5 - MULTICONDUCTOR DE CONTROL
- 6 - ASIENTO TUBOS, ARENA DE RÍO
- 7 - TUBO PROTECTOR HDPE CURVABLE CORRUGADO $\varnothing 90$ mm
- 8 - 4XCONDUCTOR UNIPOLAR XLPEZ1 0.6/1 kV SECCIÓN 6mm^2 RED ALUMBRADO
- 9 - 3XCONDUCTOR UNIPOLAR XLPEZ1 0.6/1 kV SECCIÓN 240mm^2 Y NEUTRO SECCIÓN 120mm^2 RED PARCELAS DE CONSUMO, $\varnothing 160$ mm TUBO PROTECTOR PVC.

DIMENSIONES EN cm

CANALIZACIÓN LSMT

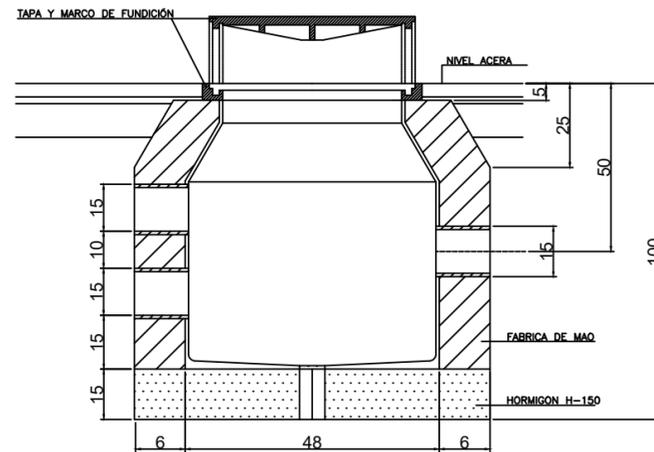


LEYENDA

- 1 - BALDOSA
- 2 - HORMIGÓN HNE-15
- 3 - CINTA SEÑALIZACIÓN CABLES ELÉCTRICOS
- 4 - RELLENO ÁRIDO RECICLADO ZAHORRAS, TODO UNO
- 5 - MULTICONDUCTOR DE CONTROL
- 6 - ARENA DE RÍO LAVADA
- 7 - TUBO PROTECTOR HDPE CURVABLE CORRUGADO $\varnothing 16$ cm
- 8 - TERNA UNIPOLAR HEPRZ1 12/20 kV ALUMINO SECCIÓN 240mm^2

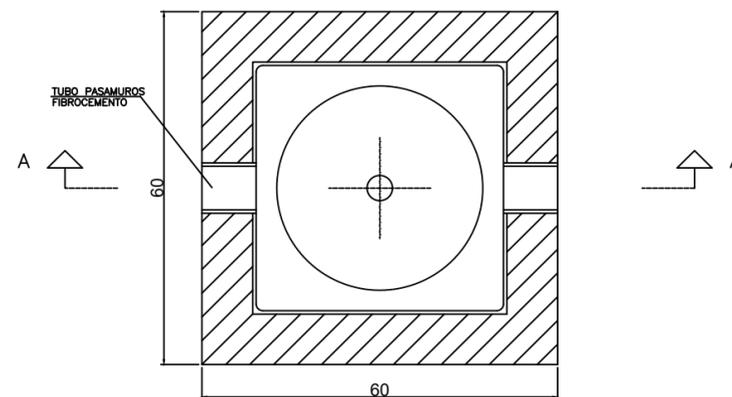
DIMENSIONES EN cm

ARQUETA REGISTRO BT VIALES



SECCIÓN A-A

NOTA : TODO EL INTERIOR DE LA ARQUETA IRÁ ENLUCIDO Y PULIDO SIN DEJAR ARISTAS NI ÁNGULOS AGUDOS



PLANTA

DIMENSIONES EN cm

Proyecto:
PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)

Promotor:

Plano:
Canalización LSBT, LSMT y arquetas BT parcelas

Emplazamiento:
Polígono industrial "LA CLOSA"

Número de plano:

RBT-06

Escala:

S/E

Autor del Proyecto:

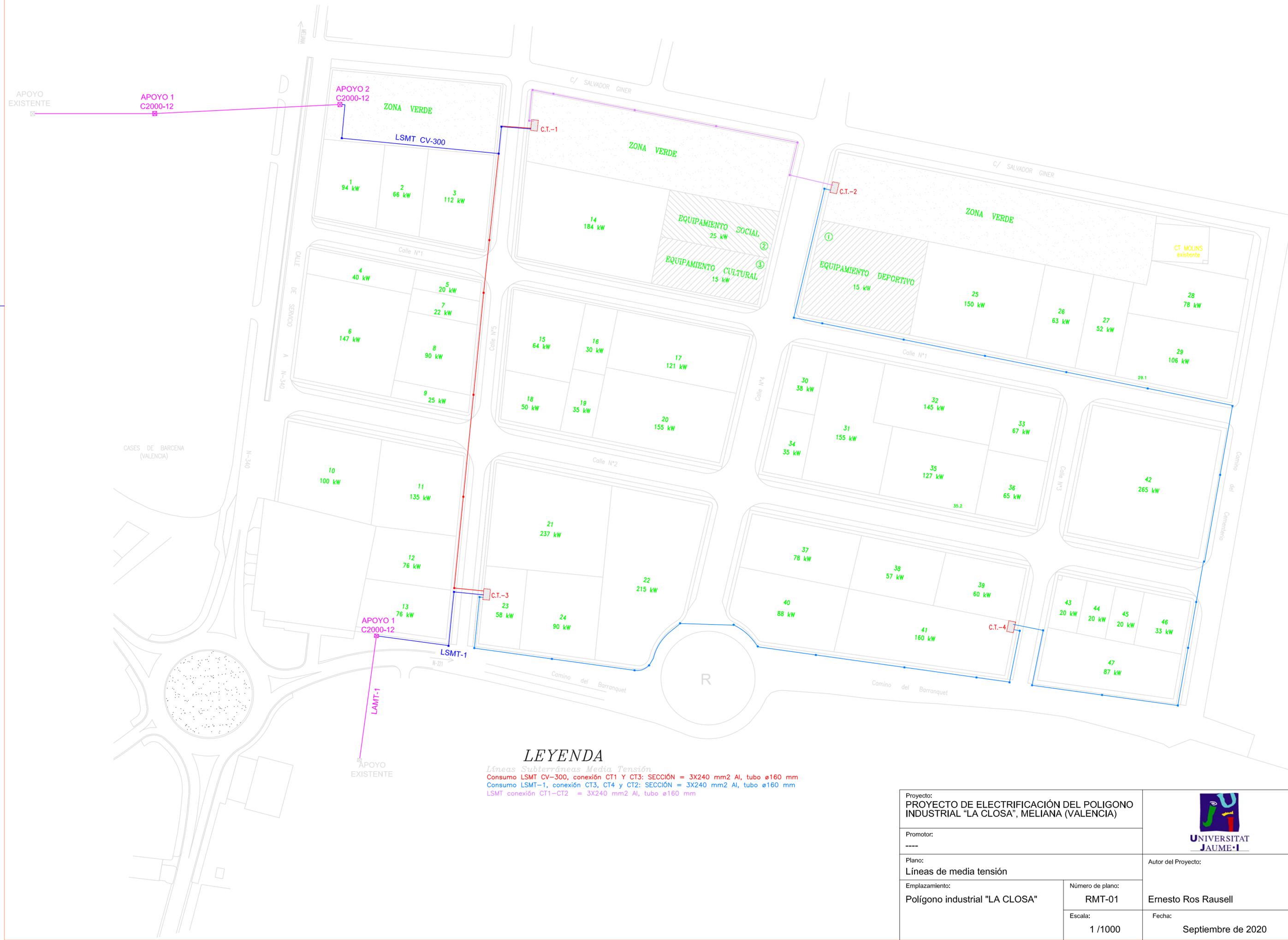
Ernesto Ros Rausell

Fecha:

Septiembre de 2020



UNIVERSITAT
JAUME I



LEYENDA

Líneas Subterráneas Media Tensión
 Consumo LSMT CV-300, conexión CT1 Y CT3: SECCIÓN = 3X240 mm² Al, tubo ø160 mm
 Consumo LSMT-1, conexión CT3, CT4 y CT2: SECCIÓN = 3X240 mm² Al, tubo ø160 mm
 LSMT conexión CT1-CT2 = 3X240 mm² Al, tubo ø160 mm

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Promotor: ----		
Plano: Líneas de media tensión		Fecha: Septiembre de 2020
Emplazamiento: Poligono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RMT-01	
Escala: 1 / 1000		

APOYO EXISTENTE

APOYO 1
C2000-12

APOYO 2
C2000-12

ZONA VERDE

LSMT CV-300

C.T.-1

ZONA VERDE

C.T.-2

ZONA VERDE

CT MOLINS
existente

EQUIPAMIENTO SOCIAL
25 kW

EQUIPAMIENTO CULTURAL
15 kW

EQUIPAMIENTO DEPORTIVO
15 kW

1
94 kW

2
66 kW

3
112 kW

14
184 kW

4
40 kW

5
20 kW

7
22 kW

6
147 kW

8
90 kW

9
25 kW

15
64 kW

16
30 kW

17
121 kW

18
50 kW

19
35 kW

20
155 kW

30
38 kW

32
145 kW

33
67 kW

34
35 kW

31
155 kW

35
127 kW

36
65 kW

10
100 kW

11
135 kW

21
237 kW

12
76 kW

22
215 kW

13
76 kW

C.T.-3

23
58 kW

24
90 kW

37
78 kW

38
57 kW

39
60 kW

40
88 kW

41
160 kW

C.T.-4

43
20 kW

44
20 kW

45
20 kW

46
33 kW

47
87 kW

26
63 kW

27
52 kW

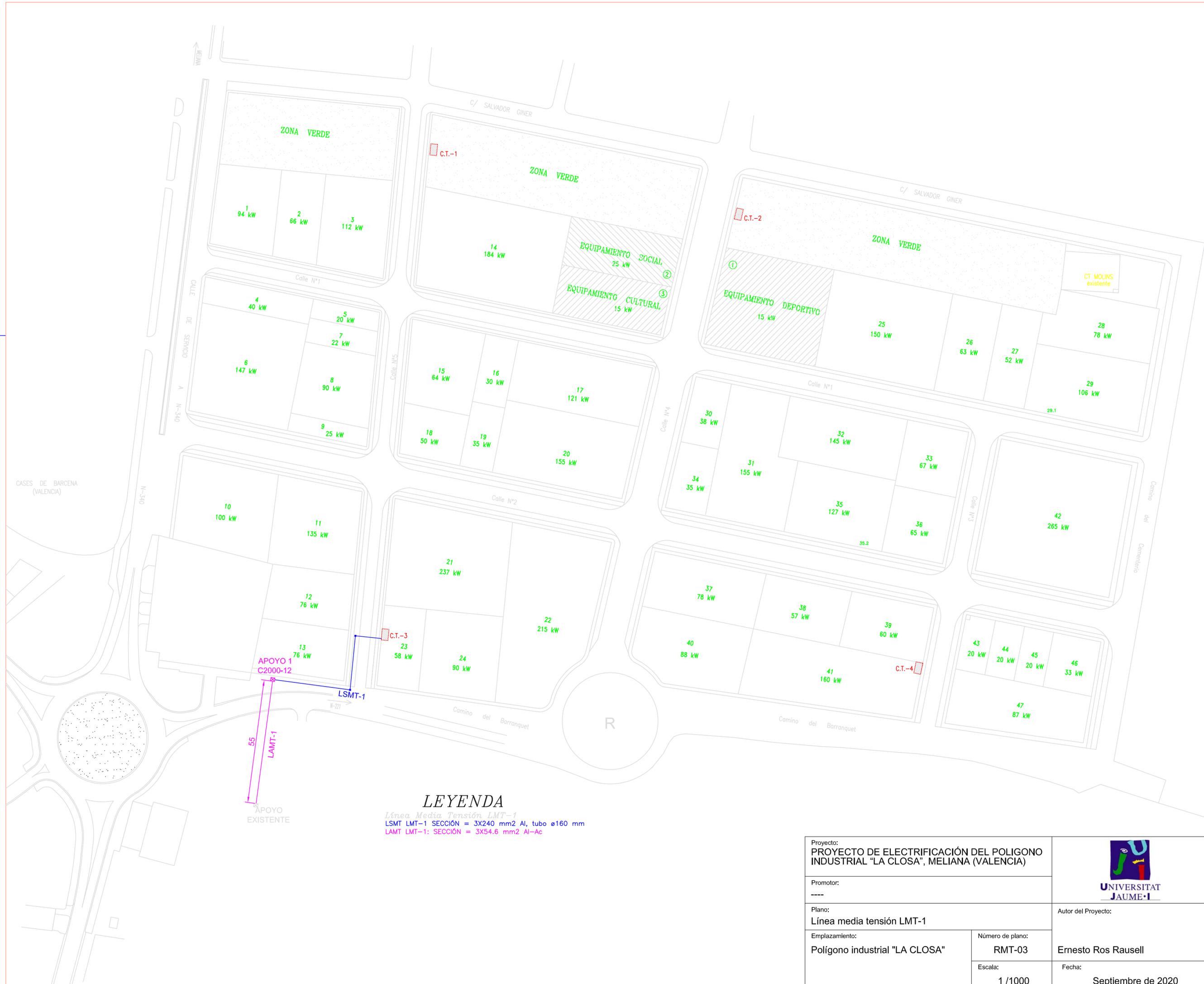
28
78 kW

29
106 kW

LEYENDA

Línea Media Tensión CV-300
LSMT CV-300 SECCIÓN = 3X240 mm² Al, tubo ø160 mm
LAMT CV-300: SECCIÓN = 3X54.6 mm² Al-Ac

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Línea media tensión CV-300		Autor del Proyecto:
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RMT-02	Ernesto Ros Rausell
	Escala: 1 / 1000	



LEYENDA
 Línea Media Tensión LMT-1
 LSMT LMT-1 SECCIÓN = 3X240 mm² Al, tubo ø160 mm
 LAMT LMT-1: SECCIÓN = 3X54.6 mm² Al-Ac

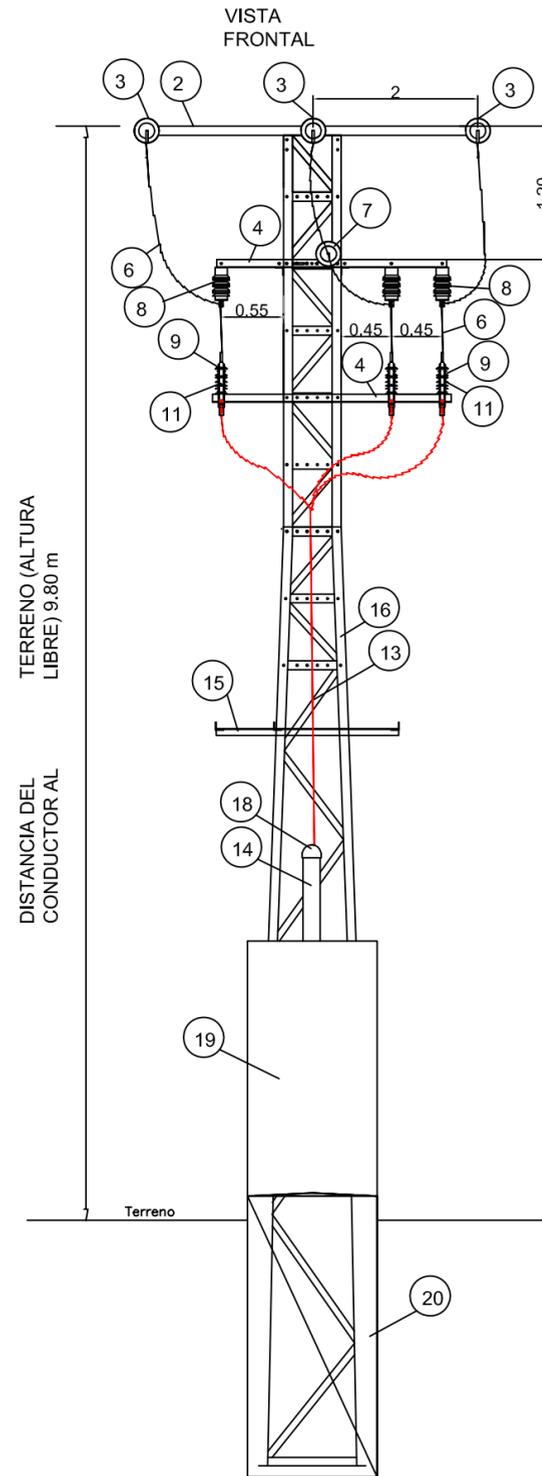
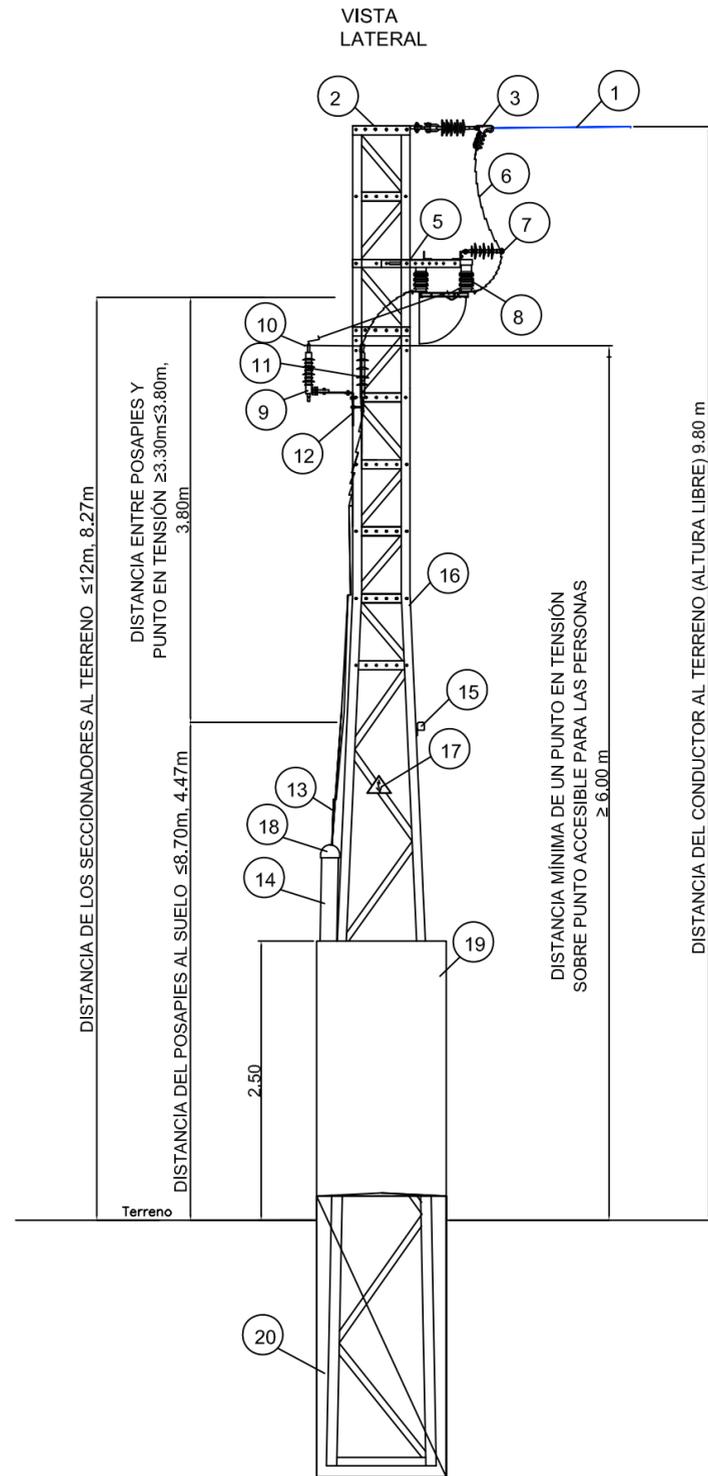
Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Línea media tensión LMT-1		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RMT-03	Fecha: Septiembre de 2020
	Escala: 1 / 1000	



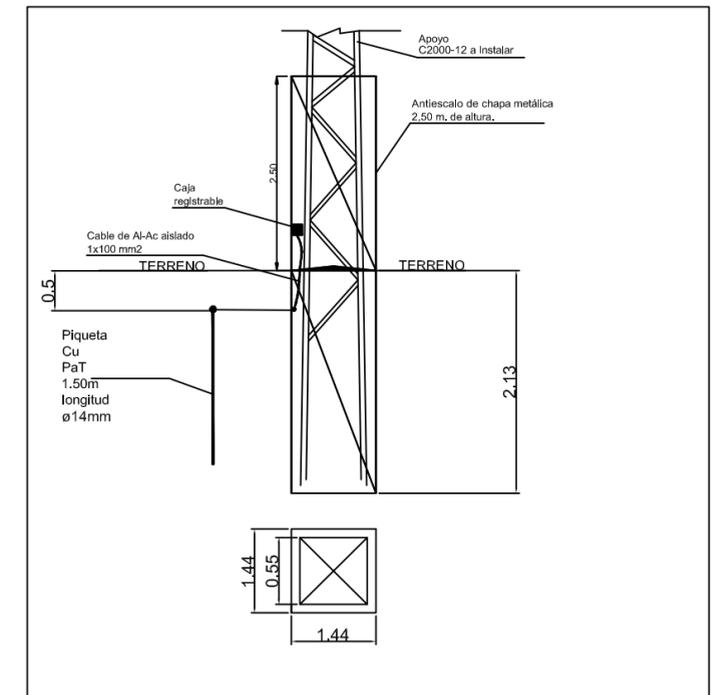
LEYENDA

Línea Media Tensión LMT-2
 LSMT LMT-2 SECCIÓN = 3X240 mm² Al, tubo ø160 mm
 LAMT LMT-2: SECCIÓN = 3X54,6 mm² Al-Ac

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Línea media tensión LMT-2		Autor del Proyecto: Ernesto Ros Rausell
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RMT-04	Fecha: Septiembre de 2020
Escala: 1 / 1000		



TOMA DE TIERRA

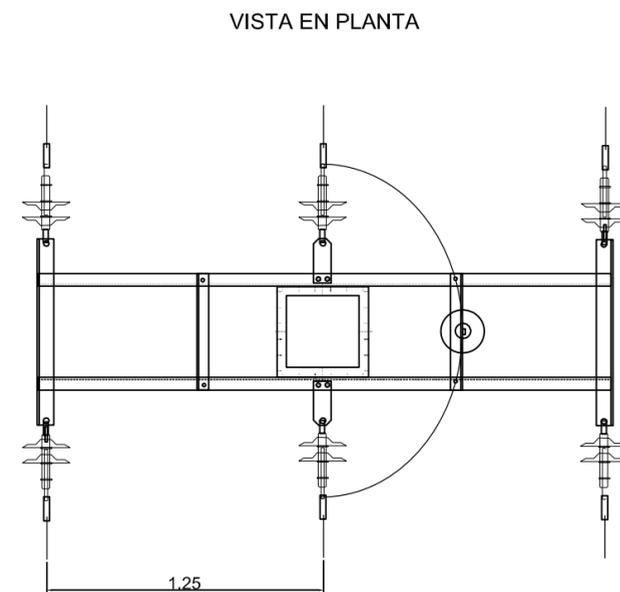
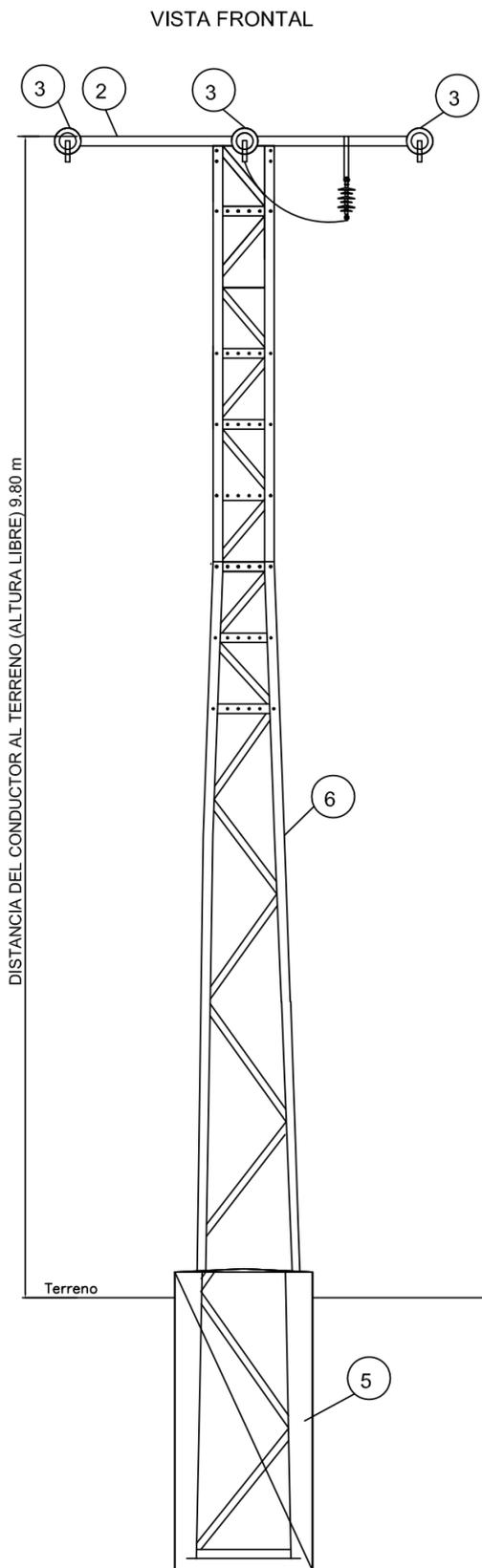
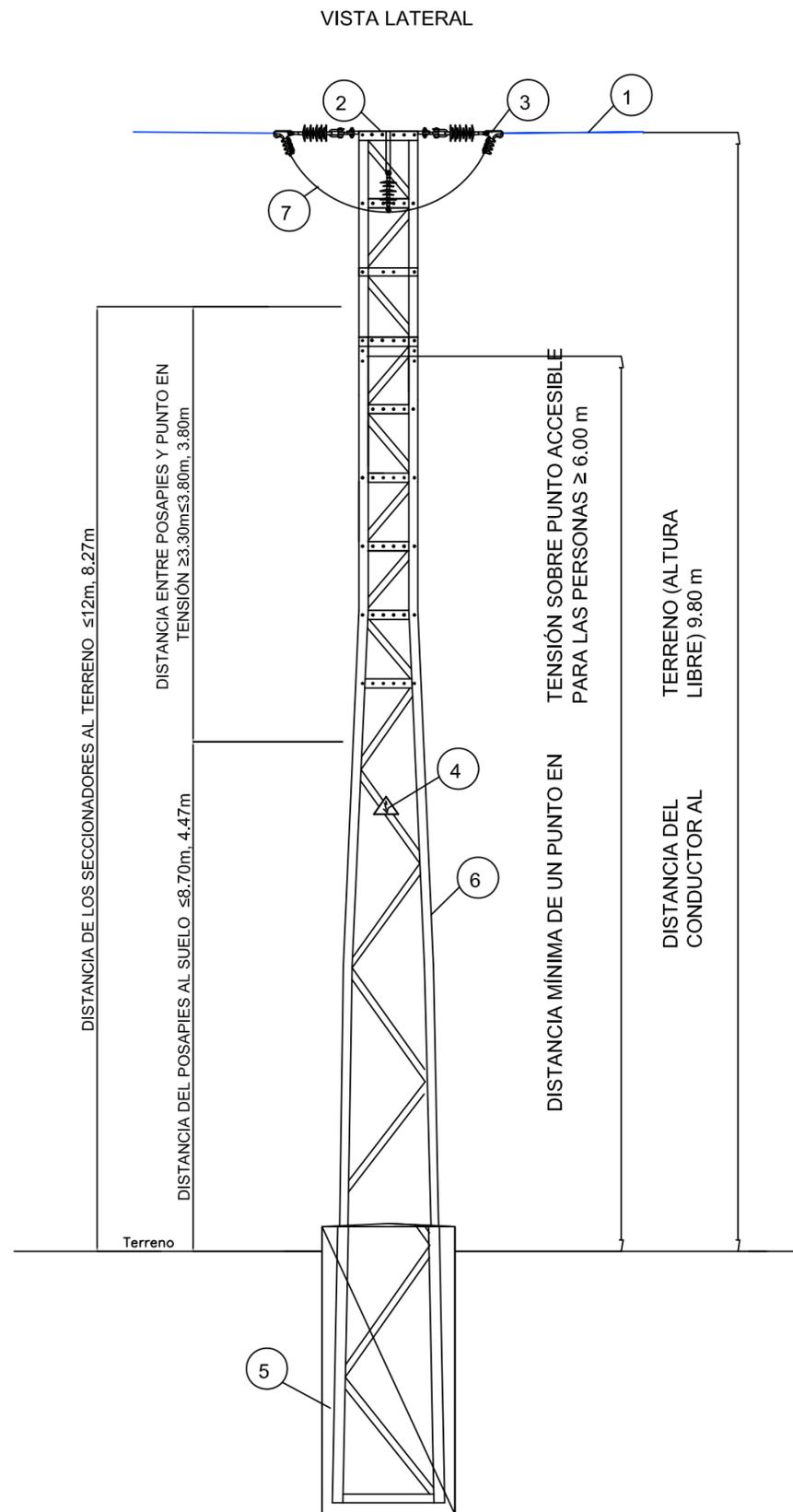


LEYENDA

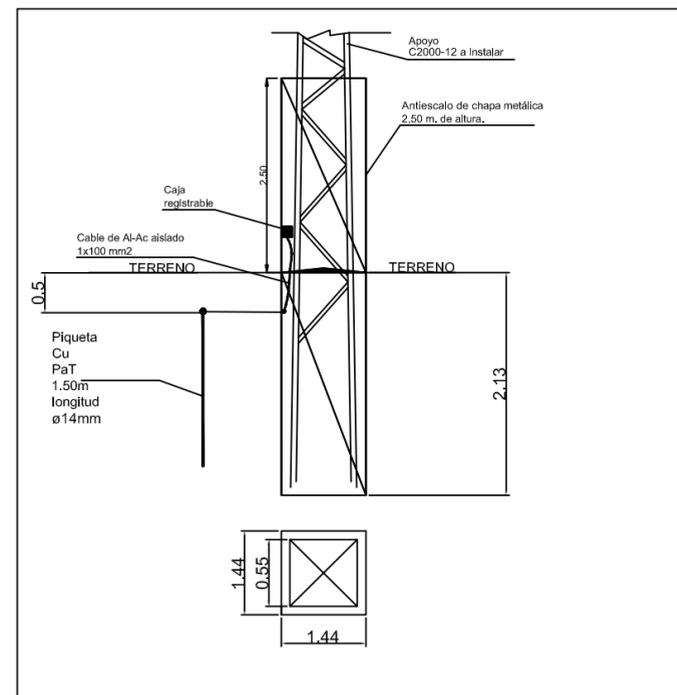
- 1 CONDUCTOR EXISTENTE DE Al-Ac SC 47-AL1/8ST1A (LA-56)
- 2 CRUCETA RC 3-T
- 3 CADENA AMARRE COMPOSITE U70YB20.
- 4 ANGULAR L-70.7-2040.
- 5 ANGULAR L-60.5-700.
- 6 PUENTES CON CABLE DE Al-Ac SC 47-AL1/8ST1A (LA-56)
- 7 AISLADOR DE APOYO COMPUESTO U70PP20 (NI 48.08.01)
- 8 SECCIONADOR UNIPOLAR LÍNEA AÉREA SELA U24 (NI 74.51.01)
- 9 PARARRAYOS AUTOVÁLVULA POM-P21/10 CON FUSIBLE DE EXPULSIÓN BP-CFEM 24
- 10 PUNTO FIJO DE PUESTA A TIERRA PFPT (NI 52.30.24)
- 11 TERMINACIÓN CABLE SUBTERRÁNEO TES-24 (NI 56.80.02)
- 12 CHAPA METÁLICA CH-8-300 (NI 52.30.24)
- 13 CONDUCTOR CABLE AISLADO HEPRZ1 12/20 1X240 K+A1+H16 (NI 56.43.01)
- 14 TUBO PROTECCIÓN ACERO GALVANIZADO PARA BAJADA LSMT TPC-AC 165X3000 (NI 52.95.51)
- 15 SOPORTES POSAPIES CON APOYOS DE CELOSÍA CON ZAPATA DE ANCLAJE SPCZ (NI 52.38.01)
- 16 APOYO C2000-12 A INSTALAR
- 17 PLACA DE RIESGO ELÉCTRICO
- 18 CONJUNTO TERMORETRÁCTIL PARA SELLADO TUBO (NI 06.48.01)
- 19 ANTIESCALO DE CHAPA METÁLICA
- 20 CIMENTACIÓN APOYO

COTAS EN m

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Apoyo fin de línea con conversión		Autor del Proyecto:
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RMT-05	Ernesto Ros Rausell
	Escala: S/E	Fecha: Septiembre de 2020



TOMA DE TIERRA



LEYENDA

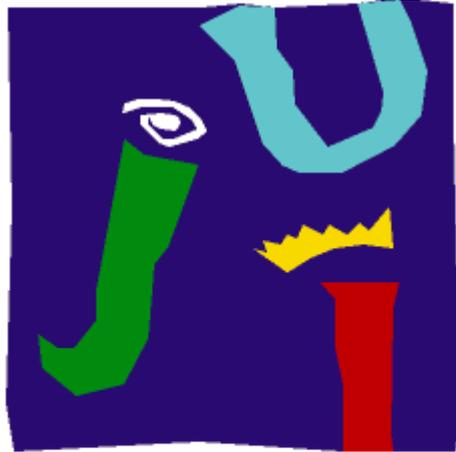
- 1 CONDUCTOR EXISTENTE DE Al-Ac SC 47-AL1/8ST1A (LA-56)
- 2 CRUCETA RC2-12.5S
- 3 CADENA AMARRE COMPOSITE U70YB20.
- 4 PLACA DE RIESGO ELÉCTRICO
- 5 CIMENTACIÓN APOYO
- 6 APOYO C2000-12 A INSTALAR
- 7 PUENTES CON CABLE DE Al-Ac SC 47-AL1/8ST1A (LA-56)

Proyecto: PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL "LA CLOSA", MELIANA (VALENCIA)		 UNIVERSITAT JAUME I
Promotor: ----		
Plano: Apoyo de anclaje con ángulo		Autor del Proyecto:
Emplazamiento: Polígono industrial "LA CLOSA"	Número de plano: RMT-06	Ernesto Ros Rausell
	Escala: S/E	Fecha: Septiembre de 2020

UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAT
JAUME·I**

**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL “LA CLOSA”,
MELIANA (VALENCIA)**

4-PLIEGO DE CONDICIONES

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Ros Rausell, Ernesto

DIRECTOR

Beltrán San Segundo, Héctor

3. Pliego de condiciones.

1.	Red de Baja Tensión	4
1.1	Alumbrado	4
1.1.1	Objeto.....	4
1.1.2	Disposiciones generales.....	4
1.1.3	Organización del trabajo.....	4
1.1.4	Datos de la obra.	5
1.1.5	Replanteo de la obra.	5
1.1.6	Facilidades para la inspección.....	5
1.1.7	Materiales.....	6
1.1.8	Ensayos.....	6
1.1.9	Limpieza y seguridad de las obras.....	6
1.1.10	Medios auxiliares.....	6
1.1.11	Ejecución de las obras.....	6
1.1.12	Gastos por cuenta del contratista.	7
1.1.13	Objeto y campo de aplicación.....	7
1.1.14	Ejecución de los trabajos.....	8
1.1.15	Capítulo II: ejecución.	13
1.1.16	Capitulo II-a: conducciones subterráneas.....	14
1.1.17	Capitulo II-b. Conducciones aéreas.....	20
1.1.18	Capitulo II-c. Trabajos comunes.	23
1.1.19	Comprobaciones antes de realizar las medidas.....	26
1.1.20	Medida de luminancia.....	28
1.1.21	Medida de iluminancia.	30
1.1.22	Medida de iluminancia en glorietas.....	32
1.1.23	5. deslumbramiento perturbador.....	33
1.1.24	Relación entorno sr.....	35
1.2	Parcelas de consumo	37
1.2.1	Objeto.....	37
1.2.2	Campo de aplicación.	37
1.2.3	Disposiciones generales.....	37
1.2.4	Organización del trabajo.....	39
1.2.5	Objeto.....	45

Pliego de condiciones.

1.2.6	Campo de aplicación.....	45
1.2.7	Ejecución del trabajo.....	45
1.2.8	Materiales.....	55
1.2.9	Recepción de obra.....	56
2.	Centros de Transformación.....	57
2.1	Calidad de los materiales.....	57
2.1.1	Obra civil.....	57
2.1.2	Aparamenta de Media Tensión.....	57
2.1.3	Transformadores de potencia.....	58
2.1.4	Equipos de medida.....	58
2.2	Normas de ejecución de las instalaciones.....	59
2.3	Pruebas reglamentarias.....	59
2.4	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	59
2.5	Certificados y documentación.....	60
2.6	Libro de órdenes.....	60
3.	Líneas de Media tensión.....	61
3.1	LAMT.....	61
3.1.1	Pliego de condiciones.....	61
3.1.2	Calidad de los materiales.....	61
3.1.3	Obra civil.....	62
3.1.4	Conductores.....	67
3.1.5	Normas de ejecución de las instalaciones.....	70
3.1.6	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad.....	75
3.1.7	Certificados y documentación.....	76
3.1.8	Libro de órdenes.....	76
3.2	LSMT.....	77
3.2.1	Objeto.....	77
3.2.2	Campo de aplicación.....	77
3.2.3	Disposiciones generales.....	77
3.2.4	Organización del trabajo.....	79
3.2.5	Disposición final.....	84
3.2.6	Preparación y programación de la obra.....	85
3.2.7	Zanjas.....	86
3.2.8	Galerías.....	91
3.2.9	Atarjeas o canales revisables.....	94

Pliego de condiciones.

3.2.10	Bandejas, soportes, palomillas o sujeciones directas a la pared.....	95
3.2.11	Cruzamientos, proximidades y paralelismos.....	95
3.2.12	Tendido de cables.	101
3.2.13	Montajes.....	105
3.2.14	Conversiones aéreo-subterráneas.....	107
3.2.15	Transporte de bobinas de cables.....	108
3.2.15.1	Aseguramiento de la calidad	108
3.2.16	Ensayos eléctricos después de la instalación.	109

1. Red de Baja Tensión

1.1 Alumbrado

1.1.1 Objeto.

Este pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas están especificadas en el correspondiente proyecto.

1.1.2 Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación de trabajo, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda de 18 de marzo de 1.968, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al proyecto. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados y obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. en que uno y otros pudieran incurrir para con el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.1.3 Organización del trabajo.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

Pliego de condiciones.

1.1.4 Datos de la obra.

Se entregará al Contratista dos copias de los Planos y un Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

Por otra parte el Contratista, simultáneamente al levantamiento del Acta de Recepción Provisional, entregará planos actualizados de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de obra dos expedientes completos de los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones o variaciones en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.1.5 Replanteo de la obra.

Antes de comenzar las obras la Dirección Técnica hará el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, siendo obligación del Contratista la custodia y reposición de las señales que se establezcan en el replanteo.

Se levantará, por triplicado, Acta de Replanteo, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.1.6 Facilidades para la inspección.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso de todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

Pliego de condiciones.

1.1.7 Materiales.

Los materiales que hayan de ser empleados en las obras serán de primera calidad y no podrán utilizarse sin antes haber sido reconocidos por la Dirección Técnica, que podrá rechazar si no reuniesen, a su juicio, las condiciones exigibles para conseguir debidamente el objeto que motivara su empleo.

1.1.8 Ensayos.

Los ensayos, análisis y pruebas que deban realizarse para comprobar si los materiales reúnen las condiciones exigibles, se verificarán por la Dirección Técnica, o bien, si ésta lo estima oportuno, por el correspondiente Laboratorio Oficial.

Todos los gastos de pruebas y análisis serán de cuenta del Contratista.

1.1.9 Limpieza y seguridad de las obras.

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus inmediaciones de escombros y materiales, y hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean precisas, así como adoptar las medidas y ejecutar los trabajos necesarios para que las obras ofrezcan un buen aspecto a juicio de la Dirección técnica.

Se tomarán las medidas oportunas de tal modo que durante la ejecución de las obras se ofrezca seguridad absoluta, en evitación de accidentes que puedan ocurrir por deficiencia en esta clase de precauciones; durante la noche estarán los puntos de trabajo perfectamente alumbrados y cercados los que por su índole fueran peligrosos.

1.1.10 Medios auxiliares.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

1.1.11 Ejecución de las obras.

El Contratista informará al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de las obras, así como de la procedencia de los materiales, y deberá cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

Pliego de condiciones.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones Generales y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en los de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de obra, no podrá hacer ninguna alteración ni modificación de cualquier naturaleza, tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas.

La ejecución de las obras será confiada a personal cuyos conocimientos técnicos y prácticos les permita realizar el trabajo correctamente, debiendo tener al frente del mismo un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.1.12 Gastos por cuenta del contratista.

Serán de cuenta del Contratista los gastos de replanteo, inspección y liquidación de las mismas, con arreglo a las disposiciones vigentes.

Serán también de cuenta del Contratista los gastos que se originen por inspección y vigilancia no facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Alumbrados Públicos.

1.1.13 Objeto y campo de aplicación.

Artículo 1.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de montaje de alumbrados públicos, especificadas en el correspondiente Proyecto.

Estas obras se refieren al suministro e instalación de los materiales necesarios en la construcción de alumbrados públicos.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

Artículo 2.

El Contratista deberá atenerse a la Normativa de aplicación especificada en la Memoria del Proyecto.

1.1.14 Ejecución de los trabajos.

1.1.14.1 Capítulo i: materiales.

Artículo 3. Norma General.

Todos los materiales empleados, de cualquier tipo y clase, aún los no relacionados en este Pliego, deberán ser de primera calidad.

Antes de la instalación, el contratista presentará a la Dirección Técnica los catálogos, cartas, muestras, etc, que ésta le solicite. No se podrán emplear materiales sin que previamente hayan sido aceptados por la Dirección Técnica.

Este control previo no constituye su recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección Técnica, aún después de colocados, si no cumpliesen con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan las calidades exigidas.

Artículo 4. Conductores.

Serán de las secciones que se especifican en los planos y memoria.

Todos los cables serán multipolares o unipolares con conductores de cobre y tensión asignada 0,6/1 kV. La resistencia de aislamiento y la rigidez dieléctrica cumplirán lo establecido en el apartado 2.9 de la ITC-BT-19.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica, del nombre del fabricante de los conductores y le enviará una muestra de los mismos. Si el fabricante no reuniese la suficiente garantía a juicio de la Dirección Técnica, antes de instalar los conductores se comprobarán las características de éstos en un Laboratorio Oficial. Las pruebas se reducirán al cumplimiento de las condiciones anteriormente expuestas.

No se admitirán cables que no tengan la marca grabada en la cubierta exterior, que presente desperfectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen.

No se permitirá el empleo de conductores de procedencia distinta en un mismo circuito.

Pliego de condiciones.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo de cable y sección.

Artículo 5. Lámparas.

Se utilizarán el tipo y potencia de lámparas especificadas en memoria y planos. El fabricante deberá ser de reconocida garantía.

El bulbo exterior será de vidrio extraduro y las lámparas solo se montarán en la posición recomendada por el fabricante.

El consumo, en vatios, no debe exceder del +10% del nominal si se mantiene la tensión dentro del +- 5% de la nominal.

La fecha de fabricación de las lámparas no será anterior en seis meses a la de montaje en obra.

Artículo 6. Reactancias y condensadores.

Serán las adecuadas a las lámparas. Su tensión será de 230 V.

Sólo se admitirán las reactancias y condensadores procedentes de una fábrica conocida y con gran solvencia en el mercado.

Llevarán inscripciones en las que se indique el nombre o marca del fabricante, la tensión o tensiones nominales en voltios, la intensidad nominal en amperios, la frecuencia en hertzios, el factor de potencia y la potencia nominal de la lámpara o lámparas para las cuales han sido previstos.

Si las conexiones se efectúan mediante bornes, regletas o terminales, deben fijarse de tal forma que no podrán soltarse o aflojarse al realizar la conexión o desconexión. Los terminales, bornes o regletas no deben servir para fijar ningún otro componente de la reactancia o condensador.

Las máximas pérdidas admisibles en el equipo de alto factor serán las siguientes:

LED 46 W: 10 W.

LED 109 W: 15 W.

Pliego de condiciones.

La reactancia alimentada a la tensión nominal, suministrará una corriente no superior al 5%, ni inferior al 10% de la nominal de la lámpara.

La capacidad del condensador debe quedar dentro de las tolerancias indicadas en las placas de características.

Durante el funcionamiento del equipo de alto factor no se producirán ruidos, ni vibraciones de ninguna clase.

En los casos que las luminarias no lleven el equipo incorporado, se utilizará una caja que contenga los dispositivos de conexión, protección y compensación.

Artículo 7. Protección contra cortocircuitos.

Cada punto de luz llevará dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

Artículo 8. Cajas de empalme y derivación.

Estarán provistas de fichas de conexión y serán como mínimo P-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones de agua en todas direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Artículo 9. Brazos murales.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

Las dimensiones serán como mínimo las especificadas en el proyecto, pero en cualquier caso resistirán sin deformación una carga que estará en función del peso de la luminaria, según los valores adjuntos.

Los medios de sujeción, ya sean placas o garras, también serán galvanizados.

En los casos en que los brazos se coloquen sobre apoyos de madera, la placa tendrá una forma tal que se adapte a la curvatura del apoyo.

En los puntos de entrada de los conductores se colocará una protección suplementaria de material aislante a base de anillos de protección de PVC.

Artículo 10. Báculos y columnas.

Serán galvanizados, con un peso de cinc no inferior a 0,4 kg/m².

En cualquier caso, tanto los brazos como las columnas y los báculos, resistirán las solicitaciones previstas en la ITC-BT-09, apdo. 6.1, con un coeficiente de seguridad no inferior a 2,5 particularmente teniendo en cuenta la acción del viento.

No deberán permitir la entrada de lluvia ni la acumulación de agua de condensación.

Las columnas y báculos deberán poseer una abertura de acceso para la manipulación de sus elementos de protección y maniobra, por lo menos a 0,30 m. del suelo, dotada de una puerta o trampilla con grado de protección contra la proyección de agua, que sólo se pueda abrir mediante el empleo de útiles especiales.

Cuando por su situación o dimensiones, las columnas o báculos fijados o incorporados a obras de fábrica no permitan la instalación de los elementos de protección o maniobra en la base, podrán colocarse éstos en la parte superior, en lugar apropiado, o en la propia obra de fábrica.

Las columnas y báculos llevarán en su parte interior y próximo a la puerta de registro, un tornillo con tuerca para fijar la terminal de la pica de tierra.

Artículo 11. Luminarias.

Las luminarias cumplirán, como mínimo, las condiciones de las indicadas como tipo en el proyecto, en especial en:

- tipo de portalámpara.
- características fotométricas (curvas similares).
- resistencia a los agentes atmosféricos.
- facilidad de conservación e instalación.
- estética.
- facilidad de reposición de lámpara y equipos.
- condiciones de funcionamiento de la lámpara, en especial la temperatura (refrigeración, protección contra el frío o el calor, etc).
- protección, a lámpara y accesorios, de la humedad y demás agentes atmosféricos.
- protección a la lámpara del polvo y de efectos mecánicos.

Artículo 12. Cuadro de maniobra y control.

Los armarios serán de poliéster con departamento separado para el equipo de medida, y como mínimo IP-549, es decir, con protección contra el polvo (5), contra las proyecciones del agua en todas las direcciones (4) y contra una energía de choque de 20 julios (9).

Todos los aparatos del cuadro estarán fabricados por casas de reconocida garantía y preparados para tensiones de servicio no inferior a 500 V.

Los fusibles serán APR, con bases apropiadas, de modo que no queden accesibles partes en tensión, ni sean necesarias herramientas especiales para la reposición de los cartuchos. El calibre será exactamente el del proyecto.

Los interruptores y conmutadores serán rotativos y provistos de cubierta, siendo las dimensiones de sus piezas de contacto suficientes para que la temperatura en ninguna de ellas pueda exceder de 65°C, después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Su construcción ha de ser tal que permita realizar un mínimo de maniobras de apertura y cierre, del orden de 10.000, con su carga nominal a la tensión de trabajo sin que se produzcan desgastes excesivos o averías en los mismos.

Los contactores estarán probados a 3.000 maniobras por hora y garantizados para cinco millones de maniobras, los contactos estarán recubiertos de plata. La bobina de tensión tendrá una tensión nominal de 400 V., con una tolerancia del +- 10 %. Esta tolerancia se entiende en dos sentidos: en primer lugar conectarán perfectamente siempre que la tensión varíe entre dichos límites, y en segundo lugar no se producirán calentamientos excesivos cuando la tensión se eleve indefinidamente un 10% sobre la nominal. La elevación de la temperatura de las piezas conductoras y contactos no podrá exceder de 65°C después de funcionar una hora con su intensidad nominal. Asimismo, en tres interrupciones sucesivas, con tres minutos de intervalo, de una corriente con la intensidad correspondiente a la capacidad de ruptura y tensión igual a la nominal, no se observarán arcos prolongados, deterioro en los contactos, ni averías en los elementos constitutivos del contactor.

En los interruptores horarios no se consideran necesarios los dispositivos astronómicos. El volante o cualquier otra pieza serán de materiales que no sufran deformaciones por la temperatura ambiente. La cuerda será eléctrica y con reserva para un mínimo de 36 horas. Su intensidad nominal admitirá una sobrecarga del 20 % y la tensión podrá variar en un +- 20%. Se rechazará el que adelante o atrase más de cinco minutos al mes.

Los interruptores diferenciales estarán dimensionados para la corriente de fuga especificada en proyecto, pudiendo soportar 20.000 maniobras bajo la carga nominal. El tiempo de respuestas no será superior a 30 ms y deberán estar provistos de botón de prueba.

La célula fotoeléctrica tendrá alimentación a 230 V. +- 15%, con regulación de 20 a 200 lux.

Pliego de condiciones.

Todo el resto de pequeño material será presentado previamente a la Dirección Técnica, la cual estimará si sus condiciones son suficientes para su instalación.

Artículo 13. Protección de bajantes.

Se realizará en tubo de hierro galvanizado de 2" diámetro, provista en su extremo superior de un capuchón de protección de P.V.C., a fin de lograr estanquidad, y para evitar el rozamiento de los conductores con las aristas vivas del tubo, se utilizará un anillo de protección de P.V.C. La sujeción del tubo a la pared se realizará mediante accesorios compuestos por dos piezas, vástago roscado para empotrar y soporte en chapa plastificado de tuerca incorporada, provisto de cierre especial de seguridad de doble plegado.

Artículo 14. Tubería para canalizaciones subterráneas.

Se utilizará exclusivamente tubería de PVC rígida de los diámetros especificados en el proyecto.

Artículo 15. Cable fiador.

Se utilizará exclusivamente cable espiral galvanizado reforzado, de composición 1x19+0, de 6 mm. de diámetro, en acero de resistencia 140 kg/mm², lo que equivale a una carga de rotura de 2.890 kg.

El Contratista informará por escrito a la Dirección Técnica del nombre del fabricante y le enviará una muestra del mismo.

En las bobinas deberá figurar el nombre del fabricante, tipo del cable y diámetro.

1.1.15 Capítulo II: ejecución.

Artículo 16. Replanteo.

El replanteo de la obra se hará por la Dirección Técnica, con representación del contratista. Se dejarán estaquillas o cuantas señalizaciones estime conveniente la

Pliego de condiciones.

Dirección Técnica. Una vez terminado el replanteo, la vigilancia y conservación de la señalización correrán a cargo del contratista.

Cualquier nuevo replanteo que fuese preciso, por desaparición de las señalizaciones, será nuevamente ejecutado por la Dirección Técnica.

1.1.16 Capítulo II-a: conducciones subterráneas.

1.1.16.1 ZANJAS

Artículo 17. Excavación y relleno.

Las zanjas no se excavarán hasta que vaya a efectuarse la colocación de los tubos protectores, y en ningún caso con antelación superior a ocho días. El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones con objeto de evitar accidentes.

Si la causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas las zanjas amenazasen derrumbarse, deberán ser entibadas, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso en que penetrase agua en las zanjas, ésta deberá ser achicada antes de iniciar el relleno.

El fondo de las zanjas se nivelará cuidadosamente, retirando todos los elementos puntiagudos o cortantes. Sobre el fondo se depositará la capa de arena que servirá de asiento a los tubos.

En el relleno de las zanjas se emplearán los productos de las excavaciones, salvo cuando el terreno sea rocoso, en cuyo caso se utilizará tierra de otra procedencia. Las tierras de relleno estarán libres de raíces, fangos y otros materiales que sean susceptibles de descomposición o de dejar huecos perjudiciales. Después de rellenar las zanjas se apisonarán bien, dejándolas así algún tiempo para que las tierras vayan asentándose y no exista peligro de roturas posteriores en el pavimento, una vez que se haya repuesto.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de las zanjas, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno circundante. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarle no ocasione perjuicio alguno.

Pliego de condiciones.

Artículo 18. Colocación de los tubos.

Los conductos protectores de los cables serán conformes a la ITC-BT-21, tabla 9. Los tubos descansarán sobre una capa de arena de espesor no inferior a 5 cm. La superficie exterior de los tubos quedará a una distancia mínima de 46 cm. por debajo del suelo o pavimento terminado.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos, sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable.

Los tubos se colocarán completamente limpios por dentro, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

A unos 25 cm por encima de los tubos y a unos 10 cm por debajo del nivel del suelo se situará la cinta señalizadora.

Artículo 19. Cruces con canalizaciones o calzadas.

En los cruces con canalizaciones eléctricas o de otra naturaleza (agua, gas, etc.) y de calzadas de vías con tránsito rodado, se rodearán los tubos de una capa de hormigón en masa con un espesor mínimo de 10 cm.

En los cruces con canalizaciones, la longitud de tubo a hormigonar será, como mínimo, de 1 m. a cada lado de la canalización existente, debiendo ser la distancia entre ésta y la pared exterior de los tubos de 15 cm. por lo menos.

Al hormigonar los tubos se pondrá un especial cuidado para impedir la entrada de lechadas de cemento dentro de ellos, siendo aconsejable pegar los tubos con el producto apropiado.

1.1.16.2 Cimentación de báculos y columnas

Artículo 20. Excavación.

Se refiere a la excavación necesaria para los macizos de las fundaciones de los báculos y columnas, en cualquier clase de terreno.

Esta unidad de obra comprende la retirada de la tierra y relleno de la excavación resultante después del hormigonado, agotamiento de aguas, entibado y cuantos elementos sean en cada caso necesarios para su ejecución.

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el proyecto o en su defecto a las indicadas por la Dirección Técnica. Las paredes

Pliego de condiciones.

de los hoyos serán verticales. Si por cualquier otra causa se originase un aumento en el volumen de la excavación, ésta sería por cuenta del contratista, certificándose solamente el volumen teórico. Cuando sea necesario variar las dimensiones de la excavación, se hará de acuerdo con la Dirección Técnica.

En terrenos inclinados, se efectuará una explanación del terreno. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel medio antes citado. La explanación se prolongará hasta 30 cm., como mínimo, por fuera de la excavación prolongándose después con el talud natural de la tierra circundante.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con el objeto de evitar accidentes.

Si a causa de la constitución del terreno o por causas atmosféricas los fosos amenazasen derrumbarse, deberán ser entibados, tomándose las medidas de seguridad necesarias para evitar el desprendimiento del terreno y que éste sea arrastrado por las aguas.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser achicada antes del relleno de hormigón.

La tierra sobrante de las excavaciones que no pueda ser utilizada en el relleno de los fosos, deberá quitarse allanando y limpiando el terreno que lo circunda. Dicha tierra deberá ser transportada a un lugar donde al depositarla no ocasione perjuicio alguno.

Se prohíbe el empleo de aguas que procedan de ciénagas, o estén muy cargadas de sales carbonosas o selenitosas.

1.1.16.3 Hormigón

El amasado de hormigón se efectuará en hormigonera o a mano, siendo preferible el primer procedimiento; en el segundo caso se hará sobre chapa metálica de suficientes dimensiones para evitar se mezcle con tierra y se procederá primero a la elaboración del mortero de cemento y arena, añadiéndose a continuación la grava, y entonces se le dará una vuelta a la mezcla, debiendo quedar ésta de color uniforme; si así no ocurre, hay que volver a dar otras vueltas hasta conseguir la uniformidad; una vez conseguida se añadirá a continuación el agua necesaria antes de verter al hoyo.

Se empleará hormigón cuya dosificación sea de 200 kg/m³. La composición normal de la mezcla será:

Cemento: 1

Arena: 3

Pliego de condiciones.

Grava: 6

La dosis de agua no es un dato fijo, y varía según las circunstancias climatológicas y los áridos que se empleen.

El hormigón obtenido será de consistencia plástica, pudiéndose comprobar su docilidad por medio del cono de Abrams. Dicho cono consiste en un molde tronco-cónico de 30 cm. de altura y bases de 10 y 20 cm. de diámetro. Para la prueba se coloca el molde apoyado por su base mayor, sobre un tablero, llenándolo por su base menor, y una vez lleno de hormigón y enrasado se levanta dejando caer con cuidado la masa. Se mide la altura "H" del hormigón formado y en función de ella se conoce la consistencia:

Consistencia	H (cm.)
Seca	30 a 28
Plástica	28 a 20
Blanda	20 a 15
Fluida	15 a 10

En la prueba no se utilizará árido de más de 5 cm.

1.1.16.4 Otros trabajos

Artículo 22. Transporte e izado de báculos y columnas.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte no sufran las columnas y báculos deterioro alguno.

El izado y colocación de los báculos y columnas se efectuará de modo que queden perfectamente aplomados en todas las direcciones.

Las tuercas de los pernos de fijación estarán provistas de arandelas.

La fijación definitiva se realizará a base de contratuercas, nunca por graneteo. Terminada esta operación se rematará la cimentación con mortero de cemento.

Pliego de condiciones.

Artículo 23. Arquetas de registro.

Serán de las dimensiones especificadas en el proyecto, dejando como fondo la tierra original a fin de facilitar el drenaje.

El marco será de angular 45x45x5 y la tapa, prefabricada, de hormigón de $R_k=160 \text{ kg/cm}^2$, armado con diámetro 10 o metálica y marco de angular 45x45x5. En el caso de aceras con terrazo, el acabado se realizará fundiendo losas de idénticas características.

El contratista tomará las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las arquetas con el objeto de evitar accidentes.

Cuando no existan aceras, se rodeará el conjunto arqueta-cimentación con bordillos de 25x15x12 prefabricados de hormigón, debiendo quedar la rasante a 12 cm. sobre el nivel del terreno natural.

Artículo 24. Tendido de los conductores.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

No se dará a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

Artículo 25. Acometidas.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en las cajas situadas en el interior de las columnas y báculos, no existiendo empalmes en el interior de los mismos. Sólo se quitará el aislamiento de los conductores en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Las cajas estarán provistas de fichas de conexión (IV). La protección será, como mínimo, IP-437, es decir, protección contra cuerpos sólidos superiores a 1 mm. (4), contra agua de lluvia hasta 60° de la vertical (3) y contra energía de choque de 6 julios (7). Los fusibles (I) serán APR de 6 A, e irán en la tapa de la caja, de modo que ésta haga la función de seccionamiento. La entrada y salida de los conductores de la red se realizará por la cara inferior de la caja y la salida de la acometida por la cara superior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio entre fases.

Pliego de condiciones.

Cuando las luminarias no lleven incorporado el equipo de reactancia y condensador, dicho equipo se fijará sólidamente en el interior del báculo o columna en lugar accesible.

Artículo 26. Empalmes y derivaciones.

Los empalmes y derivaciones se realizarán preferiblemente en las cajas de acometidas descritas en el apartado anterior. De no resultar posible se harán en las arquetas, usando fichas de conexión (una por hilo), las cuales se encintarán con cinta autosoldable de una rigidez dieléctrica de 12 kV/mm, con capas a medio solape y encima de una cinta de vinilo con dos capas a medio solape.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes, pero en ningún caso existirán empalmes a lo largo de los tendidos subterráneos.

Artículo 27. Tomas de tierra.

La intensidad de defecto, umbral de desconexión de los interruptores diferenciales, será como máximo de 300 mA y la resistencia de puesta a tierra, medida en la puesta en servicio de la instalación, será como máximo de 30 Ohm. También se admitirán interruptores diferenciales de intensidad máxima de 500 mA o 1 A, siempre que la resistencia de puesta a tierra medida en la puesta en servicio de la instalación sea inferior o igual a 5 Ohm y a 1 Ohm, respectivamente. En cualquier caso, la máxima resistencia de puesta a tierra será tal que, a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V en las partes metálicas accesibles de la instalación (soportes, cuadros metálicos, etc).

La puesta a tierra de los soportes se realizará por conexión a una red de tierra común para todas las líneas que partan del mismo cuadro de protección, medida y control. 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. Los conductores de la red de tierra que unen los electrodos deberán ser:

- Desnudos, de cobre, de 35 mm² de sección mínima, si forman parte de la propia red de tierra, en cuyo caso irán por fuera de las canalizaciones de los cables de alimentación.
- Aislados, mediante cables de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, con conductores de cobre, de sección mínima 16 mm² para redes subterráneas, y de igual sección que los conductores de fase para las redes posadas, en cuyo caso irán por el interior de las canalizaciones de los cables de alimentación.

Pliego de condiciones.

El conductor de protección que une cada soporte con el electrodo o con la red de tierra, será de cable unipolar aislado, de tensión asignada 450/750 V, con recubrimiento de color verde-amarillo, y sección mínima de 16 mm² de cobre.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Artículo 28. Bajantes.

En las protecciones se utilizará, exclusivamente, el tubo y accesorios descritos en el apartado 2.1.11.

Dicho tubo alcanzará una altura mínima de 2,50 m. sobre el suelo.

1.1.17 Capítulo II-b. Conducciones aéreas.

Artículo 29. Colocación de los conductores.

Los conductores se dispondrán de modo que se vean lo menos posible, aprovechando para ello las posibilidades de ocultación que brinden las fachadas de los edificios.

Cuando se utilicen grapas, o cinta de aluminio, en las alineaciones rectas, la separación entre dos puntos de fijación consecutivos será, como máximo, de 40 cm. Las grapas quedarán bien sujetas a las paredes.

Cuando se utilicen tacos y abrazaderas, de las usuales para redes trenzadas, éstas serán del tipo especificado en el proyecto. Igualmente la separación será, como máximo, la especificada en el proyecto.

Los conductores se fijarán de una parte a otra de los cambios de dirección y en la proximidad inmediata de su entrada en cajas de derivación u otros dispositivos.

No se darán a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor que los valores indicados por el fabricante de los conductores.

El tendido se realizará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como roces perjudiciales y tracciones exageradas.

Los conductores se fijarán a una altura no inferior a 2,50 m. del suelo.

Pliego de condiciones.

Artículo 30. Acometidas.

Serán de las secciones especificadas en el proyecto, se conectarán en el interior de cajas, no existiendo empalmes a lo largo de toda la acometida. Las cajas estarán provistas de fichas de conexión bimetálicas y a los conductores solo se quitará el aislamiento en la longitud que penetren en las bornas de conexión.

Si las luminarias llevan incorporada el equipo de reactancia y condensador, se utilizarán cajas de las descritas en el apartado 2.1.6, provistas de dos cartuchos A.P.R. de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A.

Si las luminarias no llevasen incorporado el equipo de reactancia y el condensador, se utilizarán cajas en chapa galvanizada de las descritas en el proyecto, en las que se colocarán las fichas de conexión, el equipo de encendido y los dos cartuchos APR de 6 A., los cuales se montarán en portafusibles seccionables de 20 A. La distancia de esta caja al suelo no será inferior a 2,50 m.

Sea cual fuese el tipo de caja, la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Las conexiones se realizarán de modo que exista equilibrio de fases.

Los conductores de la acometida no sufrirán deterioro o aplastamiento a su paso por el interior de los brazos. La parte roscada de los portalámparas, o su equivalente, se conectará al conductor que tenga menor tensión con respecto a tierra.

Artículo 31. Empalmes y derivaciones.

Los empalmes y derivaciones se efectuarán exclusivamente en cajas de las descritas en el Artículo 8 y la entrada y salida de los conductores se hará por la cara inferior.

Se reducirá al mínimo el número de empalmes.

Artículo 32. Colocación de brazos murales.

Se emplearán los medios auxiliares necesarios para que durante el transporte los brazos no sufran deterioro alguno.

Los brazos murales sólo se fijarán a aquellas partes de las construcciones que lo permitan por su naturaleza, estabilidad, solidez, espesor, etc., procurando dejar por encima del anclaje una altura de construcción al menos de 50 cm.

Pliego de condiciones.

Los orificios de empotramiento serán reducidos al mínimo posible.

La puesta a tierra cumplirá las condiciones indicadas en el Capítulo II-A.

Artículo 33. Cruzamientos.

Cuando se pase de un edificio a otro, o se crucen calles y vías transitadas, se utilizará cable fiador del tipo descrito en el Artículo 15. Dicho cable irá provisto de garras galvanizadas, 60x60x6 mm (una en cada extremo), perrillos galvanizados (dos en cada extremo), un tensor galvanizado de 1/2", como mínimo y guardacabos galvanizados.

En las calles y vías transitadas la altura mínima del conductor, en la condición de flecha más desfavorable, será de 6 m.

El tendido de este tipo de conducciones será tal que ambos extremos queden en la misma horizontal y procurando perpendicularidad con las fachadas.

Artículo 34. Paso a subterráneo.

Se realizará según el Artículo 28.

Artículo 35. Palometas.

Serán galvanizadas, en angular 60x60x6 mm., con garras de idéntico material. Su longitud será tal que alcanzado el tendido la altura necesaria en cada caso, los extremos queden en la misma horizontal.

Si fuesen necesarios tornapuntas serán de idéntico material, pero si lo necesario fuesen vientos, se utilizará el cable descrito en el Artículo 15, con los accesorios descritos en el Artículo 33. Los anclajes de los vientos se harán preferiblemente sobre edificios, en lugares que puedan absorber los esfuerzos a transmitir; nunca se usarán los árboles para los anclajes. Los vientos que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

En los tendidos verticales, los conductores se fijarán a las palometas mediante abrazaderas de doble collar de las usadas en líneas trenzadas.

Cuando las palometas sean accesibles llevarán una toma de tierra que estará de acuerdo a lo indicado en Capítulo II-A.

Pliego de condiciones.

Artículo 36. Apoyos de madera.

Tendrán la altura que se especifica en el proyecto, serán de madera creosotada, con 11 cm. de diámetro mínimo en cogolla y 18 cm. a 1,50 m. de las base, con zanca de hormigón de 2 m. y 1.000 mkg. y dos abrazaderas sencillas galvanizadas.

La fijación del poste a la zanca se hará de modo que el mismo quede separado del suelo 15 cm., como mínimo, con el fin de preservar a la madera de la humedad de éste.

Si fuesen necesarios tirantes, se utilizará el cable descrito en el Artículo 15, los anclajes de estos pueden hacerse en el suelo o sobre edificios u otros elementos previstos para absorber los esfuerzos que aquellos puedan transmitir. No podrán utilizarse los árboles para el anclaje de los tirantes, y cuando estos anclajes se realicen en el suelo, se destacará su presencia hasta una altura de 2 m. Los tirantes estarán provistos de un tensor galvanizado, como mínimo de ½", guardacabos galvanizados y dos perrillos galvanizados por extremo.

Los tirantes que puedan ser alcanzados sin medios especiales desde el suelo, terrazas, balcones, ventanas u otros lugares de fácil acceso a las personas, estarán interrumpidos por aisladores de retención apropiados.

Los tornapuntas se fijarán sobre los apoyos en el punto más próximo posible al de aplicación de la resultante de los esfuerzos actuantes sobre el mismo.

1.1.18 Capítulo II-c. Trabajos comunes.

Artículo 37. Fijación y regulación de las luminarias.

Las luminarias se instalarán con la inclinación adecuada a la altura del punto de luz, ancho de calzada y tipo de luminaria. En cualquier caso su plano transversal de simetría será perpendicular al de la calzada.

En las luminarias que tengan regulación de foco, las lámparas se situarán en el punto adecuado a su forma geométrica, a la óptica de la luminaria, a la altura del punto de luz y al ancho de la calzada.

Cualquiera que sea el sistema de fijación utilizado (brida, tornillo de presión, rosca, rótula, etc.) una vez finalizados el montaje, la luminaria quedará rígidamente sujeta, de modo que no pueda girar u oscilar respecto al soporte.

Artículo 38. Cuadro de maniobra y control.

Todas las partes metálicas (bastidor, barras soporte, etc.) estarán estrictamente unidas entre sí y a la toma de tierra general, constituida según lo especificado en el capítulo II-A.

La entrada y salida de los conductores se realizará de tal modo que no haga bajar el grado de estanquidad del armario.

Artículo 39. Célula fotoeléctrica.

Se instalará orientada al Norte, de tal forma que no sea posible que reciba luz de ningún punto de luz de alumbrado público, de los faros de los vehículos o de ventanas próximas. De ser necesario se instalarán pantallas de chapa galvanizada o aluminio con las dimensiones y orientación que indique la Dirección Técnica.

Artículo 40. Medida de iluminación.

La comprobación del nivel medio de alumbrado será verificada pasados los 30 días de funcionamiento de las instalaciones. Se tomará una zona de la calzada comprendida entre dos puntos de luz consecutivos de una misma banda si éstos están situados al tresbolillo, y entre tres en caso de estar pareados o dispuestos unilateralmente. Los puntos de luz que se escojan estarán separados una distancia que sea lo más cercana posible a la separación media.

En las horas de menos tráfico, e incluso cerrando éste, se dividirá la zona en rectángulos de dos a tres metros de largo midiéndose la iluminancia horizontal en cada uno de los vértices. Los valores obtenidos multiplicados por el factor de conservación, se indicará en un plano.

Las mediciones se realizarán a ras del suelo y, en ningún caso, a una altura superior a 50 cm., debiendo tomar las medidas necesarias para que no se interfiera la luz procedente de las diversas luminarias.

La célula fotoeléctrica del luxómetro se mantendrá perfectamente horizontal durante la lectura de iluminancia; en caso de que la luz incida sobre el plano de la calzada en ángulo comprendido entre 60° y 70° con la vertical, se tendrá en cuenta el "error de coseno". Si la adaptación de la escala del luxómetro se efectúa mediante filtro, se considerará dicho error a partir de los 50° .

Pliego de condiciones.

Antes de proceder a esta medición se autorizará al adjudicatario a que efectúe una limpieza de polvo que se hubiera podido depositar sobre los reflectores y aparatos.

La iluminancia media se definirá como la relación de la mínima intensidad de iluminación, a la media intensidad de iluminación.

Artículo 41. Seguridad.

Al realizar los trabajos en vías públicas, tanto urbanas como interurbanas o de cualquier tipo, cuya ejecución pueda entorpecer la circulación de vehículos, se colocarán las señales indicadoras que especifica el vigente Código de la Circulación. Igualmente se tomarán las oportunas precauciones en evitación de accidentes de peatones, como consecuencia de la ejecución de la obra.

Mantenimiento de la Eficiencia Energética de las Instalaciones

Para garantizar en el transcurso del tiempo el valor del factor de mantenimiento de la instalación, se realizarán las operaciones de reposición de lámparas y limpieza de luminarias con la periodicidad determinada por el cálculo del factor.

El titular de la instalación será el responsable de garantizar la ejecución del plan de mantenimiento de la instalación descrito en el proyecto o memoria técnica de diseño.

Las operaciones de mantenimiento relativas a la limpieza de las luminarias y a la sustitución de lámparas averiadas podrán ser realizadas directamente por el titular de la instalación o mediante subcontratación.

Las mediciones eléctricas y luminotécnicas incluidas en el plan de mantenimiento serán realizadas por un instalador autorizado en baja tensión, que deberá llevar un registro de operaciones de mantenimiento, en el que se reflejen los resultados de las tareas realizadas.

El registro podrá realizarse en un libro u hojas de trabajo o un sistema informatizado. En cualquiera de los casos, se numerarán correlativamente las operaciones de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior, debiendo figurar, como mínimo, la siguiente información:

- El titular de la instalación y la ubicación de ésta.

Pliego de condiciones.

- El titular del mantenimiento.
- El número de orden de la operación de mantenimiento preventivo en la instalación.
- El número de orden de la operación de mantenimiento correctivo.
- La fecha de ejecución.
- Las operaciones realizadas y el personal que las realizó.

Además, con objeto de facilitar la adopción de medidas de ahorro energético, se registrará:

- Consumo energético anual.
- Tiempos de encendido y apagado de los puntos de luz.
- Medida y valoración de la energía activa y reactiva consumida, con discriminación horaria y factor de potencia.
- Niveles de iluminación mantenidos.

Mediciones Luminotécnicas en las Instalaciones de Alumbrado

1.1.19 Comprobaciones antes de realizar las medidas.

1.1.19.1 CONDICIONES DE VALIDEZ PARA LAS MEDIDAS.

a) Geometría de la instalación: los cálculos y medidas serán representativos para todas aquellas zonas que tengan la misma geometría en cuanto a:

- Distancia entre puntos de luz.
- Altura de montaje de los puntos de luz que intervienen en la medida.
- Longitud del brazo, saliente e inclinación.
- Ancho de calzada.
- Dimensiones de arcenes, medianas, etc.

b) Tensión de alimentación: durante la medida se registrará el valor de la tensión de alimentación mediante un voltímetro registrador o, en su defecto, se realizarán medidas de la tensión de alimentación cada 30 minutos. Si se miden desviaciones o variaciones en la tensión de alimentación respecto al valor asignado de la instalación que pudieran afectar significativamente al flujo luminoso emitido por las lámparas, se aplicarán las correcciones correspondientes. En caso de utilizar sistema

Pliego de condiciones.

de regulación de flujo, la medición se llevará a cabo con los equipos a régimen nominal.

c) Influencia de otras instalaciones: Todas las lámparas próximas a una instalación ajenas a la misma deberán apagarse en el momento de las medidas (incluidos los faros de los vehículos, en cualquiera de los sentidos de circulación).

d) Condiciones meteorológicas: Aunque las exigencias de visibilidad son análogas para todas las condiciones meteorológicas, las medidas deben realizarse en tiempo seco y con los pavimentos limpios (salvo que se diseñe para pavimentos húmedos, de modo que las condiciones visuales no se deterioren notablemente durante los intervalos lluviosos). Además, no deben ejecutarse las medidas si la atmósfera no está completamente despejada de brumas o nieblas.

1.1.19.2 Medida de luminancias.

La medida de la luminancia media y las uniformidades deberán realizarse sobre el terreno, comparándose los resultados obtenidos en el cálculo incluido en el proyecto con los de la medida. La medida requiere un pavimento usado durante cierto tiempo, y un tramo recto de calzada de longitud aproximada de 250 m.

a) Luminancias puntuales (L).

La medida deberá hacerse con luminancímetro, con un medidor de ángulo no mayor de 2' en la vertical, y entre 6' y 20' en la horizontal.

b) Luminancia media (Lm).

Para la medida de la luminancia media se utilizará un luminancímetro integrador, con limitadores de campo que correspondan a la superficie a medir: 100 m de longitud por el ancho de los carriles de circulación. El punto de observación estará situado a 60 m antes del límite anterior de la zona de medida, y el luminancímetro estará situado a 1,5 m de altura y a 1/4 del ancho de la calzada, medido desde el límite exterior en el último carril.

El método de referencia para comprobar la luminancia media dinámica consiste en hacer dos medidas con el luminancímetro integrador, una comenzando la zona de medida entre dos luminarias y otra coincidiendo con una de las luminarias (en el caso de una disposición al tresbolillo, entre dos luminarias en diferentes carriles).

La media de estas dos medidas es una buena aproximación a la luminancia media dinámica.

1.1.19.3 Medida de iluminancias.

La medida se realizará con un iluminancímetro, también llamado luxómetro, que deberá cumplir las siguientes exigencias:

- a) Deberá tener un rango de medida adecuado, acorde a los niveles a medir y estar calibrado por un laboratorio acreditado.
- b) Deberá disponer de corrección del coseno hasta un ángulo de 85°.
- c) Tendrá corrección cromática, según CIE 69:1987 de acuerdo con la distribución espectral de las fuentes luminosas empleadas y su respuesta se ajustará a la curva media de sensibilidad V(l).
- d) El coeficiente de error por temperatura deberá estar especificado para margen de las temperaturas de funcionamiento previstas durante su uso.
- e) La fotocélula de luxómetro estará montada sobre un sistema que permita que ésta se mantenga horizontal en cualquier punto de medida.

Las medidas se realizarán sobre la capa de rodadura de la calzada, en los puntos determinados en la retícula de cálculo del proyecto. Todas las luminarias que intervienen en la medida y forman parte de la instalación de alumbrado, deben estar libres de obstáculos y podrán verse desde la fotocélula.

Una reducción de la retícula de medida, con respecto a la de cálculo, será admisible cuando no modifique los valores mínimos, máximos y medios en +- 5%.

1.1.19.4 Comprobación de las mediciones luminotécnicas.

Los valores medios de las magnitudes medidas no diferirán más de un 10 % respecto a los valores de cálculo de proyecto.

1.1.20 Medida de luminancia.

La luminancia en un punto de la calzada se obtiene mediante la fórmula:

$$L = \sum (I \cdot r/h^2)$$

Pliego de condiciones.

Donde el sumatorio (Σ) comprende todas las luminarias de la instalación considerada. Los valores de la intensidad luminosa (I) y del coeficiente de luminancia reducido (f) se obtienen por interpolación cuadrática en la matriz de intensidades de la luminaria y en la tabla de reflexión del pavimento. Por último, la variable (h) es la altura de la luminaria.

Un vez finalizada la instalación del alumbrado exterior, se procederá a efectuar las mediciones luminotécnicas, al objeto de comprobar los resultados del proyecto. La retícula de medida que se concreta más adelante es la que se utilizará en las medidas de campo. No obstante, podrán utilizarse otras retículas en el cálculo del proyecto siempre que incorporen un mayor número de puntos.

1.1.20.1 Selección de la retícula de medida.

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de luminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de calzada comprendido entre dos luminarias consecutivas del mismo lado. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho definido para el área de referencia (normalmente la anchura del carril de tráfico).

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados, como muestra la figura 1 de la ITC-EA-07, siendo su separación longitudinal D , no superior a 5 m, y su separación transversal d , no superior a 1,5 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N , o transversal n , será de 3.

1.1.20.2 Posición del observador.

El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada y en sentido longitudinal, a 60 m de la primera línea transversal de puntos de cálculo. En sentido transversal se situará a:

a) 1/4 de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma (lado opuesto al de los puntos de luz en implantación unilateral), para la medida de la luminancia media L_m y de la uniformidad global U_o y

b) en el centro de cada uno de los carriles del sentido considerado para la medida de la uniformidad longitudinal U_l , para cada sentido de circulación.

1.1.20.3 Área límite.

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de luminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la cual, deberá apagarse durante la medida cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

La figura 4 de la ITC-EA-07 refleja el área límite citada anteriormente, siendo H la altura de montaje de las luminarias de la instalación considerada.

1.1.21 Medida de iluminancia.

La iluminancia horizontal en un punto de la calzada se expresa mediante:

$$E = \sum (I \cdot \cos^3 \alpha / h^2)$$

Siendo, I la intensidad luminosa, α el ángulo formado por la dirección de incidencia en el punto con la vertical y h la altura de la luminaria. El sumatorio (\sum) comprende todas las luminarias de la instalación.

1.1.21.1 Selección de la retícula de medida.

La retícula de medida es el conjunto de puntos en los que en el proyecto se calcularán los valores de iluminancia. En sentido longitudinal, la retícula cubrirá el tramo de superficie iluminada comprendido entre dos luminarias consecutivas. En sentido transversal, deberá abarcar el ancho de área aplicable, tal y como se representa en la figura 5 de la ITC-EA-07.

Los puntos de medida se dispondrán, uniformemente separados y cubriendo todo el área aplicable, como muestra la figura 5, siendo su separación longitudinal D, no superior a 3 m, y su separación transversal d, no superior a 1 m. El número mínimo de puntos en la dirección longitudinal N será de 3.

1.1.21.2 Área límite.

Con el fin de evitar el efecto de otras instalaciones de alumbrado en los valores medidos de iluminancia de una instalación, se establece un área límite dentro de la

Pliego de condiciones.

cual, deberá apagarse durante la medida, cualquier luminaria que no pertenezca a dicha instalación.

El área límite a considerar esta definida por una distancia al punto de medida de 5 veces la altura de montaje H de las luminarias de la instalación considerada.

1.1.21.3 Método simplificado de medida de la iluminancia media.

El método denominado de los "nueve puntos" permite determinar de forma simplificada, la iluminancia media (E_m), así como también las uniformidades media (U_m) y general (U_g).

A partir de la medición de la iluminancia en quince puntos de la calzada (véase fig. 6 de la ITC-EA-07), se determinará la iluminancia media horizontal (E_m) mediante una media ponderada, de acuerdo con el denominado método de los "nueve puntos".

Mediante el luxómetro se mide la iluminancia en los quince puntos resultantes de la intersección de las abscisas B, C, D, con las ordenadas 1, 2, 3, 4 y 5, de la figura 6.

Teniendo en cuenta una eventual inclinación de las luminarias hacia un lado u otro, se debe adoptar como medida real de la iluminancia en el punto teórico P1 la media aritmética de las medidas obtenidas en los puntos B1 y B5 y así sucesivamente, tal y como consta en la tabla que se adjunta más adelante.

La iluminancia media es la siguiente:

$$E_m = E_1 + 2E_2 + E_3 + 2E_4 + 4E_5 + 2E_6 + E_7 + 2E_8 + E_9 / 16$$

Donde:

$$E_1 = (B1 + B5) / 2$$

$$E_2 = (C1 + C5) / 2$$

$$E_3 = (D1 + D5) / 2$$

$$E_4 = (B2 + B4) / 2$$

$$E_5 = (C2 + C4) / 2$$

$$E_6 = (D2 + D4) / 2$$

$$E_7 = B3$$

$$E_8 = C3$$

$$E_9 = D3$$

La uniformidad media (U_m) de iluminancia es el cociente entre el valor mínimo de las iluminancias E_i calculadas anteriormente y la iluminancia media (E_m).

La uniformidad general o extrema (U_g) se calcula dividiendo el valor mínimo de de las iluminancias E_i entre el valor máximo de dichas iluminancias.

1.1.22 Medida de iluminancia en glorietas.

La retícula de medida se representa en la figura 7 de la ITC-EA-07 y parte de 8 radios que tienen su origen en el centro de la glorieta, formando un ángulo entre ellos de 45° . El origen angular de los radios se elige arbitrariamente con independencia de la implantación de las luminarias.

El número de puntos de cálculo de cada uno de los 8 radios es función del número de carriles de tráfico del anillo de la glorieta, a razón de 3 puntos por carril de anchura (A), tal y como se representa en la figura 7.

En el caso de una implantación simétrica, el número de radios a considerar se podrá reducir a 2 consecutivos, que cubran un cuarto de la glorieta.

Cualquiera que sea el tipo de implantación de los puntos de luz -periférica o central-, exista simetría o no, la iluminancia media horizontal (E_m) del anillo de la glorieta será la media aritmética de las iluminancias (E_i) calculadas o medidas en los diferentes puntos de la retícula:

$$E_m = 1/n \sum E_i$$

La uniformidad media de iluminancia horizontal del citado anillo de la glorieta será el cociente entre el valor más pequeño de la iluminancia puntual (E_i) y la iluminancia media (E_m).

1.1.23 5. deslumbramiento perturbador.

Se basa en el cálculo de la luminancia de velo:

$$L_v = 10 \cdot \sum (E_g / \Theta^2) \text{ (en cd/m}^2\text{)}$$

Donde E_g (lux) es la iluminancia producida en el ojo en un plano perpendicular a la línea de visión, y Θ (grados) es el ángulo entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación. El sumatorio (\sum) está extendido a todas las luminarias de la instalación.

Se considera que contribuyen al deslumbramiento perturbador todas las luminarias que se encuentren a menos de 500 m de distancia del observador (véase fig. 8 de la ITC-EA-07).

Para el cálculo de la luminancia de velo para cada hilera de luminarias, se comienza por la más cercana, alejándose progresivamente y acumulando las luminancias de velo producidas por cada una de ellas, hasta que su contribución individual sea inferior al 2% de la acumulada, y como máximo hasta las luminarias situadas a 500 m del observador. Finalmente, se sumarán las luminancias de velo de todas las hileras de luminarias.

El incremento del umbral de percepción se calcula según la expresión:

$$TI = 65 \cdot L_v / (L_m)^{0,8} \text{ (en \%)}$$

Que es una fórmula válida para luminancias medias de calzada (L_m) entre 0,05 y 5 cd/m².

1.1.23.1 5.1. ángulo de apantallamiento.

A efectos de cálculo del deslumbramiento perturbador en alumbrado vial, no se considerarán las luminarias cuya dirección de observación forme un ángulo mayor de 20° con la línea de visión, ya que se suponen apantalladas por el techo del vehículo, tal y como se representa en la figura 8.

1.1.23.2 5.2. posición del observador.

La posición del observador se definirá tanto en altura como en dirección longitudinal y transversal a la dirección de las luminarias:

- a) El observador se colocará a 1,5 m de altura sobre la superficie de la calzada
- b) en dirección longitudinal, de forma tal que la luminaria más cercana a considerar se encuentre formando exactamente 20° con la línea de visión, es decir a una distancia igual a $(h-1,5) \operatorname{tg} 70^\circ$. En el caso de disposiciones al tresbolillo, se efectuarán dos cálculos diferentes (con la primera luminaria de cada lado formando 20°) y se considerará para los cálculos, el mayor valor de los dos.
- c) En dirección transversal se situará a $1/4$ de ancho total de la calzada, medido desde el borde derecho de la misma.

A partir de esta posición se calcula la suma de las luminancias de velo producidas por la primera luminaria en la dirección de observación y las luminarias siguientes hasta una distancia de 500 m.

1.1.23.3 Control de la limitación del deslumbramiento en glorietas.

En el caso de glorietas no se puede evaluar el deslumbramiento perturbador (incremento de umbral TI), dado que el anillo de una rotonda no es un tramo recto de longitud suficiente para poder situar al observador y medir luminancias en la calzada.

El índice GR puede utilizarse igual que se aplica en la iluminación de otras instalaciones de alumbrado de la ITC-EA-02.

Conviene definir una o varias posiciones del conductor de un vehículo que circula por una vía que afluye a la glorieta en posición lejana y próxima, incluso en el propio anillo.

Preferentemente se considerarán dos posiciones de observación representadas en las figuras 10 y 11 de la ITC-EA-07, con una altura de observación de 1,50 m.

Posición 1

Sobre una vía de tráfico que afluye a la glorieta, y el observador mirando el centro de la isleta.

Posición 2

Sobre el anillo que rodea la isleta central, con dirección de la mirada tangencial al anillo.

1.1.24 Relación entorno sr.

Para calcular la relación entorno (SR), es necesario definir 4 zonas de cálculo de forma rectangular situadas a ambos lados de los dos bordes de la calzada, tal y como se representa en la figura 12 de la ITC-EA-07.

A cada lado de la calzada, se calcula la relación entre la iluminancia media de la zona situada en el exterior de la calzada y la iluminancia media de la zona adyacente situada sobre la calzada. La relación entorno SR es la más pequeña de las dos relaciones.

La anchura (A_{SR}) de cada una de las zonas de cálculo se tomará como 5 m o la mitad de la anchura de la calzada, si ésta es inferior a 10 m.

Si los bordes de la calzada están obstruidos, se limitará el cálculo a la parte de los bordes que están despejados.

En presencia, por ejemplo, de una banda de parada de urgencia, o de un arcén que bordea la calzada, se tomará para (A_{SR}) la anchura de este espacio.

La longitud de las zonas de cálculo de la relación entorno (SR) es igual a la separación (S) entre puntos de luz.

1.1.24.1 Número y posición de los puntos de cálculo en sentido longitudinal.

El número (N) de puntos de cálculo y la separación (D) entre dos puntos sucesivos, se determinan de igual forma a la establecida para el cálculo de luminancias e iluminancias de la calzada.

Los puntos exteriores de la malla están separados, respecto a los bordes de la zona de cálculo, por una distancia (D/2) en el sentido transversal.

1.1.24.2 Número y posición de los puntos de cálculo en el sentido transversal.

El número de puntos de cálculo será $n=3$ si $A_{SR} > 2,5$ m y $n=1$ en caso contrario. La separación (d) entre dos puntos sucesivos, se calculará en función la anchura (A_{SR}) de la zona de cálculo, como:

$$d = 2 \cdot A_{SR}/n$$

Las líneas transversales extremas de los puntos de cálculo estarán separadas una distancia ($d/2$), de la primera y última luminaria, respectivamente.

1.2 Parcelas de consumo

Condiciones Generales.

1.2.1 Objeto.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

1.2.2 Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de baja tensión.

1.2.3 Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

1.2.3.1 Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

Pliego de condiciones.

b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

d) Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.

e) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).

f) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

g) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

1.2.3.2 Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

Pliego de condiciones.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

1.2.3.3 Seguridad pública.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máxima en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

1.2.4 Organización del trabajo.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

1.2.4.1 Datos de la obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

Pliego de condiciones.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

1.2.4.2 Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

1.2.4.3 Mejoras y variaciones del proyecto.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

1.2.4.4 Recepción del material.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

1.2.4.5 Organización.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Pliego de condiciones.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

1.2.4.6 Ejecución de las obras.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

1.2.4.7 Subcontratación de obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

Pliego de condiciones.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

1.2.4.8 Plazo de ejecución.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

1.2.4.9 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Pliego de condiciones.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

1.2.4.10 Periodos de garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

1.2.4.11 Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

1.2.4.12 Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Pliego de condiciones.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

1.2.4.13 Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

1.2.4.14 Disposición final.

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Condiciones Técnicas para la Ejecución de Redes Subterráneas de Distribución en Baja Tensión.

1.2.5 Objeto.

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de distribución.

1.2.6 Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de redes subterráneas de Baja Tensión.

Los Pliegos de Condiciones particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

1.2.7 Ejecución del trabajo.

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

1.2.7.1 Trazado.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean

Pliego de condiciones.

necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

1.2.7.2 Apertura de zanjas.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm y anchura de 40 cm para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm y anchura de 60 cm para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

1.2.7.3 Canalización.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.

Pliego de condiciones.

- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.
- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con todo detalle.

1.2.7.3.1 Zanja.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares de B.T. dentro de una misma banda será como mínimo de 10 cm (25 cm si alguno de los cables es de A.T).

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

1.2.7.3.1.1 Cable directamente enterrado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m, excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

Pliego de condiciones.

1.2.7.3.1.2 Cable entubado.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior al indicado en la ITC-BT-21, tabla 9.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

1.2.7.3.2 Cruzamientos.

- Calles y carreteras.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

- Ferrocarriles.

Los cables se colocarán en el interior de tubos protectores, recubiertos de hormigón, y siempre que sea posible, perpendiculares a la vía, a una profundidad mínima de 1,3 m respecto a la cara inferior de la traviesa. Dichos tubos rebasarán las vías férreas en 1,5 m por cada extremo.

- Otros cables de energía eléctrica.

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de baja tensión discurren por encima de los alta tensión.

La distancia mínima entre un cable de baja tensión y otros cables de energía eléctrica será: 0,25 m con cables de alta tensión y 0,10 m con cables de baja tensión. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

- Cables de telecomunicación.

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

Estas restricciones no se deben aplicar a los cables de fibra óptica con cubiertas dieléctricas. Todo tipo de protección en la cubierta del cable debe ser aislante.

- Canalizaciones de agua y gas.

Siempre que sea posible, los cables se instalarán por encima de las canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua o gas será de 0,20 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o de los empalmes de la canalización eléctrica,

Pliego de condiciones.

situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

- Conducciones de alcantarillado.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado.

No se admitirá incidir en su interior. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos, etc), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas.

- Depósitos de carburante.

Los cables se dispondrán en canalizaciones entubadas y distarán, como mínimo, 0,20 m del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo 1,5 m por cada extremo.

1.2.7.3.3 Proximidades y paralelismos.

- Otros cables de energía eléctrica.

Los cables de baja tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,10 m con los cables de baja tensión y 0,25 m con los cables de alta tensión. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

- Cables de telecomunicación.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, el cable instalado más recientemente se dispondrá en canalización entubada.

- Canalizaciones de agua.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Pliego de condiciones.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal, y que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias principales de agua se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

- Canalizaciones de gas.

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y las canalizaciones de gas será de 0,20 m, excepto para canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar), en que la distancia será de 0,40 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

Se procurará mantener una distancia mínima de 0,20 m en proyección horizontal.

Por otro lado, las arterias importantes de gas se dispondrán de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de baja tensión.

- Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que el cruzamiento o paralelismo entre cables eléctricos y canalizaciones de los servicios descritos anteriormente, se produzcan en el tramo de acometida a un edificio deberá mantenerse una distancia mínima de 0,20 m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias en los cables directamente enterrados, la canalización instalada más recientemente se dispondrá entubada.

1.2.7.4 Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Pliego de condiciones.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

1.2.7.5 Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

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

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Pliego de condiciones.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas de cinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

1.2.7.6 Protección mecánica.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de 25 cm cuando se trate de proteger un solo cable. La anchura se incrementará en 12,5 cm. por cada cable que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

1.2.7.7 Señalización.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

1.2.7.8 Identificación.

Los cables deberán llevar marcas que se indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

1.2.7.9 Cierre de zanjas.

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm. de espesor, las cuales serán apisonada y regadas si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

1.2.7.10 Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

1.2.7.11 Puesta a tierra.

Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar alguna de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

1.2.7.12 Montajes diversos.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

1.2.7.12.1 Armario de distribución.

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

1.2.8 Materiales.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

1.2.9 Recepción de obra.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

2. Centros de Transformación

2.1 Calidad de los materiales

2.1.1 Obra civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

2.1.2 Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- **Aislamiento:** El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- **Corte:** El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones,

2.1.3 Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

2.1.4 Equipos de medida

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

Pliego de condiciones.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

2.2 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

2.3 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

2.4 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Pliego de condiciones.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

2.5 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

2.6 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

3. Líneas de Media tensión

3.1 LAMT

3.1.1 Pliego de condiciones

El presente pliego de condiciones generales tiene por objeto establecer las condiciones y garantías técnicas a que deben someterse las instalaciones eléctricas de más de 1 KV. a fin de:

- Optimizar las inversiones, a fin de facilitar desde el proyecto, la posibilidad de adaptarlas a futuros aumentos de carga previsibles.
- Establecer un criterio básico en la adopción del material eléctrico más adecuado a la instalación que se proyecta, con el fin de reducir, previa selección, la extensa gama existente en el mercado.
- Conseguir la necesaria regularidad en el suministro de energía eléctrica.
- Proteger las personas y los bienes que puedan resultar afectadas por las mismas instalaciones.

3.1.2 Calidad de los materiales

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto, en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

Los materiales y elementos utilizados en el montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de 1 KV. deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

Los materiales a suministrar por el instalador de la instalación deberán ser productos normalizados de un fabricante de reconocida garantía técnica.

Cuando se requieran dos o más unidades de un mismo material, deberán ser del mismo fabricante.

Todos los materiales se presentarán a la aprobación de la Dirección Técnica Facultativa, pudiendo ser revocados.

La Dirección Facultativa se reserva el derecho de decisión a posibles propuestas del instalador, durante el curso de la obra cuya confirmación será por escrito.

Pliego de condiciones.

El instalador informará a la Dirección Facultativa de las fechas en que estarán preparados los diferentes materiales que componen la instalación, para su envío a obra.

De aquellos materiales que estimen oportunos la Dirección Facultativa se procederá a realizar visita a la fábrica en donde se estén construyendo para realizar el protocolo de pruebas y ensayos de control de calidad, a fin de comprobar que cumplen las especificaciones indicadas en el proyecto.

Aquellos materiales que no cumplan alguna de las especificaciones indicadas en proyecto, no serán autorizados para su envío y montaje en obra.

3.1.3 Obra civil.

3.1.3.1 Cimientos

Los cementos cumplirán exactamente lo prescrito en el Vigente pliego de Condiciones para la recepción de conglomerados hidráulicos de 9 de Abril de 1.961.

3.1.3.2 Agua para morteros y hormigones

El agua empleada para el amasado de los aglomerados responderá a las cualidades químicas que aseguren la integridad de las mezclas.

Se rechazarán particularmente las aguas salinitas, las aguas sulfatadas, las ácidas de terrenos turbosos y de las alcantarillas, así como las aguas corrientes que lleven ácido carbónico. Se rechazarán también las que contengan hidratos de carbono en cualquier cantidad y las que contengan aceites y grasas, de cualquier origen, en cantidad superior a quince gramos por litro.

Tampoco se usarán aguas con sustancias solubles en proporción superior a treinta y cinco gramos por litro. El agua del mar puede usarse para el amasado de hormigones corrientes que no vayan armados, y siempre que no sean de temer afloramientos.

3.1.3.3 Áridos para hormigones y morteros

Se conoce con el nombre genérico de áridos a los materiales inertes, naturales o artificiales que, aglomerados con el cemento constituyen el hormigón.

Se dividen en gravas y arenas atendiendo exclusivamente a un criterio de tamaño. Deberán ser de buena calidad petrosa, se amasará en pequeñas cantidades y su empleo será inmediato para que tenga lugar antes del principio del fraguado. No deberá hacerse en ningún caso el rebatido del mortero.

3.1.3.4 Morteros de cemento

- Árido fino: El árido fino a emplear en mortero será arena natural procedente de la disgregación natural, o del machaqueo o una mezcla de ambos procesos.
- Cemento: El cemento será P-350 y cumplirá lo prescrito en el artículo 2º.
- Tipos y dosificaciones: Para su empleo en las distintas clases de obra se establecen los siguientes tipos y dosificaciones de morteros de cemento-portland.

3.1.3.5 Hormigones

Antes de dar comienzo las obras, por el Ingeniero Técnico Director se fijará a la vista de la granulometría de los áridos, la proporción y tamaño de los mismos a mezclar, para conseguir la curva granulométrica óptima y la compacidad más conveniente del hormigón, adoptando como mínimo una clasificación de tres tamaños de áridos y sin que el contratista pueda alegar precio supletorio alguno por este concepto.

A los distintos tipos de hormigones a emplear se les exigirá como mínimo las siguientes cargas de rotura a compresión, en probeta cúbica a los veintiocho días:

- Hormigón tipo: H-150
- Resistencia característica Kg/cm^2 : 150
- Tipo cemento empleado: P-350

3.1.3.6 Adiciones al hormigón

Es obligatorio el empleo de un aireante en todos los tipos de hormigones.

3.1.3.7 Zanjas.

El constructor, antes de empezar los trabajos de excavación en apertura de zanjas, hará un estudio de canalización, de acuerdo con las normas municipales. Determinará las protecciones precisas, tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesorios a los portales, comercios, garajes, etc. Decidirá las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá dispuestos antes de dar comienzo a la obra.

Las zanjas se abrirán en terrenos de dominio público, preferentemente bajo acera.

Pliego de condiciones.

En las zonas donde existan servicios de la empresa suministradora de energía eléctrica instalados con antelación a los del proyecto, las zanjas se abrirán sobre estos servicios, con objeto de que todos queden agrupados en la misma zanja.

En los casos especiales debidamente justificados, en que la profundidad de la colocación de los conductores sea inferior al 60% de la indicada en el proyecto, se protegerán mediante tubos, conductos, chapas, etc., de adecuada resistencia mecánica.

Cuando la zanja transcurra por terrenos rocosos se admitirá que la profundidad de los conductores sea $\frac{2}{3}$ de las indicadas en el proyecto.

En los cruzamientos y paralelismos con otros servicios, se atenderá a lo dispuesto por los organismos oficiales, propietarios de los servicios a cruzar. En cualquier caso, las distancias a dichos servicios, serán, como mínimo 25 cm.

No se instalarán conducciones paralelas a otros servicios coincidentes en la misma proyección vertical. La separación entre los extremos de dichas proyecciones será mayor de 30 cm.

En los casos excepcionales en que las distancias mínimas indicadas anteriormente no puedan guardarse, los conductores deberán colocarse en el interior de tubos de material incombustible de suficiente resistencia mecánica.

La zanja se realizará lo más recta posible, manteniéndose paralela en toda su longitud a los bordillos de las aceras o a las fachadas de los edificios principales.

En los trazados curvos, la zanja se realizará de forma que los radios de los conductores, una vez situados en sus posiciones definitivas, sean como mínimo 10 veces el diámetro del cable.

Los cruces de calle se realizarán en caminos urbanos pavimentado. Los cruces serán perpendiculares al eje de la calle, y estarán hormigonados en toda su longitud.

El número de tubos y su distribución serán los indicados en sus planos correspondientes, no presentarán en su interior resaltes que impidan o dificulten el tendido de los conductores.

En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, sellando los orificios adecuadamente; incluso los de los tubos vacíos.

En los tramos rectos y cada 15 o 20 metros, según el tipo de cable, para facilitar el tendido, se dejarán calas abiertas de longitud mínima de 3 metros, en los que se interrumpirá la continuidad de los tubos. Una vez tendido el cable, estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento. Los tubos que queden libres o en reserva serán convenientemente sellados.

Pliego de condiciones.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillos de dimensiones necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Una vez estén colocados los cables, la zanja se rellenará con tierra procedente de la misma excavación.

A una distancia de unos 10 cm de la calzada se colocarán planchas de PVC, en las que se podrá leer "EXISTENCIA DE CABLES ENTUBADOS", sobre toda la longitud de la zanja.

3.1.3.8 Retirada de tierras

La tierra sobrante, así como los escombros del pavimento y firmes se llevarán a escombrera o vertedero, debidamente autorizados con el canon de vertido correspondiente.

3.1.3.9 Rellenos de zanjas con tierra u hormigón.

Una vez colocadas las protecciones del cable, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (si la ordenanza municipal lo permite) apisonada, debiendo realizarse los 25 primeros cm de forma manual. Sobre esta tongada se situará la cinta de atención al cable.

El cierre de las zanjas se realizará por tongadas, cuyo espesor original sea inferior a 25 cm, compactándose inmediatamente cada una de ellas antes de proceder al vertido de la tongada siguiente.

La compactación estará de acuerdo con el pliego de condiciones técnicas del municipio correspondiente.

En las zanjas realizadas en aceras o calzadas con base de hormigón, el relleno de la zanja con tierras compactas, no sobrepasará la cota inferior de las bases de hormigón.

El material de aportación para el relleno de las zanjas tendrá elementos con un tamaño máximo de 10 cm, y su grado de humedad será el necesario para obtener la densidad exigida en las ordenanzas municipales, una vez compactado.

El relleno de zanjas en calzadas se realizará con hormigón H150, hasta la cota inferior del firme.

3.1.3.10 Arenas para asiento de cables.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas. Si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente; las dimensiones de los granos serán de 3 mm como máximo.

Estará exenta de polvo, para lo cual no se utilizará arena con granos de dimensiones inferiores a 0'2 mm.

3.1.3.11 Colocación cinta señalización.

En las canalizaciones, salvo en los cruces en calzadas, se colocará una cinta de polietileno, con el anagrama de la empresa suministradora que advierta del peligro eléctrico. Se colocarán a lo largo de la canalización, en número y distribución, según lo indicado en el proyecto.

3.1.3.12 Colocación de tapón y sellado para tubo.

En la boca de los tubos termoplásticos sin ocupación de cables se colocarán los tapones correspondientes, debidamente presionados en su posición tope.

En los tubos termoplásticos que contengan cables o en los tubos que se considere necesario por su proximidad de tuberías de agua, saneamientos o similares, se taponarán sus bocas con espuma poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por empresa suministradora de energía eléctrica. Se seguirá, en cualquier caso, las instrucciones dadas por el fabricante.

3.1.3.13 Reconocimiento de materiales

Todos los materiales serán reconocidos por el Ingeniero Técnico Director de las obras o por personal delegado por él, antes de su empleo en la obra, sin cuya aprobación no podrá procederse a su colocación, siendo retirados de la obra los que sean desechados.

Este reconocimiento previo no constituye la aprobación definitiva y el Ingeniero Técnico Director podrá hacer quitar, aun después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el anterior reconocimiento.

Pliego de condiciones.

Los gastos que se originen en este caso serán todos por cuenta del contratista.

3.1.3.14 Replanteo

En el plazo de siete días hábiles, a partir de la adjudicación definitiva, se comprobará en presencia del adjudicatario o de su representante, el replanteo de las obras efectuado antes de su licitación, extendiéndose la correspondiente acta de comprobación de replanteo.

El acta de comprobación de Replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del replanteo respecto a los documentos contractuales del proyecto, refiriéndose expresamente a las características geométricas del trazado y obras de fábrica, a la procedencia de los materiales, así como a cualquier punto que, en caso de disconformidad, pueda afectar al cumplimiento del contrato.

Cuando el Acta de Comprobación del Replanteo refleje alguna variación respecto a los documentos contractuales del proyecto, deberá ser acompañada de un nuevo presupuesto, valorado a los precios del contrato.

3.1.4 Conductores.

3.1.4.1 Tramo aéreo

El conductor que contempla este Proyecto Tipo es de aluminio-acero galvanizado de 54,6 mm² de sección, según norma UNE-EN 50182, el cual está recogido en la norma NI 54.63.01 cuyas características principales son:

Designación UNE	47-AL1/8ST1A (LA – 56)
Sección de aluminio, mm ²	46,8
Sección total, mm ²	54,6
Equivalencia en cobre, mm ²	30
Composición	6 + 1
Diámetro de los alambres, mm	3,15
Diámetro aparente, mm	9,45
Carga mínima de rotura, daN	1629
Módulo de elasticidad, daN/mm ²	7900
Coefficiente de dilatación lineal, °C ⁻¹	0,0000191
Masa aproximada, kg/km	188,8
Resistencia eléctrica a 20°C, K/km	0,6129
Densidad de corriente, A/mm ²	0,361

Pliego de condiciones.

La temperatura máxima de servicio, bajo carga normal en la línea, no sobrepasará los 50 °C.

La tracción máxima en el conductor, viene indicada en las tabla de tendido que se incluye dentro de este proyecto, y no sobrepasará, en ningún caso, el tercio de la carga de rotura del mismo.

La tracción en el conductor a 15°C y sin sobrecarga, no sobrepasará el 15% de la carga de rotura del mismo.

El recubrimiento de zinc, de los hilos de acero, cumplirá con los requisitos especificados en la Norma UNE-EN 50189.

3.1.4.2 Tramo subterráneo

Para el tramo subterráneo se realizará con cable unipolar seco de aluminio de 240 mm² de sección y del tipo HEPRZ1, empleándose la tensión asignada del cable 12f20 kV para tensiones asignadas de hasta 24 kV.

Se incluyen las características correspondientes a los tipos constructivos de cable. Todos los tipos constructivos se ajustarán a lo indicado en la norma UNE HD 620 yfo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y su instrucción técnica complementaria ITC 06:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE-EN 60228. En el caso del cable con aislamiento XLPE, éste estará obturado mediante hilaturas hidrófugas.
- Pantalla sobre el conductor: Capa de mezcla semiconductora aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR) o polietileno reticulado (XLPE).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductora pelable no metálica.
- Obturación: Solo aplicable a cables con aislamiento en XLPE y consistirá en una cinta obturante colocada helicoidalmente.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes. Se consideran dos tipos de cubierta normal DMZ1y cubierta DMZ2, no propagadora del incendio tipo (AS).

Además, cumplirán con las especificaciones recogidas en las siguientes normas UNE:

- UNE 21167: Bobinas de madera para cables aislados de transporte y distribución. Características generales.

Pliego de condiciones.

- UNE 211435: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6f1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- UNE-HD 620-1: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6f6(7,2) kV hasta 20,8f36(42) kV. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-HD 620-9E: Cables eléctricos de distribución con aislamiento seco, de tensión asignada desde 3,6f6 (7,2) kV hasta 20,8f36 (42) kV. Parte 9: Cables unipolares y unipolares reunidos con aislamiento de HEPR. Sección E-1: Cables con cubierta de compuesto de poliolefina (tipos 9E-1, 9E- 4 y 9E-5).

3.1.4.3 Aisladores.

El aislamiento estará formado por aisladores compuestos para líneas eléctricas de alta tensión según normas UNE 21909 y UNE-EN 62217.

Los elementos de cadenas para los aisladores compuestos responderán a lo establecido en la norma UNE-EN 61466.

En cualquier caso, el tipo de aislador será el que figura en el Proyecto.

3.1.4.4 Herrajes y accesorios.

Serán del tipo indicado en el Proyecto. Todos estarán galvanizados.

Los soportes para aisladores rígidos responderán a la Recomendación UNESA 6626.

Los herrajes para las cadenas de suspensión y amarre cumplirán con las Normas UNE 21009, 21073 y 21124-76.

En donde sea necesario adoptar disposiciones de seguridad se emplearán varillas preformadas de acuerdo con la Recomendación UNESA 6617.

Las crucetas a utilizar serán metálicas, según las normas:

- NI 52.30.22 – Crucetas bóveda de alineación para apoyos de líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.
- NI 52.31.02 – Crucetas rectas y semicrucetas para líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.
- NI 52.31.03 – Crucetas bóveda de ángulo y anclaje para apoyos de perfiles metálicos de líneas eléctricas aéreas de tensión nominal hasta 20 kV.

3.1.4.5 Columnas.

Los apoyos de ángulo, dependiendo del valor de éste, podrán ser de alguno de los tipos indicados en el párrafo anterior, o metálicos de celosía (UNE 207017) según norma NI 52.10.01. Los apoyos metálicos de celosía son los indicados también para anclaje y fin de línea.

3.1.4.6 Terminales de conexión

Para la conexión en de los conductores en las celdas de MT de los centros en sus extremos se instalarán terminales acodados de conexión sencilla, siendo de 24 kV/250 A.

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Las especificaciones técnicas sobre los terminales de conexión a cumplir están recogidas en las siguientes normas UNE:

- NI 72.83.00: Pasatapas enchufables aislados para AT hasta 36 kV y de 250 A hasta 1250 A.
- UNE 211024: Accesorios de conexión. Elementos de conexión para redes subterráneas de distribución de baja y media tensión hasta 18f30 (36) kV.
- UNE 211027: Accesorios de conexión. Empalmes y terminaciones para redes subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18f30(36) kV.
- UNE 211028: Accesorios de conexión. Conectores separables apantallados enchufables y atornillables para red subterráneas de distribución con cables de tensión asignada hasta 18f30(36) kV.
- UNE-EN 50181: Pasatapas enchufables para equipos eléctricos, excepto transformadores sumergidos en líquido aislante, para tensiones comprendidas entre 1 kV y 36 kV y de 250 A a 3.250 A. L.C.O.E. – 3 – NI 56.80.02 14-02
- UNE-HD 629-1: Prescripciones de ensayos para accesorios de utilización en cables de energía de tensión asignada de 3,6f6(7,2) kV hasta 20,8f36(42) kV. Parte 1: Cables con aislamiento seco.

3.1.5 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Pliego de condiciones.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

Secuencia normativa de hitos a seguir:

- El constructor una vez conocido el proyecto de la obra y antes de comenzar, hará un reconocimiento sobre el terreno comprobando la adecuación del proyecto a la obra real y que se dispone de todas las licencias y permisos necesarios, tanto de particulares como de organismos oficiales, para la realización de las instalaciones. Podrá proponer entonces las modificaciones que sean necesarias realizar para la adaptación del proyecto a la realidad. Analizadas y comprobadas las modificaciones propuestas, se redactará en caso de aceptación, la correspondiente acta de replanteo, que deberá ser firmada por el constructor y la empresa suministradora. A partir de este momento el constructor y la empresa suministradora no podrán variar ninguna de las condiciones establecidas, salvo acuerdo previo.
- Antes de iniciar la obra, el constructor comunicará por escrito a la empresa suministradora. el nombre del técnico responsable de la dirección de obra.
- Realización de la excavación de las zanjas, definidas en el replanteo.
- Tendido de cable de la línea en proyecto.
- Relleno de zanjas y reposición de pavimentos.
- Conexión de la línea a los puntos de entronque y final.

3.1.5.1 Armado de apoyos.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son el armado de los apoyos, incluido la colocación de crucetas y el anclaje, así como el herramental y todos los medios necesarios para esta operación.

Si en el curso del montaje aparecen dificultades de ensambladura o defectos sobre algunas piezas que necesiten su sustitución o su modificación, el Contratista lo notificará a la Dirección Técnica.

No se empleará ningún elemento metálico doblado, torcido, etc. Sólo podrán enderezarse previo consentimiento del Director de Obra. En el caso de rotura de barras y rasgado de taladros, por cualquier causa, el Contratista tiene la obligación de proceder al cambio de los elementos rotos, previa autorización de la Dirección Técnica.

El procedimiento de levante será determinado por la Contrata, el cual deberá contar con la aprobación de la Dirección Técnica. Todas las herramientas que se utilicen en el izado se hallarán en perfectas condiciones de conservación y serán las adecuadas.

En el montaje e izado de las crucetas, como observancia principal de realización ha de tenerse en cuenta que ningún elemento sea solicitado por esfuerzos capaces de producir deformaciones permanentes.

Pliego de condiciones.

Después del izado de la cruceta y antes del tendido de los conductores, se apretarán los tornillos dando a las tuercas la presión correcta. El tornillo deberá sobresalir de la tuerca por lo menos tres pasos de rosca. Una vez que se haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, se procederá al graneteado de los tornillos, con el fin de impedir que se aflojen.

3.1.5.2 Protección de las superficies metálicas

Todos los elementos de acero deberán estar galvanizados por inmersión.

3.1.5.3 Tendido, tensado y engrapado de los conductores.

Los trabajos comprendidos en este epígrafe son los siguientes:

- Colocación de los aisladores y herrajes de sujeción de los conductores.
- Tendido de los conductores, tensado inicial, regulado y engrapado de los mismos.

Comprende igualmente el suministro de herramental y demás medios necesarios para estas operaciones, así como su transporte a lo largo de la línea.

3.1.5.4 Colocación de aisladores.

La manipulación de aisladores y de los herrajes auxiliares de los mismos se hará con el mayor cuidado.

Cuando se trate de cadenas de aisladores, se tomarán todas las precauciones para que éstos no sufran golpes, ni entre ellos ni contra superficies duras, y su manejo se hará de forma que no flexen.

En el caso de aisladores rígidos se fijará el soporte metálico, estando el aislador en posición vertical invertida.

3.1.5.4.1 Tendido de los conductores.

El tendido de los conductores debe realizarse de tal forma que se eviten torsiones, nudos, aplastamientos o roturas de alambres, roces en el suelo, apoyos o cualquier otro obstáculo. Las bobinas no deben nunca ser rodadas sobre un terreno con asperezas o cuerpos duros susceptible de estropear los cables, así como tampoco

Pliego de condiciones.

deben colocarse en lugares con polvo o cualquier otro cuerpo extraño que pueda introducirse entre los conductores.

Para el tendido se instalarán poleas con garganta de madera o aluminio con objeto de que el rozamiento sea mínimo.

Durante el tendido se tomarán todas las precauciones posibles, tales como arriostamiento, para evitar deformaciones o fatigas anormales de crucetas, apoyos y cimentaciones.

Las gargantas de las poleas de tendido serán de aleación de aluminio, madera o teflón y su diámetro como mínimo 20 veces el del conductor.

Cuando se haga el tendido sobre vías de comunicación, se establecerán protecciones especiales, de carácter provisional, que impida la caída de dichos conductores sobre las citadas vías, permitiendo al mismo tiempo el paso por las mismas sin interrumpir la circulación. Estas protecciones, aunque de carácter provisional, deben soportar con toda seguridad los esfuerzos anormales que por accidentes puedan actuar sobre ellas.

Si existe arbolado que pueda dañar a los conductores, y éstos a su vez a los árboles, dispondrán de medios especiales para que esto no ocurra.

Durante el tendido, en todos los puntos de posible daño al conductor, el Contratista deberá desplazar a un operario con los medios necesarios para que aquél no sufra daños.

Si durante el tendido se producen roturas de venas del conductor, el Contratista deberá consultar con la Dirección Técnica la clase de reparación que se debe ejecutar.

Los empalmes de los conductores podrán efectuarse por el sistema de manguitos de torsión, máquinas de husillo o preformados, según indicación previa de la Dirección Técnica y su colocación se hará de acuerdo con las disposiciones contenidas en el vigente Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión. Todos los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente para asegurar la perfecta limpieza de las superficies a unir, no debiéndose apoyar sobre la tierra estas superficies limpias, para lo que se recomienda la utilización de tomas.

El Contratista será el responsable de las averías que se produzcan por la no observancia de estas prescripciones.

3.1.5.4.2 Tensado, regulado y engrapado de los conductores.

Previamente al tensado de los conductores, deberán ser venteados los apoyos primero y último del cantón, de modo que se contrarresten los esfuerzos debidos al tensado.

Los mecanismos para el tensado de los cables podrán ser los que la Contrata estime, con la condición de que se coloquen a distancia conveniente del apoyo de

Pliego de condiciones.

tense, de tal manera que el ángulo que formen las tangentes del cable a su paso por la polea no sea inferior a 150° .

La Dirección Técnica facilitará al Contratista, para cada cantón, el vano de regulación y las flechas de este vano para las temperaturas habituales en esa época, indicando los casos en que la regulación no pueda hacerse por tablillas y sea necesario el uso de taquímetro.

Antes de regular el cable se medirá su temperatura con un termómetro de contacto, poniéndolo sobre el cable durante 5 minutos.

El Contratista facilitará a la Dirección Técnica, para su comprobación, la altura mínima de los conductores, en el caso más desfavorable de toda la línea, indicando la temperatura a que fue medida. Iguales datos facilitará en todos los vanos de cruzamiento.

El afino y comprobación del regulado se realizará siempre por la flecha.

Si una vez engrapado el conductor se comprueba que la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la flecha no es la que debía resultar, se volverá a engrapar, y si el conductor no se ha dañado se cortará el trozo que la Dirección Técnica marque, ejecutándose los manguitos correspondientes.

En los puentes flojos deberán cuidar su distancia a masa y la verticalidad de los mismos, así como su homogeneidad. Para los empalmes que se ejecuten en los puentes flojos se utilizarán preformados.

En las operaciones de engrapado se cuidará especialmente la limpieza de su ejecución, empleándose herramientas no cortantes, para evitar morder los cables de aluminio.

Si hubiera alguna dificultad para encajar entre sí o con el apoyo algún elemento de los herrajes, éste no deberá ser forzado con el martillo y debe ser cambiado por otro.

El apretado de los estribos se realizará de forma alternativa para conseguir una presión uniforme de la almohadilla sobre el conductor, sin forzarla, ni menos romperla.

El punto de apriete de la tuerca será el necesario para comprimir la arandela elástica.

3.1.5.4.3 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el "Real Decreto 223f/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento

Pliego de condiciones.

sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.”

Entre ellas se recogen las siguientes:

- Cables de potencia.
- Comprobación de la continuidad y orden de fases.
- Medida del aislamiento entre fases y tierra.
- Apoyos.
- Medición resistencia puesta a tierra.
- Medición paso y contacto.
- Medición resistividad del terreno

3.1.6 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

Las instalaciones se mantendrán en perfecto estado de uso, mediante un mantenimiento preventivo adecuado.

Se prohíbe, realizar trabajos en instalaciones de A.T. sin adoptar las siguientes precauciones:

- Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los interruptores en las celdas de línea.
- Reconocimiento de la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuitos todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

Para la reposición de fusibles, se observarán como mínimo los apartados a) y b), indicados anteriormente.

En los trabajos y maniobras en seccionadores e interruptores, si los aparatos de corte se accionan mecánicamente, se adoptarán precauciones para evitar su funcionamiento intempestivo. En todo caso se prohibirá esta clase de trabajos a personal que no esté especializado.

Una vez realizados los trabajos, solo se restablecerá el servicio cuando se tenga la completa seguridad de que no queda trabajando nadie en la instalación.

Las operaciones que conducen a la puesta en servicio de las instalaciones, una vez terminado el trabajo, se realizarán en el siguiente orden:

- En el lugar del trabajo se retirarán las puestas a tierra y el material de protección complementario, y el jefe del trabajo, despues del último reconocimiento dará aviso de que el mismo ha concluido.

Pliego de condiciones.

- En el origen de la alimentación una vez recibida la comunicación de que se ha terminado el trabajo, se retirará el material de señalización y se desbloquearán los aparatos de corte y maniobra.

3.1.7 Certificados y documentación

Previamente a la iniciación de los trabajos de instalación eléctrica, a que se refiere el presente proyecto o durante el período de montaje, la Dirección de Obra podrá solicitar certificados de homologación de los materiales que intervienen en la instalación eléctrica, así como documentación y catálogos en los que se indiquen las características principales.

Una vez se haya terminado la instalación y una vez comprobada en todos sus extremos, se procederá a la certificación de la misma por el Director de la Obra, ante el Servicios Territoriales de la Conselleria de Infraestructuras y Transportes correspondiente, con objeto de la obtención del permiso, bien sea provisional o definitivo para conexión de la instalación a la red de la empresa suministradora.

La propiedad recibirá una copia del proyecto redactado para ejecutar las instalaciones y al finalizar las mismas los certificados correspondientes de final de obra eléctrica, en los que se reflejarán las mediciones realizadas y los valores obtenidos, así como cualquier modificación que se haya realizado con respecto al proyecto inicial.

También se le entregará la autorización de puesta en marcha de la línea subterránea de media tensión, debidamente diligenciado por los Servicios Territoriales de la Conselleria de Infraestructuras y Transportes.

La propiedad recibirá una copia del proyecto redactado para ejecutar las instalaciones y al finalizar las mismas los certificados correspondientes de final de obra eléctrica, en los que se reflejarán las mediciones realizadas y los valores obtenidos, así como cualquier modificación que se haya realizado con respecto al proyecto inicial.

También se le entregará la autorización de puesta en marcha de la línea subterránea de media tensión, debidamente diligenciado por los Servicios Territoriales de la Conselleria de Infraestructuras y Transportes.

3.1.8 Libro de órdenes

Se guardarán a disposición del personal técnico, en la propia instalación, las instrucciones de operación y el libro de instrucciones de control y mantenimiento.

No será necesario conservar la documentación en la propia instalación si se dispone de un procedimiento interno que fije estructura de la documentación y el lugar donde se conserva, utilizando por ejemplo sistemas de almacenamiento informático con acceso remoto que garanticen que está fácilmente disponible para el personal técnico encargado de la instalación.

3.2 LSMT

Condiciones Generales.

3.2.1 Objeto.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

3.2.2 Campo de aplicación.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes subterráneas de alta tensión.

3.2.3 Disposiciones generales.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda.

3.2.3.1 Condiciones facultativas legales.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.

b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.

Pliego de condiciones.

c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.

d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.

e) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

f) Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

3.2.3.2 Seguridad en el trabajo.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado "f" del párrafo 3.1. de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.2.3.3 Seguridad pública.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máxima en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.2.4 Organización del trabajo.

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

3.2.4.1 Datos de la obra.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.2.4.2 Replanteo de la obra.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.2.4.3 Mejoras y variaciones del proyecto.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.2.4.4 Recepción del material.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.2.4.5 Organización.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

Pliego de condiciones.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.2.4.6 Ejecución de las obras.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el Director de Obra a tenor de lo dispuesto en el último párrafo del apartado 4.1.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 4.3.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

3.2.4.7 Subcontratación de las obras.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

Pliego de condiciones.

a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.2.4.8 Plazo de ejecución.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

3.2.4.9 Recepción provisional.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Pliego de condiciones.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumplierse estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

3.2.4.10 Periodos de garantía.

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

3.2.4.11 Recepción definitiva.

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

3.2.4.12 Pago de obras.

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Pliego de condiciones.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

3.2.4.13 Abono de materiales acopiados.

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.

3.2.5 Disposición final

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Condiciones para la Obra Civil y Montaje de las líneas eléctricas de Alta Tensión con conductores aislados

3.2.6 Preparación y programación de la obra.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

3.2.7 Zanjas.

3.2.7.1 Zanjas en tierra.

3.2.7.1.1 Ejecución.

Su ejecución comprende:

- a) Apertura de las zanjas.
 - b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).
 - c) Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo (cables directamente enterrados).
 - d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).
 - e) Colocación de la cinta de "atención al cable".
 - f) Tapado y apisonado de las zanjas.
 - g) Carga y transporte de las tierras sobrantes.
 - h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.
- a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el

Pliego de condiciones.

georadar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso (siempre conforme a la normativa de riesgos laborales).

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

b) Suministro y colocación de protección de arena (cables directamente enterrados).

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo (cables directamente enterrados).

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos. La anchura se incrementará en medio pie (12,5

Pliego de condiciones.

cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas. Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños. Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías. En cualquier caso, la protección mecánica soportará un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de M.T. o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

d) Suministro y colocación de tubos (cables en canalización entubada).

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica.

El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

e) Colocación de la cinta de "Atención al cable".

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos "Atención a la existencia del cable", tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

f) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

Pliego de condiciones.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de "Atención a la existencia del cable", se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d). El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

g) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

h) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

3.2.7.1.2 Dimensiones y Condiciones Generales de Ejecución.

3.2.7.1.2.1 Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

3.2.7.1.2.2 Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tracción, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.

Pliego de condiciones.

b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.

c) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

3.2.7.1.2.3 Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión directamente enterrados, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

3.2.7.2 Zanjas en roca.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjas en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso. En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

3.2.7.3 Zanjas anormales y especiales.

Si los cables van directamente enterrados, la separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito,

Pliego de condiciones.

deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.). Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjas de tierra.

3.2.7.4 Rotura de pavimentos.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

3.2.7.5 Reposición de pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc. En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

3.2.8 Galerías.

Pueden utilizarse dos tipos de galería, la galería visitable, de dimensiones interiores suficientes para la circulación de personal, y la galería o zanja registrable, en la que no está prevista la circulación de personal y las tapas de registro precisan medios mecánicos para su manipulación.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas de tráfico que corresponda.

Pliego de condiciones.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable.

3.2.8.1 Galerías visitables.

- Limitación de servicios existentes.

Las galerías visitables se usarán preferentemente sólo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento que evacua.

- Condiciones generales.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 m de anchura mínima y 2 m de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad máxima admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

Pliego de condiciones.

- Galerías de longitud superior a 400 m.

Dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 m como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF120) con puertas cortafuegos (RF90) cada 1.000 m como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

- Disposición e identificación de los cables.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T. en uno de los laterales, reservando el otro para B.T., control, señalización, etc).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

- Sujeción de los cables.

Los cables deberán estar fijados a las paredes o a estructuras de la galería mediante elementos de sujeción (regletas, ménsulas, bandejas, bridas, etc) para evitar que los esfuerzos térmicos, electrodinámicos debidos a las distintas condiciones que puedan presentarse durante la explotación de las redes de A.T. puedan moverlos o deformarlos.

- Equipotencialidad de masas metálicas accesibles.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

- Aislamiento de pantalla y armadura de un cable respecto a su soporte metálico.

El proyectista debe calcular el valor máximo de la tensión a que puede quedar sometida la pantalla y armadura de un cable dentro de la galería respecto a su red de tierras en las condiciones más desfavorables previsibles. Si dimensionará el aislamiento entre la pantalla y la armadura del cable respecto al elemento metálico de soporte para evitar una perforación que establezca un camino conductor, ya que esto podría dar origen a un defecto local en el cable.

- Previsión de defectos conducidos por la tierra de la galería.

En el caso que aparezca un defecto iniciado en un cable dentro de la galería, si el proyectista no prevé medidas especiales, considerará que las tierras de la galería

Pliego de condiciones.

deben poder evacuar las corrientes de defecto de dicho cable (defecto fase-tierra). Por consiguiente, dichas corrientes no deberán superar la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierras de la galería.

- Previsión de defectos en cables no evacuados a la tierra de la galería.

El proyectista puede prever la instalación de cables cuya corriente de defecto fase-tierra supere la máxima corriente de defecto para la cual se ha dimensionado la red de tierra de la galería. En ese caso, las pantallas y armaduras de tales cables deberán estar aisladas, protegidas y separadas respecto a los elementos metálicos de soporte, de forma que se asegure razonablemente la imposibilidad de que esos defectos puedan drenar a la red de tierra de la galería, incluso en el caso de defecto en un punto del cable cercano a un elemento de sujeción.

3.2.8.2 Galerías o zanjas registrables.

En tales galerías se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Sólo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga no afecte a los demás servicios.

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

3.2.9 Atarjeas o canales revisables.

En ciertas ubicaciones con acceso restringido al personal autorizado, como puede ser en el interior de industrias o de recintos destinados exclusivamente a contener instalaciones eléctricas, podrán utilizarse canales de obra con tapas prefabricadas de hormigón o de cualquier otro material sintético de elevada resistencia mecánica (que normalmente enrasan con el nivel del suelo) manipulables a mano.

Es aconsejable separar los cables de distintas tensiones (aprovechando el fondo y las dos paredes). Incluso, puede ser preferible destinar canales distintos. El canal debe permitir la renovación del aire.

3.2.10 Bandejas, soportes, palomillas o sujeciones directas a la pared.

Normalmente, este tipo de instalación sólo se empleará en subestaciones u otras instalaciones eléctricas de alta tensión (de interior o exterior) en las que el acceso quede restringido al personal autorizado. Cuando las zonas por las que discurre el cable sean accesibles a personas o vehículos, deberán disponerse protecciones mecánicas que dificulten su accesibilidad.

En instalaciones frecuentadas por personal no autorizado se podrá utilizar como sistema de instalación bandejas, tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil. Las bandejas se dispondrán adosadas a la pared o en montaje aéreo, siempre a una altura mayor de 4 m para garantizar su inaccesibilidad. Para montajes situados a una altura inferior a 4 m se utilizarán tubos o canales protectoras, cuya tapa sólo se pueda retirar con la ayuda de un útil.

En el caso de instalaciones a la intemperie, los cables serán adecuados a las condiciones ambientales a las que estén sometidos (acción solar, frío, lluvia, etc), y las protecciones mecánicas y sujeciones del cable evitarán la acumulación de agua en contacto con los cables.

Se deberán colocar, asimismo, las correspondientes señalizaciones e identificaciones.

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, palomillas, bridas, etc) u otros elementos metálicos accesibles al personal (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la instalación. Las canalizaciones conductoras se conectarán a tierra cada 10 m como máximo y siempre al principio y al final de la canalización.

3.2.11 Cruzamientos, proximidades y paralelismos.

Se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc), pueden utilizarse máquinas perforadoras "topo" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. En estos casos se prescindirá del diseño de zanja prescrito puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado.

El cable deberá ir en el interior de canalizaciones entubadas hormigonadas en los casos siguientes:

- A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

Pliego de condiciones.

B) Para el cruce de ferrocarriles.

C) En las entradas de carruajes o garajes públicos.

D) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

E) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

3.2.11.1 Materiales.

Los materiales a utilizar en los cruces normales serán de las siguientes cualidades y condiciones:

a) Los tubos podrán ser de cemento, fibrocemento, plástico, fundición de hierro, etc. provenientes de fábricas de garantía, siendo el diámetro que se señala en estas normas el correspondiente al interior del tubo y su longitud la más apropiada para el cruce de que se trate. La superficie será lisa.

Los tubos se colocarán de modo que en sus empalmes la boca hembra esté situada antes que la boca macho siguiendo la dirección del tendido probable, del cable, con objeto de no dañar a éste en la citada operación.

b) El cemento será Portland o artificial y de marca acreditada y deberá reunir en sus ensayos y análisis químicos, mecánicos y de fraguado, las condiciones de la vigente instrucción española del Ministerio de Obras Públicas. Deberá estar envasado y almacenado convenientemente para que no pierda las condiciones precisas. La dirección técnica podrá realizar, cuando lo crea conveniente, los análisis y ensayos de laboratorio que considere oportunos. En general se utilizará como mínimo el de calidad P-250 de fraguado lento.

c) La arena será limpia, suelta, áspera, crujiendo al tacto y exenta de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará y lavará convenientemente. Podrá ser de río o miga y la dimensión de sus granos será de hasta 2 ó 3 mm.

d) Los áridos y gruesos serán procedentes de piedra dura silíceo, compacta, resistente, limpia de tierra y detritus y, a ser posible, que sea canto rodado. Las dimensiones serán de 10 a 60 mm. con granulometría apropiada.

Se prohíbe el empleo del llamado revoltón, o sea piedra y arena unida, sin dosificación, así como cascotes o materiales blandos.

e) AGUA - Se empleará el agua de río o manantial, quedando prohibido el empleo de aguas procedentes de ciénagas.

Pliego de condiciones.

f) MEZCLA - La dosificación a emplear será la normal en este tipo de hormigones para fundaciones, recomendándose la utilización de hormigones preparados en plantas especializadas en ello.

3.2.11.2 Dimensiones y características generales de ejecución.

Los trabajos de cruces, teniendo en cuenta que su duración es mayor que los de apertura de zanjas, empezarán antes, para tener toda la zanja a la vez, dispuesta para el tendido del cable.

Estos cruces serán siempre rectos, y en general, perpendiculares a la dirección de la calzada. Sobresaldrán en la acera, hacia el interior, unos 20 cm. del bordillo (debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación).

El diámetro de los tubos será de 20 cm. Su colocación y la sección mínima de hormigonado responderá a lo indicado en los planos. Estarán recibidos con cemento y hormigonados en toda su longitud.

Cuando por imposibilidad de hacer la zanja a la profundidad normal los cables estén situados a menos de 80 cm. de profundidad, se dispondrán en vez de tubos de fibrocemento ligero, tubos metálicos o de resistencia análoga para el paso de cables por esa zona, previa conformidad del Supervisor de Obra.

Los tubos vacíos, ya sea mientras se ejecuta la canalización o que al terminarse la misma se quedan de reserva, deberán taparse con rasilla y yeso, dejando en su interior un alambre galvanizado para guiar posteriormente los cables en su tendido.

Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m., según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 3 m. en las que se interrumpirá la continuidad del tubo. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento o dejando arquetas fácilmente localizables para ulteriores intervenciones, según indicaciones del Supervisor de Obras.

Para hormigonar los tubos se procederá del modo siguiente:

Se hecha previamente una solera de hormigón bien nivelada de unos 8 cm. de espesor sobre la que se asienta la primera capa de tubos separados entre sí unos 4 cm. procediéndose a continuación a hormigonarlos hasta cubrirlos enteramente. Sobre esta nueva solera se coloca la segunda capa de tubos, en las condiciones ya citadas,

Pliego de condiciones.

que se hormigona igualmente en forma de capa. Si hay más tubos se procede como ya se ha dicho, teniendo en cuenta que, en la última capa, el hormigón se vierte hasta el nivel total que deba tener.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes. Como norma general, en alineaciones superiores a 40 m. serán necesarias las arquetas intermedias que promedien los tramos de tendido y que no estén distantes entre sí más de 40 m.

Las arquetas sólo estarán permitidas en aceras o lugares por las que normalmente no debe haber tránsito rodado; si esto excepcionalmente fuera imposible, se reforzarán marcos y tapas.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios para evitar su hundimiento. Sobre esta cubierta se echará una capa de tierra y sobre ella se reconstruirá el pavimento.

3.2.11.3 Características particulares de ejecución de cruzamiento y paralelismo con determinado tipo de instalaciones.

3.2.11.3.1 Cruzamientos.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con calles y carreteras deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 m.

El cruce de líneas eléctricas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo hormigonado, de forma perpendicular a la vía siempre que sea posible. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una

Pliego de condiciones.

distancia de 1,50 m., quedando la parte superior del tubo más próximo a la superficie a una profundidad mínima de 1,10 m. con respecto a la cara inferior de las traviesas. En cualquier caso se seguirán las instrucciones del condicionado del organismo competente.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los cables de telecomunicación o canalizaciones de agua será de 0,20 m. La distancia del punto de cruce a los empalmes o juntas será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm. También se empleará este tipo de tubos, conductos o divisorias en los cruzamientos con depósitos de carburante, no obstante, en este caso, los tubos distarán como mínimo 1,20 m del depósito y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 m por cada extremo.

Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado. Se admitirá incidir en su pared (por ejemplo, instalando tubos), siempre que se asegure que ésta no ha quedado debilitada. Si no es posible, se pasará por debajo, y los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por los mismos materiales reflejados en el párrafo anterior.

En los cruces de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta, media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. Estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc). En el caso de línea A.T. entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, que será de las características mecánicas definidas en los cruzamientos anteriores.

Pliego de condiciones.

3.2.11.3.2 Proximidades y paralelismos.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 m. En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T. del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia. Si el paralelismo se realiza respecto a cables de telecomunicación o canalizaciones de agua la distancia mínima será de 0,20 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable o canalización instalada más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de agua será de 1 m. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico.

Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables de alta tensión.

En los paralelismos de líneas subterráneas de A.T. directamente enterradas y canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas siguientes:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,40 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,40 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,20 m.

Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias se dispondrá una protección suplementaria, en cuyo caso la separación mínima será:

- Canalizaciones y acometidas en alta presión: 0,25 m.
- Canalizaciones y acometidas en media y baja presión: 0,15 m.
- Acometidas interiores en alta presión: 0,25 m.
- Acometidas interiores en media y baja presión: 0,10 m.

La protección suplementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc) o por tubos de adecuada resistencia mecánica, de las mismas características que las especificadas en el primer párrafo de este apartado. La distancia mínima entre empalmes de cables y juntas de canalizaciones de gas será de 1 m.

3.2.11.3.3 Acometidas (conexiones de servicio).

En el caso de que alguno de los servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, la conducción más recientemente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual a 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de B.T. como de A.T. en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad.

3.2.12 Tendido de cables.

3.2.12.1 Tendido de cables en zanja abierta.

3.2.12.1.1 Manejo y preparación de bobinas.

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Pliego de condiciones.

3.2.12.1.2 Tendido de cables.

Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm² en cables trifásicos y a 5 kg/mm² para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

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

Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Pliego de condiciones.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es un talud, se deberá hacer la zanja al bies, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchos diferentes para cada fase si son unipolares. De todos modos al ir separados sus ejes 20 cm. mediante un ladrillo o rasilla colocado de canto a lo largo de toda la zanja, se facilitará el reconocimiento de estos cables que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables o mazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los colores normalizados cuando se trate de cables unipolares.

Por otro lado, cada metro y medio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra del Supervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltas de cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuito de otro.

Pliego de condiciones.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

3.2.12.2 Tendido de cables en galería o tubulares.

3.2.12.2.1 Tendido de cables en tubulares.

Cuando el cable se tienda a mano o con cabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará esta operación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado un dispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo más débil posible, con el fin de evitar alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente.

Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo.

Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUZAMIENTOS).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se sierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

3.2.12.2.27.2.2. Tendido de cables en galería.

Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de "Colocación de Soportes y Palomillas".

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

3.2.13 Montajes.

3.2.13.1 Empalmes.

Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueas. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductoras pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

3.2.13.2 Botellas terminales.

Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Pliego de condiciones.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductoras dadas en el apartado anterior de Empalmes.

3.2.13.3 Autoválvulas y seccionador.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del Seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm² de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20 Ω .

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos de fibrocemento de 6 cm. \square inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

3.2.13.4 Herrajes y conexiones.

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

3.2.13.5 Colocación de soportes y palomillas.

3.2.13.5.18.5.1. Soportes y palomillas para cables sobre muros de hormigón.

Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

3.2.13.5.28.5.2. Soportes y palomillas para cables sobre muros de ladrillo.

Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

3.2.14 Conversiones aéreo-subterráneas.

Tanto en el caso de un cable subterráneo intercalado en una línea aérea, como de un cable subterráneo de unión entre una línea aérea y una instalación transformadora se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Cuando el cable subterráneo esté destinado a alimentar un centro de transformación de cliente se instalará un seccionador ubicado en el propio poste de la conversión aéreo subterránea, en uno próximo o en el centro de transformación siempre que el seccionador sea una unidad funcional y de transporte separada del transformador. En cualquier caso el seccionador quedará a menos de 50 m de la conexión aéreo subterránea.
- Cuando el cable esté intercalado en una línea aérea, no será necesario instalar un seccionador.
- El cable subterráneo en el tramo aéreo de subida hasta la línea aérea irá protegido por un tubo o canal cerrado de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos con la suficiente resistencia mecánica. El interior de los tubos o canales será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. El tubo o canal se obturará por la parte superior para evitar la entrada de agua (taponado hermético mediante capuchón de protección de neopreno, cinta adhesiva o de relleno o pasta taponadora adecuada), y se empotrará en la cimentación del apoyo, sobresaliendo 2,5 m por encima del nivel del terreno.

Pliego de condiciones.

El diámetro del tubo será como mínimo 1,5 veces el diámetro del cable o el de la terna de cables si son unipolares y, en el caso de canal cerrado su anchura mínima será de 1,8 veces el diámetro del cable.

- Si se instala un solo cable unipolar por tubo o canal, éstos deberán ser de plástico o metálico de material no ferromagnético, a fin de evitar el calentamiento producido por las corrientes inducidas.
- Cuando deban instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos autoválvulas o descargadores, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas, garantizándose el nivel de aislamiento del elemento a proteger.

3.2.15 Transporte de bobinas de cables.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado, asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

3.2.15.1 Aseguramiento de la calidad.

Durante el diseño y la ejecución de la línea, las disposiciones de aseguramiento de la calidad, deben seguir los principios descritos en la norma UNE-EN ISO 9001. Los sistemas y procedimientos, que el proyectista y/o contratista de la instalación utilizarán, para garantizar que los trabajos del proyecto cumplan con los requisitos del mismo, deben ser definidos en el plan de calidad del proyectista y/o del contratista de la instalación para los trabajos del proyecto.

Cada plan de calidad debe presentar las actividades en una secuencia lógica, teniendo en cuenta lo siguiente:

- a) Una descripción del trabajo propuesto y del orden del programa.
- b) La estructura de la organización para el contrato, así como la oficina principal y cualquier otro centro responsables de una parte del trabajo.
- c) Las obligaciones y responsabilidades asignadas al personal de control de calidad del trabajo.

Pliego de condiciones.

- d) Puntos de control de ejecución y notificación.
- e) Presentación de los documentos de ingeniería requeridos por las especificaciones del proyecto.
- f) La inspección de los materiales y sus componentes a su recepción.
- g) La referencia a los procedimientos de aseguramiento de la calidad para cada actividad.
- h) Inspección durante la fabricación / construcción.
- i) Inspección final y ensayos.

El plan de garantía de aseguramiento de la calidad, es parte del plan de ejecución de un proyecto o una fase del mismo.

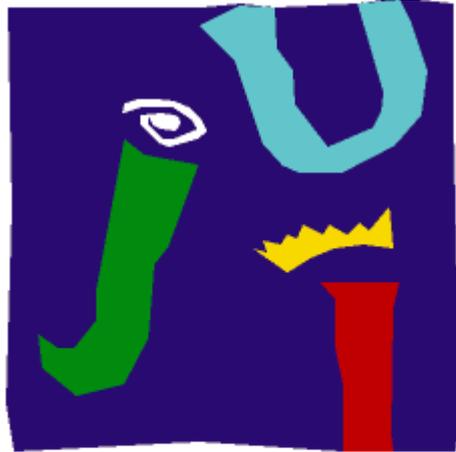
3.2.16 Ensayos eléctricos después de la instalación.

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAT
JAUME I**

**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL “LA CLOSA”,
MELIANA (VALENCIA)**

5-MEDICIONES Y PRESUPUESTO

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Ros Rausell, Ernesto

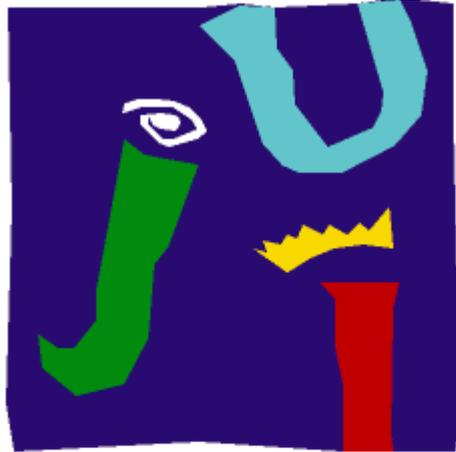
DIRECTOR

Beltrán San Segundo, Héctor

UNIVERSITAT JAUME I

**ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES
EXPERIMENTALS**

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAT
JAUME·I**

**PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN DEL POLIGONO INDUSTRIAL “LA CLOSA”,
MELIANA (VALENCIA)**

5-MEDICIONES Y PRESUPUESTO

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR

Ros Rausell, Ernesto

DIRECTOR

Beltrán San Segundo, Héctor

Cuadro de mano de obra

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad (Horas)	Total (euros)
1	Oficial 1º construcción.	16,10	3.922,28 h	63.148,71
2	Ayudante construcción.	17,97	95,20 h	1.710,74
3	Peón especializado construcción.	17,97	10,85 h	194,97
4	Peón ordinario construcción.	17,86	4.005,89 h	71.545,20
5	Oficial 1º electricidad.	15,96	5.217,65 h	83.273,69
6	Oficial 2º electricidad.	15,51	13,50 h	209,39
7	Especialista electricidad.	15,46	3.477,48 h	53.761,84
8	Montaje estructura metal.	17,80	85,92 Hr	1.529,38
			Importe total:	275.373,92
	<p>Meliana, septiembre de 2020</p> <p>El Alumno</p> <p>Ernesto Ros Rausell</p>			

Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad	Total (euros)
1	Bandeja vibratoria compactadora de peso 90kg con una longitud de planchas de 490x450cm.	9,53	5,10 h	48,60
2	Retroexcavadora de neumaticos de potencia 70 caballos de vapor, con pala frontal y capacidad de la cuchara retroexcavadora de 0,34m3.	52,22	671,96 h	35.089,75
3	Camión grúa cesta hasta 10 metros de altura.	35,69	60,20 h	2.148,54
4	Vibrador para hormigón de gasolina con aguja de diámetro 30-50mm incluso seguro.	3,48	5,42 h	18,86
5	Pala cargadora de neumaticos de potencia 102 caballos de vapor con una capacidad de carga en pala de 1,7m3.	42,73	5,10 h	217,92
6	Camión grua palfinger autocargante de capacidad 13000 toneladas y sin terminal JIC.	52,53	97,60 h	5.126,93
7	Camion de transporte de 12 toneladas con una capacidad de 10 metros cúbicos y 3 ejes.	41,87	2,94 h	123,10
8	Camión de transporte de 15 toneladas con una capacidad de 12 m3 y 2 ejes.	35,05	10,27 h	359,96
			Importe total:	43.133,66
	<p>Meliana, septiembre de 2020</p> <p>El Alumno</p> <p>Ernesto Ros Rausell</p>			

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
1	Agua.	1,11	1,99 m3	2,21
2	Cemento portland con puzolana CEM II/B-P 32.5 N, según norma UNE-EN 197-1, a granel.	61,68	2,67 t	164,69
3	Hormigón preparado de resistencia característica 20 N/mm2, de consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, en ambiente no agresivo I, transportado a una distancia máxima de 10 km, contados desde la central suministradora. Se consideran cargas completas de 6 ó 9 m3 y un tiempo máximo de descarga en obra de 45 minutos.	51,45	34,92 m3	1.796,63
4	Hormigón preparado de resistencia característica 25 N/mm2, de consistencia blanda y tamaño máximo del árido 20 mm, en ambiente normal IIa, transportado a una distancia máxima de 10 km, contados desde la central suministradora. Se consideran cargas completas de 6 ó 9 m3 y un tiempo máximo de descarga en obra de 45 minutos.	82,31	18,98 m3	1.562,24
5	Hormigón no estructural con una resistencia característica mínima de 15 N/mm2, de consistencia blanda y tamaño máximo del árido 40 mm, transportado a una distancia máxima de 10 km, contados desde la central suministradora. Se consideran cargas completas de 6 ó 9 m3 y un tiempo máximo de descarga en obra de 45 minutos.	49,65	7,64 m3	379,33
6	Arena triturada, lavada, de granulometría 0/3, a pie de obra, considerando transporte con camión de 25 t, a una distancia media de 10km.	14,15	12,61 t	178,43
7	Arena triturada, sin lavar, de granulometría 0/5, a pie de obra, considerando transporte con camión de 25 t, a una distancia media de 10km.	17,27	122,40 t	2.113,85
8	Arena triturada, lavada, de granulometría 0/6, a pie de obra, considerando transporte con camión de 25 t., a una distancia media de 10 km.	17,23	275,05 t	4.739,11
9	Acero corrugado soldable B 400 S, de 20mm de diámetro, homologado, 2.47 kg/m.	0,85	388,00 kg	329,80
10	Acero corrugado soldable B 500 S, de entre 6-25mm de diámetro, homologado, 1.43 kg/m y precio promedio.	0,88	664,44 kg	584,71
11	Hornacina prefabricada tipo "nicho polígono" para alojamiento de Caja General de Protección y Medida de 1.00m de ancho, 0.40m de fondo y 2.20m de alto de dimensiones exteriores, construida en arlita aglomerada con hormigón vibrado, con aislante termoacústico y fibras de acero y de polipropileno para refuerzo del hormigón y con las piezas adheridas entre sí mediante resinas epoxi, incluso tejadillo y puerta de acero galvanizado con mirilla, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	240,01	68,00 u	16.320,68
12	Asiento para hornacina prefabricada tipo "nicho polígono" para alojamiento de Caja General de Protección y Medida de 1.16m de ancho, 0.76m de fondo y 0.76m de alto de dimensiones exteriores, construido en arlita aglomerada con hormigón vibrado, con aislante termoacústico y fibras de acero y de polipropileno para refuerzo del hormigón, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	91,81	68,00 u	6.243,08

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
13	Cable flexible de cobre de 1x16mm ² de sección y de tensión nominal 0.6/1kV, tipo RV-K, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPEZ1), según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	3,14	1.164,00 m	3.654,96
14	Cable multiconductor monofásico flexible de cobre de 2x2.5mm ² de sección y de tensión nominal 0.6/1kV, tipo RV-K, formado por 2 conductores de 2.5 mm de sección, 1 para fase y 1 para neutro y 1 de 2.50 para el cable de tierra con aislamiento de polietileno reticulado (XLPEZ1), según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	1,37	1.028,20 m	1.408,63
15	Cable flexible de cobre de 2x6mm ² de sección y de tensión nominal 0.6/1kV, tipo RV-K, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPEZ1), según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	2,76	1.078,35 m	2.976,25
16	Cable flexible de cobre de 1x6mm ² de sección y de tensión nominal 0.6/1kV, tipo RV-K, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPEZ1), según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	1,37	3.807,30 m	5.216,00
17	Cable desnudo de puesta a tierra de aluminio y acero de 1x100 mm ² de sección, según el Reglamento de Líneas Eléctricas Alta Tensión 2013.	1,89	4,20 m	7,94
18	Cable rígido de aluminio de 1x120mm ² de sección y de tensión nominal 0.6/1kV, tipo RV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2,68	6.400,80 m	17.154,14
19	Cable rígido de aluminio de 1x240mm ² de sección y de tensión nominal 0.6/1kV, tipo RV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	3,85	25.527,60 m	98.281,26
20	Cable desnudo de cobre recocido de 1x35mm ² de sección, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	3,02	312,00 m	942,24
21	Tubo cuatritubo rígido de PVC diámetro nominal 40mm y un grado de protección mecánica 7 para canalización de superficie con un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de de uniones, accesorios y piezas especiales, según NT-IEEV/89 y Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	4,35	15.010,40 m	65.295,24
22	Tubo flexible corrugado simple de PVC de 160mm de diámetro nominal para soterrar con un grado de protección mecánica 5 y con un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de de uniones, accesorios y piezas especiales, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1,65	40.233,60 m	66.385,44
23	Tubo corrugado con doble pared de PVC de 110mm de diámetro nominal para canalización enterrada, con un grado de protección mecánica 9 y con un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de de uniones, accesorios y piezas especiales, según el NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	7,10	203,70 m	1.446,27
24	Tubo corrugado con doble pared de PVC de 160mm de diámetro nominal para canalización enterrada, con un grado de protección mecánica 9, según el NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2,60	4.317,20 m	11.224,72

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
25	Fusible cerámico cilíndrico de calibre 4 A, trifásico y con un poder de corte de 20 kA, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	0,57	388,00 u	221,16
26	Electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14mm y longitud 1 metros, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	6,54	104,00 u	680,16
27	Electrodo de pica de acero recubierto de cobre de diámetro 14mm y longitud 1.5 metros, según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión 2013.	10,08	4,00 u	40,32
28	Caja de registro y derivación cuadrada de 153x110x66 con 10 conos de entrada y tapa opaca. IP-555.	6,07	194,00 u	1.177,58
29	Suministro e instalación de luminaria LED para alumbrado vial de gama media, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión y cierre óptico de vidrio plano, con unas dimensiones de 595x885 mm, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 68 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR ÁMBAR, equipo electrónico estándar, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	171,92	72,00 u	12.378,24
30	Suministro e instalación de luminaria LED, Modelo AXIA 2.2 de la firma Schröder o similar, para alumbrado de viales, calles y zonas peatonales, montadas en brazos sobre columnas de 10 y 8 metros de altura, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión, con protector de policarbonato y un motor fotométrico con distribuciones fotométricas daptadas a diverdas funciones, con medidas de 895x300x116 mm. Montaje de entrada lateral y post-top para columnas o brazos de 32 a 60 mm lateral y 60 a 76 mm superior de diámetros. Flujo de potencia umínica de 15.785 lúmenes, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 109 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR BLANCO NEUTRO, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	164,52	122,00 u	20.071,44
31	Columna de poliéster reforzado con fibra de vidrio, troncocónica de altura 10 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, caja portafusibles con flusibles fase+neutro de 4 A y pernos de anclaje, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	374,32	106,00 u	39.677,92
32	Brazo de aluminio inyectado para alumbrado público para alojar sobre columna, modelo Ando de la casa Schröder o similar, de 1.88 m de longitud, para soldar a columna base, pintado y empotrado a columna mediante soldadura, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	105,91	122,00 u	12.921,02

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
33	Columna de poliéster reforzado con fibra de vidrio, troncocónica de altura 8 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4 A y pernos de anclaje, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	305,35	16,00 u	4.885,60
34	Columna de poliéster reforzado con fibra de vidrio, troncocónica de altura 7 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4 A y pernos de anclaje, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	255,20	72,00 u	18.374,40
35	Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 20 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x40A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado.	1.568,42	9,00 u	14.115,78
36	Arqueta prefabricada registrable de polipropileno, de medidas 40x40cm, con conexiones laterales adaptables a tubos de diámetro de 75 a 140mm y tapa ciega reforzada clase B-125 según EN 124, con marco, fabricados por inyección de polipropileno, adecuada para registro de la red enterrada de alumbrado público, incluso juego de tornillos y accesorios para su montaje.	95,95	75,00 u	7.196,25
37	Arqueta de hormigón prefabricado, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, de dimensiones interiores 60x60x60 cm y dimensiones exteriores 75x75x75 cm, para un diámetro máximo de tubería de 160 mm.	26,01	382,00 u	9.935,82
38	Tapa y marco cuadrada, reforzados para arqueta de acera. Con superficie antideslizante. Carga de rotura 25 Tn. Fabricadas en fundición de hierro pintado con pintura bituminosa. Clase B-125 según norma UNE EN-124, marcado en pieza.	16,65	122,00 u	2.031,30
39	Tapa y marco cuadrada, reforzados para arqueta de acera. Con superficie antideslizante. Carga de rotura 25 Tn. Fabricadas en fundición de hierro pintado con pintura bituminosa. Clase B-125 según norma UNE EN-124, marcado en pieza.	20,65	260,00 u	5.369,00
40	Arena de mina o río para la protección de cables en zanja MT/BT, estará limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto, exenta de sustancias orgánicas, arcilla, partículas terrosas o polvo, será tamizada o lavada (en el caso de que fuera necesario), con unas dimensiones de los granos entre los 3mm como máximo y 0.2mm como mínimo, según NT-IMBT 1400/201/1.	20,28	6,30 m3	127,76

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
41	Celda de línea 24 kV, 16 kA 1 s, con interruptor-seccionador en SF6 (hexafluoruro de azufre) de 400 A con mando manual, juego de barras tripolar de 400 A, indicadores testigo presencia de tensión, embarrado y seccionador de p.a.t y bornes para conexión del cable, de dimensiones 365mm de anchura, 735mm de profundidad y 1.740mm de altura, según MEMORIA.	2.677,50	4,00 u	10.710,00
42	Celda de protección general con disyuntor de 24 kV, 16 kA 1 s, con seccionador en SF6 (hexafluoruro de azufre) de 400 A con mando manual, juego de barras tripolar, interruptor automático de corte en SF6, poder de corte de 16 kA, con mando manual y bobina de disparo, embarrado de puesta a tierra, enclavamiento por cerradura y relé de protección contra sobrecargas, cortocircuitos con temporización para obtener selectividad y defectos a tierra, con tres captadores de intensidad, de dimensiones 365mm de anchura, 735mm de profundidad y 1.740mm de altura, según MEMORIA.	9.045,00	6,00 u	54.270,00
43	Celda de protección individual con ruptofusible de 24 kV, 16 kA 1 s, con interruptor-seccionador en SF6 (hexafluoruro de azufre) de 400 A con mando manual y bobina de apertura, juego de barras tripolar, tres fusibles combinados con señalización mecánica de fusión, seccionador de puesta a tierra, embarrado y enclavamiento por cerradura, de dimensiones 375mm de anchura, 940mm de profundidad y 1.600mm de altura, según proyecto tipo NT-IMBT 1400/0201/1.	3.761,25	6,00 u	22.567,50
44	Celda de seccionamiento y remonte con seccionador en SF6 (hexafluoruro de azufre) de 400 A con mando manual, juego de barras tripolares 400 A, embarrado de p.a.t. y enclavamiento por cerradura, de dimensiones 365mm de anchura, 735mm de profundidad y 1740mm de altura, según MEMORIA.	2.499,64	2,00 u	4.999,28
45	APARAMENTA MODULAR de MEDIA TENSIÓN con aislamiento integral en SF6 (hexafluoruro de azufre), 24 kV, 400 A, 16 kA 1 s, de cuatro funciones, dos de línea y dos de protección, equipadas con bobina de apertura y fusibles combinados SEGÚN MEMORIA, con capots cubrebornas e indicadores de tensión, de dimensiones según memoria.	10.196,25	2,00 u	20.392,50
46	Transformador trifásico de 630 kVA con aislamiento en baño de aceite, relación de transformación 20/0,42 kV, niveles de aislamiento 24 kV, 50 kV 1 mn 50 Hz, 125 kV choque 1,2/50 ms, para instalación interior en centro de transformación de obra civil, según normas de la compañía suministradora y SEGÚN MEMORIA.	7.038,39	8,00 u	56.307,12
47	Sistema de alumbrado para centro de transformación compuesto por un punto de luz superficial de 60 W de incandescencia para alumbrado normal y otro para alumbrado de emergencia y toma de corriente.	89,25	2,00 u	178,50
48	Sistema de extinción de incendios para centro de transformación formado por un extintor móvil de CO2 de 5 kg y eficacia 70 B, según proyecto tipo NT-IMBT 1400/0201/1.	176,25	2,00 u	352,50

Cuadro de materiales

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
49	Equipo de seguridad para centro de transformación compuesto por banqueta, guantes, pértiga, hoja primeros auxilios y placa de peligro de muerte.	396,17	2,00 u	792,34
50	Sistema de puesta a tierra para centro de transformación compuesto por: 1.- PUESTA A TIERRA DE NEUTRO: - Electrodo rectangular de 4x3 m, a una profundidad de 0.50 m. 2.- PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN: - Electrodo rectangular de 7,5x2,5 m, a una profundidad de 0,50 m, unido a 4 piquetas de puesta a tierra de 14 mm de diámetro y 2m de longitud y cable de cobre aislado 0.6/1 kV de 50 mm2 de sección.	306,00	2,00 u	612,00
51	Sistema de puesta a tierra para centro de transformación compuesto por: 1.- PUESTA A TIERRA DE NEUTRO: - Electrodo rectangular de 2,5x2,5, a una profundidad de 0.50 m. 2.- PUESTA A TIERRA DE PROTECCIÓN: - Electrodo rectangular de 2,5x2,5 m, a una profundidad de 0,80 m, unido a 4 piquetas de puesta a tierra de 14 mm de diámetro y 2m de longitud y cable de cobre aislado 0.6/1 kV de 50 mm2 de sección.	296,00	2,00 u	592,00
52	Red equipotencial para centro de transformación formado por cable de 50mm2 de Cu, con sus conexiones, accesorios y cajas de seccionamiento.	383,15	2,00 u	766,30
53	Edificio prefabricado modular para centro de transformación particular, de hormigón armado con puerta de hombre y maquina/s y rejillas de ventilación metálicas, de dimensiones exteriores 7910x2310x2620 mm (2 transformadores)mm, incluyendo su transporte y montaje.	10.005,00	2,00 u	20.010,00
54	Acero laminado S275J0	1,02	2.148,00 Kg	2.190,96
55	Minio electrolítico	9,70	21,48 Lt	208,36
56	3(1x54.6 mm2) Al-Ac 47-AL1/8-ST1A de simple circuito.	0,04	891,00 m	35,64
57	CADENAS de AISLAMIENTO formada por 2 discos aisladores de COMPOSITE U70 YB 20, totalmente instalada y montada.	80,00	11,88 u	950,40
58	Material de conexión formado por herrajes GA-1/16	11,50	2,97 u	34,16
59	Tubo PVC corrugado =90 mm	0,75	4.885,65 Ml	3.664,24
			Importe total:	657.245,40
	Meliana, septiembre de 2020 El Alumno			
	Ernesto Ros Rausell			

Cuadro de precios nº 1

Advertencia: Los precios designados en letra en este cuadro, con la rebaja que resulte en la subasta en su caso, son los que sirven de base al contrato, y se utilizarán para valorar la obra ejecutada, siguiendo lo prevenido en la Cláusula 46 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado, considerando incluidos en ellos los trabajos, medios auxiliares y materiales necesarios para la ejecución de la unidad de obra que definan, conforme a lo prescrito en la Cláusula 51 del Pliego antes citado, por lo que el Contratista no podrá reclamar que se introduzca modificación alguna en ello, bajo ningún pretexto de error u omisión.

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN			
1.1	m3 Excavación para formación de pozos, en terrenos medios, con medios mecánicos, retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes, sin incluir carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.	13,38	TRECE EUROS CON TREINTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.2	m3 Transporte de tierras de densidad media 1.50 t/m3, con camión volquete de carga máxima 12 t y velocidad media de 45 km/h, a una distancia de 10 km, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, incluso carga mecánica con pala cargadora y tiempo de espera del camión.	9,00	NUEVE EUROS
1.3	m3 Hormigón armado HA 25/B/40/IIa preparado, en zapatas, con una cuantía media de 35 kg. de acero B 500 S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado.	159,88	CIENTO CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON OCHENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.4	Kg Acero laminado S275 en formación de apoyos de celosía y en crucetas rectas, a base de perfiles laminados angulares galvanizados en caliente de lados iguales 90x90x7 mm, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.	1,94	UN EURO CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.5	u Puesta a tierra de los apoyos de Media Tensión formada por conductos desnudo de aluminio y acero de 1x100 mm ² de sección, según el Reglamento de Líneas Eléctricas Alta Tensión 2013.	15,48	QUINCE EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.6	m Línea aérea M.T. 3(1x54.6 mm ²) Al-Ac 47-AL1/8-ST1A de simple circuito, en tendido aéreo, incluso HERRAJES Modelo GA-1/16 y CADENAS de AISLAMIENTO formada por 2 discos aisladores de COMPOSITE U70 YB 20, incluso p.p. de pequeño material de montaje, totalmente instalada.	16,97	DIECISEIS EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.7	u Instalación de sistema de pararrayos de óxidos metálicos con envolvente polimérica tipo POM-P 21/10, incluidos fusibles de expulsión, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB SU-8 del CTE.	8.224,71	OCHO MIL DOSCIENTOS VEINTICUATRO EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS
2 REDES DE BAJA TENSIÓN			

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
2.1	m Conducción subterránea BAJO ACERA, PARA DE RED DE BAJA TENSION, realizada con 6 tubos de PVC corrugado flexible de color rojo, de pared compacta, unión con junta elástica de 160 mm. de diámetro incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, con una resistencia de 4 N/m2, sobre solera de arena de granulometría 0/6 de 5 cm. de espesor y 400 mm. de ancho. INCLUSO Suministro y tendido de línea subterránea de baja tensión tipo SG compuesta por cuatro conductores unipolares con aislamiento RV 0.6/1 kV de polietileno reticulado, conductor de aluminio de 3x240+1x120mm2, incluso testigo cerámico o placa normalizada de PVC, cinta atención cable, incluso excavación de zanja de sección 60x100cm con medios mecánicos en terrenos medios y tendido y relleno con tierra apisonada procedente de excavación. Incluso 2 multiconductos de control formados por 2 grupos de cuatritubo 4Ø40 mm de PVC para la futura red inteligente. Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	68,28	SESENTA Y OCHO EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
2.2	u Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE BAJA TENSION, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.	65,20	SESENTA Y CINCO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
2.3	u Hornacina prefabricada tipo "nicho polígono" para alojamiento de Caja General de Protección y Medida de dimensiones exteriores 1.00m de ancho, 0.40m de fondo y 2.20m de alto sobre asiento para hornacina de dimensiones exteriores 1.16m de ancho, 0.76m de fondo y 0.76m de alto, construida en arlita aglomerada con hormigón vibrado con aislante termoacústico y fibras de acero y de polipropileno para refuerzo del hormigón con las piezas adheridas entre sí mediante resinas epoxi, incluso excavación, relleno, tejadillo y puerta de acero galvanizado con mirilla, totalmente instalada y comprobada.	502,14	QUINIENTOS DOS EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS
	3 RED DE MEDIA TENSION		

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
3.1	m Conducción subterránea BAJO ACERA, PARA DE RED DE MEDIA TENSIÓN, realizada con 2 tubos de PVC corrugado flexible de color rojo, de pared compacta, unión con junta elástica de 160 mm. de diámetro incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, con una resistencia de 4 N/m2, sobre solera de arena de granulometría 0/6 de 5 cm. de espesor y 400 mm. de ancho. INCLUSO Suministro y tendido de línea subterránea de MEDIA TENSIÓN compuesta por tres conductores unipolares con aislamiento HEPRZ1 12/20 kV de etileno-propileno de alto módulo, cubierta de poliolefina y conductor de aluminio de 3x240 mm2, incluso testigo cerámico o placa normalizada de PVC, cinta atención cable, incluso excavación de zanja de sección 40x80 cm con medios mecánicos en terrenos medios y tendido y relleno con tierra apisonada procedente de excavación. Incluso 1 multiconducto de control formados por 1 grupos de cuatritubo 4Ø40 mm de PVC para la futura red inteligente. Según el Reglamento Electrotécnico de Líneas de Alta Tensión 2013.	55,31	CINCUENTA Y CINCO EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS
3.2	u Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE BAJA TENSION, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.	65,20	SESENTA Y CINCO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN			
4.1	u Centro de transformación de compañía tipo 222(2L+2P), compuesto por 2 celdas de línea y 2 de protección, con 2 transformadores de potencia, de 630+630 kVA, respectivamente, y aislamiento de aceite, en edificio prefabricado de dimensiones exteriores 6440x2500x3300 mm, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.	37.991,60	TREINTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
4.2	u Centro de transformación de la compañía sin edificio, compuesto por 2 celdas de línea, 1 celda de seccionamiento, 1 celda de protección general con disyuntor, dos celdas de protección individual con ruptofusible, 1 celda de medida y 2 transformador/es de potencia 630 kVA cada uno, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.	64.110,98	SESENTA Y CUATRO MIL CIENTO DIEZ EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
5 ALUMBRADO VIALES			
5.1	ml Ml. Canalización para red de alumbrado con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía , según norma de Compañía, sin incluir cables. La excavación y relleno de arena está incluida en la Red de Baja Tensión.	2,59	DOS EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
5.2	u Cimentación de báculo o columna de altura <12 m, formada por zapata de hormigón HM 125/B/20/IIa, de dimensiones 0.5x0.5x0.7m y cuatro pernos de anclaje de 20mm de diámetro y 50cm de longitud, para recibir placa de asiento y codo de tubo de PVC de 90mm, incluso excavación de tierras, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.	28,72	VEINTIOCHO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
5.3	u Suministro e instalación de FAROLA compuesta por columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 10 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm ² RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm ² RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm ² . Incluido el Brazo Modelo ANDO de la firma SCHRÉDER o similar, de 1,88 m de longitud, de aluminio inyectado en color a elegir y empotrado a la columna mediante soldadura en punta de columna, listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	561,44	QUINIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
5.4	u Suministro e instalación de FAROLA compuesta por columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 8 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm ² RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm ² RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm ² . Incluido el Brazo Modelo ANDO de la firma SCHRÉDER o similar, de 1,88 m de longitud, de aluminio inyectado en color a elegir y empotrado a la columna mediante soldadura en punta de columna, listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	485,23	CUATROCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON VEINTITRES CÉNTIMOS
5.5	u Arqueta de registro a pié de farola ALUMBRADO PÚBLICO, de dimensiones 40x40x50 cm. prefabricada de hormigón, con fondo, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.	61,04	SESENTA Y UN EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
5.6	u Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN VIALES, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.	65,20	SESENTA Y CINCO EUROS CON VEINTE CÉNTIMOS
5.7	u Toma de tierra para alumbrado exterior, formada por piqueta de barra cilíndrica de acero cobreado de 1m de longitud y 14mm de diámetro, con conexión a borna del soporte por medio de cable de cobre desnudo de 35mm ² , soldado a la piqueta y conexión con la línea de tierra general.	28,59	VEINTIOCHO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
5.8	u Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 20 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x40A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	1.714,15	MIL SETECIENTOS CATORCE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
5.9	m Línea de cobre para alumbrado público formada por 3 conductores de fase y otro neutro de 6mm ² de sección, con aislamiento 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2.5 mm ² de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2020.	7,31	SIETE EUROS CON TREINTA Y UN CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
5.10	u Suministro e instalación de luminaria LED, Modelo AXIA 2.2 de la firma Schröder o similar, para alumbrado de viales, calles y zonas peatonales, montadas en brazos sobre columnas de 10 y 8 metros de altura, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión, con protector de policarbonato y un motor fotométrico con distribuciones fotométricas daptadas a diverdas funciones, con medidas de 895x300x116 mm. Montaje de entrada lateral y post-top para columnas o brazos de 32 a 60 mm lateral y 60 a 76 mm superior de diámetros. Flujo de potencia Lumínica de 15.298 lumens, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 109 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR BLANCO NEUTRO, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	237,21	DOSCIENTOS TREINTA Y SIETE EUROS CON VEINTIUN CÉNTIMOS
6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES			
6.1	ml Ml. Canalización para red de alumbrado con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía , según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.	6,56	SEIS EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CÉNTIMOS
6.2	u Cimentación de báculo o columna de altura <12 m, formada por zapata de hormigón HM 125/B/20/IIa, de dimensiones 0.5x0.5x0.7m y cuatro pernos de anclaje de 20mm de diámetro y 50cm de longitud, para recibir placa de asiento y codo de tubo de PVC de 90mm, incluso excavación de tierras, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.	28,72	VEINTIOCHO EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
6.3	u Suministro e instalación de columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 4 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4 A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm2 RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm2 RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm2., listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	321,28	TRESCIENTOS VEINTIUN EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS
6.4	u Arqueta de poliester reforzado con fibra de vidrio, anticorrosivo altamente resistente a los agentes atmosféricos, formada por tapa y arqueta, de dimensiones de la tapa 510x440mm y de profundidad de arqueta 537mm, con orificios para pasar cables de 90 mm de diámetro, incluso juego de tornillos y accesorios para su montaje, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	112,36	CIENTO DOCE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
6.5	u Toma de tierra para alumbrado exterior, formada por piqueta de barra cilíndrica de acero cobreado de 1m de longitud y 14mm de diámetro, con conexión a borna del soporte por medio de cable de cobre desnudo de 35mm ² , soldado a la piqueta y conexión con la línea de tierra general.	28,59	VEINTIOCHO EUROS CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
6.6	u Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 20 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x40A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	1.714,15	MIL SETECIENTOS CATORCE EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS
6.7	m Línea de cobre para alumbrado público formada por 2 conductores de fase y otro neutro de 6mm ² de sección, con aislamiento 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2.5 mm ² de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2020.	8,83	OCHO EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
6.8	u Suministro e instalación de luminaria LED, Modelo Calla LED de la firma Schröder o similar, para alumbrado indirecto de parques y zonas residenciales montada sobre columna de 4 m, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión, cubierta de aluminio y protector de PMMA, con unas dimensiones de 595x885 mm, para un Flujo de potencia lumínica de 6.866 lúmenes, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 46 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR BLANCO NEUTRO, equipo electrónico estándar, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	198,04	CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS
7 SEGURIDAD Y SALUD			
7.1	u Cumplimiento del R.D: 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y edificación.	1.708,26	MIL SETECIENTOS OCHO EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1

Meliana, septiembre de 2020
El Alumno

Ernesto Ros Rausell

Cuadro de precios nº 2

Advertencia: Los precios del presente cuadro se aplicarán única y exclusivamente en los casos que sea preciso abonar obras incompletas cuando por rescisión u otra causa no lleguen a terminarse las contratadas, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho cuadro.

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN			
1.1	m3 Excavación para formación de pozos, en terrenos medios, con medios mecánicos, retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes, sin incluir carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.		
	(Mano de obra)		
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,18 h	17,86
	(Maquinaria)		3,21
MMME....	Retro de neum c/palafRTL 0,34m3	0,18 h	52,22
	(Resto obra)		9,40
			0,38
	Total		12,99
	3% Costes indirectos		0,39
			13,38
1.2	m3 Transporte de tierras de densidad media 1.50 t/m3, con camión volquete de carga máxima 12 t y velocidad media de 45 km/h, a una distancia de 10 km, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, incluso carga mecánica con pala cargadora y tiempo de espera del camión.		
	(Maquinaria)		
MMME....	Retro de neum c/palafRTL 0,34m3	0,06 h	52,22
MMMT....	Cmn de transp 12T 10m3 3ejes	0,13 h	41,87
	(Resto obra)		3,13
			5,44
			0,17
	Total		8,74
	3% Costes indirectos		0,26
			9,00
1.3	m3 Hormigón armado HA 25/B/40/IIa preparado, en zapatas, con una cuantía media de 35 kg. de acero B 500 S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,95 h	16,10
MOOA11a	Peón especializado construcción	0,60 h	17,97
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,35 h	17,86
	(Maquinaria)		15,30
MMMH.5c	Vibrador gasolina aguja ø30-50mm	0,30 h	3,48
	(Materiales)		1,04
PBPC.3...	H 25 blanda TM 20 IIa	1,05 m3	82,31
PEAA.3bk	Acero corru B 500 S ø6-25	36,75 kg	0,88
	(Resto obra)		86,43
			32,34
			3,08
	Total		155,22
	3% Costes indirectos		4,66
			159,88

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
1.4	Kg Acero laminado S275 en formación de apoyos de celosía y en crucetas rectas, a base de perfiles laminados angulares galvanizados en caliente de lados iguales 90x90x7 mm, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.		
U01FG4...	(Mano de obra) Montaje estructura metal.	0,04 Hr	17,80
U06JA001	(Materiales) Acero laminado S275J0	1,00 Kg	1,02
U36IA010	Minio electrolítico	0,01 Lt	9,70
	(Resto obra)		0,05
	Total		1,88
	3% Costes indirectos		0,06
			1,94
1.5	u Puesta a tierra de los apoyos de Media Tensión formada por conductos desnudo de aluminio y acero de 1x100 mm2 de sección, según el Reglamento de Líneas Eléctricas Alta Tensión 2013.		
MOOE.8a	(Mano de obra) Oficial 1ª electricidad	0,10 h	15,96
MOOE11a	Especialista electricidad	0,07 h	15,46
PIEC.6f	(Materiales) Cable desnudo Al-Ac rig 1x100 mm2	1,05 m	1,89
PIEP.1b	Electrodo pica a ø14mm lgl.5m	1,00 u	10,08
	(Resto obra)		0,29
	Total		15,03
	3% Costes indirectos		0,45
			15,48
1.6	m Línea aérea M.T. 3(1x54.6 mm2) Al-Ac 47-AL1/8-ST1A de simple circuito, en tendido aéreo, incluso HERRAJES Modelo GA-1/16 y CADENAS de AISLAMIENTO formada por 2 discos aisladores de COMPOSITE U70 YB 20, incluso p.p. de pequeño material de montaje, totalmente instalada.		
MOOE.8a	(Mano de obra) Oficial 1ª electricidad	0,40 h	15,96
MOOE11a	Especialista electricidad	0,40 h	15,46
U37YM...	(Materiales) Conductor de Al-Ac 3 (1x54.6 mm2) 47-AL1/8-S...	3,00 m	0,04
U37YQ...	Cadena de aislamiento 2 dis. comp U70 YB 20.	0,04 u	80,00
U37YQ...	Herrajes de conexión	0,01 u	11,50
	(Resto obra)		0,48
	Total		16,48
	3% Costes indirectos		0,49
			16,97
1.7	u Instalación de sistema de pararrayos de óxidos metálicos con envoltente polimérica tipo POM-P 21/10, incluidos fusibles de expulsión, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB SU-8 del CTE.		
	Sin descomposición		7.985,16
	Total		7.985,16
	3% Costes indirectos		239,55
			8.224,71
	2 REDES DE BAJA TENSIÓN		

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
2.1	m Conducción subterránea BAJO ACERA, PARA DE RED DE BAJA TENSION, realizada con 6 tubos de PVC corrugado flexible de color rojo, de pared compacta, unión con junta elástica de 160 mm. de diámetro incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, con una resistencia de 4 N/m2, sobre solera de arena de granulometría 0/6 de 5 cm. de espesor y 400 mm. de ancho. INCLUSO Suministro y tendido de línea subterránea de baja tensión tipo SG compuesta por cuatro conductores unipolares con aislamiento RV 0.6/1 kV de polietileno reticulado, conductor de aluminio de 3x240+1x120mm2, incluso testigo cerámico o placa normalizada de PVC, cinta atención cable, incluso excavación de zanja de sección 60x100cm con medios mecánicos en terrenos medios y tendido y relleno con tierra apisonada procedente de excavación. Incluso 2 multiconductos de control formados por 2 grupos de cuatritubo 4Ø40 mm de PVC para la futura red inteligente. Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,40 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,40 h	17,86
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,40 h	15,96
MOOE11a	Especialista electricidad	0,40 h	15,46
	(Maquinaria)		
MMME....	Retro de neum c/palaftrl 0,34m3	0,08 h	52,22
	(Materiales)		
PBRA.1...	Arena 0/6 triturada lvd 10 km	0,02 t	17,23
PIEC.6h	Cable Al rig RV 0.6/1kV 1x120	1,05 m	2,68
PIEC.6j	Cable Al rig RV 0.6/1kV 1x240	3,15 m	3,85
PIEC16fb	Tubo cuatritubo rigido PVC 4Ø40mm 30%acc	2,10 m	4,35
PIEC17gb	Tubo flexible PVC 160mm 30%acc	6,60 m	1,65
	(Resto obra)		0,66
	Total		66,29
	3% Costes indirectos		1,99
			68,28
2.2	u Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE BAJA TENSION, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,40 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,43 h	17,86
	(Materiales)		
PBAA.1a	Agua	0,01 m3	1,11
PBAC.2aa	CEM II/B-P 32.5 N granel	0,01 t	61,68
PBPC1...	HNE-15 blanda TM 40	0,02 m3	49,65
PBRA.1...	Arena 0/3 triturada lvd 10km	0,03 t	14,15
PISA22c	Arq H prefabricado 60x60x60 mm c/fondo sumid...	1,00 u	26,01
PISA23b1	Marco+tapa arq H pref 50x50 mm	1,00 u	20,65
	(Resto obra)		0,48
	Total		63,30
	3% Costes indirectos		1,90
			65,20

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
2.3	<p>u Hornacina prefabricada tipo "nicho polígono" para alojamiento de Caja General de Protección y Medida de dimensiones exteriores 1.00m de ancho, 0.40m de fondo y 2.20m de alto sobre asiento para hornacina de dimensiones exteriores 1.16m de ancho, 0.76m de fondo y 0.76m de alto, construida en arlita aglomerada con hormigón vibrado con aislante termoacústico y fibras de acero y de polipropileno para refuerzo del hormigón con las piezas adheridas entre sí mediante resinas epoxi, incluso excavación, relleno, tejadillo y puerta de acero galvanizado con mirilla, totalmente instalada y comprobada.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>MOOA.8a Oficial 1ª construcción 1,40 h 16,10 22,54</p> <p>MOOA10a Ayudante construcción 1,40 h 17,97 25,16</p> <p>MOOA12a Peón ordinario construcción 3,53 h 17,86 63,05</p> <p>(Maquinaria)</p> <p>MMMC.... Band vibr 90kg 490x450 cm 0,08 h 9,53 0,76</p> <p>MMMR.... Pala crgra de neum 102cv 1,7m3 0,08 h 42,73 3,42</p> <p>(Materiales)</p> <p>PBRA.1... Arena 0/5 triturada s/lvd 10km 1,80 t 17,27 31,09</p> <p>PIEA.8a Nicho polígono pref p/alobj CPM 1,00 u 240,01 240,01</p> <p>PIEA.8b Asiento p/nicho polígono 1,00 u 91,81 91,81</p> <p>(Resto obra)</p> <p align="right">Total 487,51</p> <p align="right">3% Costes indirectos 14,63</p>		
3.1	<p>3 RED DE MEDIA TENSIÓN</p> <p>m Conducción subterránea BAJO ACERA, PARA DE RED DE MEDIA TENSIÓN, realizada con 2 tubos de PVC corrugado flexible de color rojo, de pared compacta, unión con junta elástica de 160 mm. de diámetro incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, con una resistencia de 4 N/m2, sobre solera de arena de granulometría 0/6 de 5 cm. de espesor y 400 mm. de ancho. INCLUSO Suministro y tendido de línea subterránea de MEDIA TENSIÓN compuesta por tres conductores unipolares con aislamiento HEPRZ1 12/20 kV de etileno-propileno de alto módulo, cubierta de poliolefina y conductor de aluminio de 3x240 mm2, incluso testigo cerámico o placa normalizada de PVC, cinta atención cable, incluso excavación de zanja de sección 40x80 cm con medios mecánicos en terrenos medios y tendido y relleno con tierra apisonada procedente de excavación. Incluso 1 multiconducto de control formados por 1 grupos de cuatritubo 4Ø40 mm de PVC para la futura red inteligente. Según el Reglamento Electrotécnico de Líneas de Alta Tensión 2013.</p> <p>(Mano de obra)</p> <p>MOOA.8a Oficial 1ª construcción 0,40 h 16,10 6,44</p> <p>MOOA12a Peón ordinario construcción 0,40 h 17,86 7,14</p> <p>MOOE.8a Oficial 1ª electricidad 0,40 h 15,96 6,38</p> <p>MOOE11a Especialista electricidad 0,40 h 15,46 6,18</p> <p>(Maquinaria)</p> <p>MMME.... Retro de neum c/palafrtl 0,34m3 0,07 h 52,22 3,66</p> <p>(Materiales)</p> <p>PBRA.1... Arena 0/6 triturada lvd 10 km 0,02 t 17,23 0,34</p> <p>PIEC.6j Cable Al rig RV 0.6/1kV 1x240 3,15 m 3,85 12,13</p> <p>PIEC16fb Tubo cuatritubo rígido PVC 4Ø40mm 30%acc 1,10 m 4,35 4,79</p> <p>PIEC20ga Tb corru db par PVC 160mm 2,15 m 2,60 5,59</p> <p>(Resto obra)</p> <p align="right">Total 53,70</p> <p align="right">3% Costes indirectos 1,61</p>		502,14
			55,31

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
3.2	u Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE BAJA TENSION, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,40 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,43 h	17,86
	(Materiales)		
PBAA.1a	Agua	0,01 m3	1,11
PBAC.2aa	CEM II/B-P 32.5 N granel	0,01 t	61,68
PBPC1...	HNE-15 blanda TM 40	0,02 m3	49,65
PBRA.1...	Arena 0/3 triturada lvd 10km	0,03 t	14,15
PISA22c	Arq H prefabricado 60x60x60 mm c/fondo sumid...	1,00 u	26,01
PISA23b1	Marco+tapa arq H pref 50x50 mm	1,00 u	20,65
	(Resto obra)		0,48
	Total		63,30
	3% Costes indirectos		1,90
			65,20
	4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN		
4.1	u Centro de transformación de compañía tipo 222(2L+2P), compuesto por 2 celdas de línea y 2 de protección, con 2 transformadores de potencia, de 630+630 kVA, respectivamente, y aislamiento de aceite, en edificio prefabricado de dimensiones exteriores 6440x2500x3300 mm, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.		
	(Mano de obra)		
MOOA12a	Peón ordinario construcción	2,21 h	17,86
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	10,00 h	15,96
MOOE11a	Especialista electricidad	10,00 h	15,46
	(Maquinaria)		
MMME....	Retro de neum c/palafRTL 0,34m3	2,21 h	52,22
	(Materiales)		
PUEB.3a	Arena para zanja MT/BT	3,15 m3	20,28
PUEC.5c	Aparamenta modular MT SF6 2L+2P (S-222-C)	1,00 u	10.196,25
PUEC.6eb	Transfd 630 kVA aisl bñ aceite	2,00 u	7.038,39
PUEC.9a	Sistema alumbrado CT	1,00 u	89,25
PUEC10a	Sis extinción incendios móvil	1,00 u	176,25
PUEC12a	Equipo de seguridad CT	1,00 u	396,17
PUEC13a	Sistema de puesta a tierra	1,00 u	306,00
PUEC14a	Red equipotencial CT	1,00 u	383,15
PUEC19b	Edf 79.1x23.1x26.2m p/CT part	1,00 u	10.005,00
	(Resto obra)		723,24
	Total		36.885,05
	3% Costes indirectos		1.106,55
			37.991,60

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
4.2	u Centro de transformación de la compañía sin edificio, compuesto por 2 celdas de línea, 1 celda de seccionamiento, 1 celda de protección general con disyuntor, dos celdas de protección individual con ruptofusible, 1 celda de medida y 2 transformador/es de potencia 630 kVA cada uno, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.		
	(Mano de obra)		
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	12,00 h	15,96
MOOE11a	Especialista electricidad	12,00 h	15,46
	(Materiales)		
PUEC.1a	Celda de línea	2,00 u	2.677,50
PUEC.2b	Celda prot gnal c/disyuntor	3,00 u	9.045,00
PUEC.2c	Celda prot indiv c/ruptofusible	3,00 u	3.761,25
PUEC.3a	Celda de seccionamiento	1,00 u	2.499,64
PUEC.6eb	Transfd 630 kVA aisl bñ aceite	2,00 u	7.038,39
PUEC1...	Sistema de puesta a tierra	1,00 u	296,00
	(Resto obra)		1.220,46
	Total		62.243,67
	3% Costes indirectos		1.867,31
			64.110,98
	5 ALUMBRADO VIALES		
5.1	mI MI. Canalización para red de alumbrado con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía , según norma de Compañía, sin incluir cables. La excavación y relleno de arena está incluida en la Red de Baja Tensión.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,05 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,05 h	17,86
	(Materiales)		
U39GK...	Tubo PVC corrugado =90 mm	1,05 MI	0,75
	(Resto obra)		0,02
	Total		2,51
	3% Costes indirectos		0,08
			2,59
5.2	u Cimentación de báculo o columna de altura <12 m, formada por zapata de hormigón HM 125/B/20/IIa, de dimensiones 0.5x0.5x0.7m y cuatro pernos de anclaje de 20mm de diámetro y 50cm de longitud, para recibir placa de asiento y codo de tubo de PVC de 90mm, incluso excavación de tierras, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,30 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,17 h	17,86
	(Maquinaria)		
MMME....	Retro de neum c/palafrtl 0,34m3	0,02 h	52,22
	(Materiales)		
PBPC.2...	HNE 20 blanda TM 20 I	0,18 m3	51,45
PEAA.3ag	Acero corru B 400 S ø20	2,00 kg	0,85
PIEC20eb	Tb corru db par PVC 110mm 30%acc	1,05 m	7,10
	(Resto obra)		0,55
	Total		27,88
	3% Costes indirectos		0,84
			28,72

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
5.3	u Suministro e instalación de FAROLA compuesta por columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 10 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm2 RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm2 RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm2. Incluido el Brazo Modelo ANDO de la firma SCHRÉDER o similar, de 1,88 m de longitud, de aluminio inyectado en color a elegir y empotrado a la columna mediante soldadura en punta de columna, listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		
	(Mano de obra)		
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,30 h	17,86
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,30 h	15,96
	(Maquinaria)		
MMMG.6a	Cmn grúa cesta de alt 10m	0,30 h	35,69
	(Materiales)		
PIEC.4baf	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	6,00 m	3,14
PIEC.4b...	Cable Cu flx RV-K monof. 0.6/1kV 3x2.5	5,30 m	1,37
PIED.5ab	Fusible cilíndrico 4A	2,00 u	0,57
PIEW.8c	Caja der cua 153x110 10 conos	1,00 u	6,07
PILE.8ba	Colum. poliéster reforzado FV 10 m.	1,00 u	374,32
PILE18ab	Brazos Mod. ANDO de Schröder o similar de 1,...	1,00 u	105,91
	(Resto obra)		10,69
	Total		545,09
	3% Costes indirectos		16,35
			561,44
5.4	u Suministro e instalación de FAROLA compuesta por columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 8 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm2 RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm2 RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm2. Incluido el Brazo Modelo ANDO de la firma SCHRÉDER o similar, de 1,88 m de longitud, de aluminio inyectado en color a elegir y empotrado a la columna mediante soldadura en punta de columna, listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		
	(Mano de obra)		
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,30 h	17,86
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,30 h	15,96
	(Maquinaria)		
MMMG.6a	Cmn grúa cesta de alt 10m	0,20 h	35,69
	(Materiales)		
PIEC.4baf	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	6,00 m	3,14
PIEC.4b...	Cable Cu flx RV-K monof. 0.6/1kV 3x2.5	5,30 m	1,37
PIED.5ab	Fusible cilíndrico 4A	2,00 u	0,57
PIEW.8c	Caja der cua 153x110 10 conos	1,00 u	6,07
PILE18ab	Brazos Mod. ANDO de Schröder o similar de 1,...	1,00 u	105,91
PILE18...	Colum. poliéster reforzado FV 8 m.	1,00 u	305,35
	(Resto obra)		9,24
	Total		471,10
	3% Costes indirectos		14,13
			485,23

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
5.5	u Arqueta de registro a pié de farola ALUMBRADO PÚBLICO, de dimensiones 40x40x50 cm. prefabricada de hormigón, con fondo, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,40 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,43 h	17,86
	(Materiales)		
PBAA.1a	Agua	0,01 m3	1,11
PBAC.2aa	CEM II/B-P 32.5 N granel	0,01 t	61,68
PBPC1...	HNE-15 blanda TM 40	0,02 m3	49,65
PBRA.1...	Arena 0/3 triturada lvd 10km	0,03 t	14,15
PISA22c	Arq H prefabricado 60x60x60 mm c/fondo sumid...	1,00 u	26,01
PISA23b	Marco+tapa arq H pref 40x40 mm	1,00 u	16,65
	(Resto obra)		0,44
	Total		59,26
	3% Costes indirectos		1,78
			61,04
5.6	u Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN VIALES, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,40 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,43 h	17,86
	(Materiales)		
PBAA.1a	Agua	0,01 m3	1,11
PBAC.2aa	CEM II/B-P 32.5 N granel	0,01 t	61,68
PBPC1...	HNE-15 blanda TM 40	0,02 m3	49,65
PBRA.1...	Arena 0/3 triturada lvd 10km	0,03 t	14,15
PISA22c	Arq H prefabricado 60x60x60 mm c/fondo sumid...	1,00 u	26,01
PISA23b1	Marco+tapa arq H pref 50x50 mm	1,00 u	20,65
	(Resto obra)		0,48
	Total		63,30
	3% Costes indirectos		1,90
			65,20
5.7	u Toma de tierra para alumbrado exterior, formada por piqueta de barra cilíndrica de acero cobreado de 1m de longitud y 14mm de diámetro, con conexión a borna del soporte por medio de cable de cobre desnudo de 35mm2, soldado a la piqueta y conexión con la línea de tierra general.		
	(Mano de obra)		
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,05 h	15,96
MOOE11a	Especialista electricidad	0,70 h	15,46
	(Materiales)		
PIEC11c	Cable cobre desnudo 1x35	3,00 m	3,02
PIEP.1a	Electrodo pica a ø14mm lglm	1,00 u	6,54
	(Resto obra)		0,54
	Total		27,76
	3% Costes indirectos		0,83
			28,59

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
5.8	u Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 20 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x40A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		
MOOE.8a	(Mano de obra) Oficial 1ª electricidad	2,50 h	15,96
MOOE.9a	Oficial 2ª electricidad	1,50 h	15,51
PILE21a	(Materiales) Cuadro el p/alum publ 20KW	1,00 u	1.568,42
	(Resto obra)		32,63
	Total		1.664,22
	3% Costes indirectos		49,93
5.9	m Línea de cobre para alumbrado público formada por 3 conductores de fase y otro neutro de 6mm ² de sección, con aislamiento 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2.5 mm ² de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2020.		1.714,15
MOOE.8a	(Mano de obra) Oficial 1ª electricidad	0,35 h	15,96
PIEC.4b...	(Materiales) Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x6	1,05 m	1,37
	(Resto obra)		0,07
	Total		7,10
	3% Costes indirectos		0,21
5.10	u Suministro e instalación de luminaria LED, Modelo AXIA 2.2 de la firma Schröder o similar, para alumbrado de viales, calles y zonas peatonales, montadas en brazos sobre columnas de 10 y 8 metros de altura, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión, con protector de policarbonato y un motor fotométrico con distribuciones fotométricas daptadas a diversas funciones, con medidas de 895x300x116 mm. Montaje de entrada lateral y post-top para columnas o brazos de 32 a 60 mm lateral y 60 a 76 mm superior de diámetros. Flujo de potencia Lumínica de 15.298 lumens, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 109 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR BLANCO NEUTRO, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		7,31
MOOA.8a	(Mano de obra) Oficial 1ª construcción	0,60 h	16,10
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,60 h	15,96
MMMT...	(Maquinaria) Cmn grúa autcg 13000 T s/JIC	0,80 h	52,53
PILE.5aba	(Materiales) Lum alumb para VIALES, LED's 109 W	1,00 u	164,52
	(Resto obra)		4,52
	Total		230,30
	3% Costes indirectos		6,91
	6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES		237,21

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
6.1	ml MI. Canalización para red de alumbrado con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía , según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,05 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,05 h	17,86
	(Maquinaria)		
MMME....	Retro de neum c/palafRTL 0,34m3	0,03 h	52,22
MMMT....	Cmn de transp 15 Tn 12 m3 2 ejes	0,01 h	35,05
	(Materiales)		
PBRA.1...	Arena 0/6 triturada lvd 10 km	0,11 t	17,23
U39GK...	Tubo PVC corrugado =90 mm	1,05 MI	0,75
	(Resto obra)		0,06
	Total		6,37
	3% Costes indirectos		0,19
			6,56
6.2	u Cimentación de báculo o columna de altura <12 m, formada por zapata de hormigón HM 125/B/20/IIa, de dimensiones 0.5x0.5x0.7m y cuatro pernos de anclaje de 20mm de diámetro y 50cm de longitud, para recibir placa de asiento y codo de tubo de PVC de 90mm, incluso excavación de tierras, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,30 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,17 h	17,86
	(Maquinaria)		
MMME....	Retro de neum c/palafRTL 0,34m3	0,02 h	52,22
	(Materiales)		
PBPC.2...	HNE 20 blanda TM 20 I	0,18 m3	51,45
PEAA.3ag	Acero corru B 400 S ø20	2,00 kg	0,85
PIEC20eb	Tb corru db par PVC 110mm 30%acc	1,05 m	7,10
	(Resto obra)		0,55
	Total		27,88
	3% Costes indirectos		0,84
			28,72

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
6.3	u Suministro e instalación de columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 4 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4 A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm ² RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm ² RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm ² ., listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		
	(Mano de obra)		
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,30 h	17,86
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,30 h	15,96
	(Maquinaria)		
MMMG.6a	Com grúa cesta de alt 10m	0,20 h	35,69
	(Materiales)		
PIEC.4baf	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 1x16	6,00 m	3,14
PIEC.4b...	Cable Cu flx RV-K monof. 0.6/1kV 3x2.5	5,30 m	1,37
PIED.5ab	Fusible cilíndrico 4A	2,00 u	0,57
PIEW.8c	Caja der cua 153x110 10 conos	1,00 u	6,07
PILE18...	Colum. poliéster reforzado FV 4 m	1,00 u	255,20
	(Resto obra)		6,12
	Total		311,92
	3% Costes indirectos		9,36
			321,28
6.4	u Arqueta de poliester reforzado con fibra de vidrio, anticorrosivo altamente resistente a los agentes atmosféricos, formada por tapa y arqueta, de dimensiones de la tapa 510x440mm y de profundidad de arqueta 537mm, con orificios para pasar cables de 90 mm de diámetro, incluso juego de tornillos y accesorios para su montaje, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,35 h	16,10
MOOA12a	Peón ordinario construcción	0,30 h	17,86
	(Materiales)		
PISA11a	Arqueta reforzada cua PP 40x40	1,00 u	95,95
	(Resto obra)		2,14
	Total		109,09
	3% Costes indirectos		3,27
			112,36
6.5	u Toma de tierra para alumbrado exterior, formada por piqueta de barra cilíndrica de acero cobreado de 1m de longitud y 14mm de diámetro, con conexión a borna del soporte por medio de cable de cobre desnudo de 35mm ² , soldado a la piqueta y conexión con la línea de tierra general.		
	(Mano de obra)		
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,05 h	15,96
MOOE11a	Especialista electricidad	0,70 h	15,46
	(Materiales)		
PIEC11c	Cable cobre desnudo 1x35	3,00 m	3,02
PIEP.1a	Electrodo pica a ø14mm lglm	1,00 u	6,54
	(Resto obra)		0,54
	Total		27,76
	3% Costes indirectos		0,83
			28,59

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
6.6	u Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 20 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x40A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		
	(Mano de obra)		
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	2,50 h	15,96
MOOE.9a	Oficial 2ª electricidad	1,50 h	15,51
	(Materiales)		
PILE21a	Cuadro el p/alum publ 20KW	1,00 u	1.568,42
	(Resto obra)		32,63
	Total		1.664,22
	3% Costes indirectos		49,93
			1.714,15
6.7	m Línea de cobre para alumbrado público formada por 2 conductores de fase y otro neutro de 6mm2 de sección, con aislamiento 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2.5 mm2 de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2020.		
	(Mano de obra)		
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,35 h	15,96
	(Materiales)		
PIEC.4b...	Cable Cu flx RV 0.6/1kV 2x6	1,05 m	2,76
	(Resto obra)		0,08
	Total		8,57
	3% Costes indirectos		0,26
			8,83
6.8	u Suministro e instalación de luminaria LED, Modelo Calla LED de la firma Schröder o similar, para alumbrado indirecto de parques y zonas residenciales montada sobre columna de 4 m, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión, cubierta de aluminio y protector de PMMA, con unas dimensiones de 595x885 mm, para un Flujo de potencia lumínica de 6.866 lúmenes, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 46 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR BLANCO NEUTRO, equipo electrónico estándar, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.		
	(Mano de obra)		
MOOA.8a	Oficial 1ª construcción	0,35 h	16,10
MOOE.8a	Oficial 1ª electricidad	0,35 h	15,96
	(Maquinaria)		
MMMG.6a	Cmn grúa cesta de alt 10m	0,15 h	35,69
	(Materiales)		
PILE.4aaa	Lum alumb vial LED's 68 W, clase II.	1,00 u	171,92
	(Resto obra)		3,77
	Total		192,27
	3% Costes indirectos		5,77
			198,04
	7 SEGURIDAD Y SALUD		

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
7.1	u Cumplimiento del R.D: 1627/1997de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y edificación.		
	Sin descomposición	1.658,50	
	Total	1.658,50	
	3% Costes indirectos	49,76	
			1.708,26
	Meliana, septiembre de 2020 El Alumno		
	Ernesto Ros Rausell		

Cuadro de precios auxiliares

Nº	Designación	Importe (euros)																																				
1	m3 de Excavación a cielo abierto realizada por debajo de la cota de implantación, en terrenos medios, con medios manuales, y carga directa sobre transporte, según NTE/ADV-1.																																					
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Código</th> <th style="width: 5%;">Ud</th> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Precio</th> <th style="width: 15%;">Cantidad</th> <th style="width: 5%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MOOA12a</td> <td style="text-align: center;">h</td> <td>Peón ordinario construcción</td> <td style="text-align: right;">17,86</td> <td style="text-align: right;">1,65</td> <td style="text-align: right;">29,47</td> </tr> <tr> <td>MMMR.1bb</td> <td style="text-align: center;">h</td> <td>Pala crgra de neum 102cv 1,7m3</td> <td style="text-align: right;">42,73</td> <td style="text-align: right;">0,05</td> <td style="text-align: right;">2,14</td> </tr> <tr> <td>%</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td>Costes Directos Complementarios</td> <td style="text-align: right;">31,61</td> <td style="text-align: right;">3,00</td> <td style="text-align: right;">0,95</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: right;">Importe:</td> <td style="text-align: right;">32,56</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad		MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	1,65	29,47	MMMR.1bb	h	Pala crgra de neum 102cv 1,7m3	42,73	0,05	2,14	%	%	Costes Directos Complementarios	31,61	3,00	0,95					Importe:	32,56							
Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad																																		
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	1,65	29,47																																	
MMMR.1bb	h	Pala crgra de neum 102cv 1,7m3	42,73	0,05	2,14																																	
%	%	Costes Directos Complementarios	31,61	3,00	0,95																																	
				Importe:	32,56																																	
2	m3 de Relleno de zanjas con medios manuales, con arena, y compactado con bandeja vibradora según NTE/ADZ-12.																																					
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Código</th> <th style="width: 5%;">Ud</th> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Precio</th> <th style="width: 15%;">Cantidad</th> <th style="width: 5%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MOOA12a</td> <td style="text-align: center;">h</td> <td>Peón ordinario construcción</td> <td style="text-align: right;">17,86</td> <td style="text-align: right;">0,70</td> <td style="text-align: right;">12,50</td> </tr> <tr> <td>PBRA.1acb</td> <td style="text-align: center;">t</td> <td>Arena 0/5 triturada s/lvd 10km</td> <td style="text-align: right;">17,27</td> <td style="text-align: right;">1,20</td> <td style="text-align: right;">20,72</td> </tr> <tr> <td>MMMC.3aa</td> <td style="text-align: center;">h</td> <td>Band vibr 90kg 490x450 cm</td> <td style="text-align: right;">9,53</td> <td style="text-align: right;">0,05</td> <td style="text-align: right;">0,48</td> </tr> <tr> <td>%</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td>Costes Directos Complementarios</td> <td style="text-align: right;">33,70</td> <td style="text-align: right;">2,00</td> <td style="text-align: right;">0,67</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: right;">Importe:</td> <td style="text-align: right;">34,37</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad		MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	0,70	12,50	PBRA.1acb	t	Arena 0/5 triturada s/lvd 10km	17,27	1,20	20,72	MMMC.3aa	h	Band vibr 90kg 490x450 cm	9,53	0,05	0,48	%	%	Costes Directos Complementarios	33,70	2,00	0,67					Importe:	34,37	
Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad																																		
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	0,70	12,50																																	
PBRA.1acb	t	Arena 0/5 triturada s/lvd 10km	17,27	1,20	20,72																																	
MMMC.3aa	h	Band vibr 90kg 490x450 cm	9,53	0,05	0,48																																	
%	%	Costes Directos Complementarios	33,70	2,00	0,67																																	
				Importe:	34,37																																	
3	kg de Acero corrugado B 500 S soldable, de diámetro entre 6-25 mm., montado, incluso cortes, ferrallado y despuntes.																																					
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Código</th> <th style="width: 5%;">Ud</th> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Precio</th> <th style="width: 15%;">Cantidad</th> <th style="width: 5%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MOOA.8a</td> <td style="text-align: center;">h</td> <td>Oficial 1ª construcción</td> <td style="text-align: right;">16,10</td> <td style="text-align: right;">0,01</td> <td style="text-align: right;">0,16</td> </tr> <tr> <td>MOOA12a</td> <td style="text-align: center;">h</td> <td>Peón ordinario construcción</td> <td style="text-align: right;">17,86</td> <td style="text-align: right;">0,01</td> <td style="text-align: right;">0,18</td> </tr> <tr> <td>PEAA.3bk</td> <td style="text-align: center;">kg</td> <td>Acero corru B 500 S ø6-25</td> <td style="text-align: right;">0,88</td> <td style="text-align: right;">1,05</td> <td style="text-align: right;">0,92</td> </tr> <tr> <td>%</td> <td style="text-align: center;">%</td> <td>Costes Directos Complementarios</td> <td style="text-align: right;">1,26</td> <td style="text-align: right;">2,00</td> <td style="text-align: right;">0,03</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: right;">Importe:</td> <td style="text-align: right;">1,29</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad		MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	16,10	0,01	0,16	MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	0,01	0,18	PEAA.3bk	kg	Acero corru B 500 S ø6-25	0,88	1,05	0,92	%	%	Costes Directos Complementarios	1,26	2,00	0,03					Importe:	1,29	
Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad																																		
MOOA.8a	h	Oficial 1ª construcción	16,10	0,01	0,16																																	
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	0,01	0,18																																	
PEAA.3bk	kg	Acero corru B 500 S ø6-25	0,88	1,05	0,92																																	
%	%	Costes Directos Complementarios	1,26	2,00	0,03																																	
				Importe:	1,29																																	
4	m3 de Mortero de cemento de dosificación M-80a (1:4), confeccionado en obra, a mano con cemento CEM II/A-P 32.5 R a granel y arena de granulometría 0/3 mm., lavada.																																					
	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Código</th> <th style="width: 5%;">Ud</th> <th style="width: 50%;">Descripción</th> <th style="width: 15%;">Precio</th> <th style="width: 15%;">Cantidad</th> <th style="width: 5%;"></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MOOA12a</td> <td style="text-align: center;">h</td> <td>Peón ordinario construcción</td> <td style="text-align: right;">17,86</td> <td style="text-align: right;">1,50</td> <td style="text-align: right;">26,79</td> </tr> <tr> <td>PBAC.2aa</td> <td style="text-align: center;">t</td> <td>CEM II/B-P 32.5 N granel</td> <td style="text-align: right;">61,68</td> <td style="text-align: right;">0,35</td> <td style="text-align: right;">21,59</td> </tr> <tr> <td>PBRA.1abb</td> <td style="text-align: center;">t</td> <td>Arena 0/3 triturada lvd 10km</td> <td style="text-align: right;">14,15</td> <td style="text-align: right;">1,65</td> <td style="text-align: right;">23,35</td> </tr> <tr> <td>PBAA.1a</td> <td style="text-align: center;">m3</td> <td>Agua</td> <td style="text-align: right;">1,11</td> <td style="text-align: right;">0,26</td> <td style="text-align: right;">0,29</td> </tr> <tr> <td colspan="4"></td> <td style="text-align: right;">Importe:</td> <td style="text-align: right;">72,02</td> </tr> </tbody> </table>	Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad		MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	1,50	26,79	PBAC.2aa	t	CEM II/B-P 32.5 N granel	61,68	0,35	21,59	PBRA.1abb	t	Arena 0/3 triturada lvd 10km	14,15	1,65	23,35	PBAA.1a	m3	Agua	1,11	0,26	0,29					Importe:	72,02	
Código	Ud	Descripción	Precio	Cantidad																																		
MOOA12a	h	Peón ordinario construcción	17,86	1,50	26,79																																	
PBAC.2aa	t	CEM II/B-P 32.5 N granel	61,68	0,35	21,59																																	
PBRA.1abb	t	Arena 0/3 triturada lvd 10km	14,15	1,65	23,35																																	
PBAA.1a	m3	Agua	1,11	0,26	0,29																																	
				Importe:	72,02																																	
	<p>Meliana, septiembre de 2020</p> <p>El Alumno</p> <p>Ernesto Ros Rausell</p>																																					

Presupuesto parcial nº 1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe	
1.1	M3	Excavación para formación de pozos, en terrenos medios, con medios mecánicos, retroexcavadora, incluso ayuda manual en las zonas de difícil acceso, limpieza y extracción de restos a los bordes, sin incluir carga sobre transporte, según NTE/ADZ-4.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
APOYOS MT			4	1,45	1,45	2,15	18,08		
							18,08	18,08	
Total m3							18,08	13,38	241,91
1.2	M3	Transporte de tierras de densidad media 1.50 t/m3, con camión volquete de carga máxima 12 t y velocidad media de 45 km/h, a una distancia de 10 km, considerando tiempos de ida, descarga y vuelta, incluso carga mecánica con pala cargadora y tiempo de espera del camión.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1	18,08	1,00	1,00	18,08		
25%ESPONJAMIENTO			1	18,08	1,00	0,25	4,52		
							22,60	22,60	
Total m3							22,60	9,00	203,40
1.3	M3	Hormigón armado HA 25/B/40/Ila preparado, en zapatas, con una cuantía media de 35 kg. de acero B 500 S, incluso recortes, separadores, alambre de atado, vibrado y curado del hormigón, sin incluir encofrado.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
APOYOS MT			4	1,45	1,45	2,15	18,08		
							18,08	18,08	
Total m3							18,08	159,88	2.890,63
1.4	Kg	Acero laminado S275 en formación de apoyos de celosía y en crucetas rectas, a base de perfiles laminados angulares galvanizados en caliente de lados iguales 90x90x7 mm, totalmente montado, según CTE/ DB-SE-A. Los trabajos serán realizados por soldador cualificado según norma UNE-EN 287-1:1992.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
APOYOS C-2000-12			4	447,00			1.788,00		
CRUCETAS			4	90,00			360,00		
							2.148,00	2.148,00	
Total Kg							2.148,00	1,94	4.167,12
1.5	U	Puesta a tierra de los apoyos de Media Tensión formada por conductos desnudo de aluminio y acero de 1x100 mm2 de sección, según el Reglamento de Líneas Eléctricas Alta Tensión 2013.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
PUESTA TIERRA EN APOYOS			4				4,00		
							4,00	4,00	
Total u							4,00	15,48	61,92
1.6	M	Línea aérea M.T. 3(1x54.6 mm2) Al-Ac 47-AL1/8-ST1A de simple circuito, en tendido aéreo, incluso HERRAJES Modelo GA-1/16 y CADENAS de AISLAMIENTO formada por 2 discos aisladores de COMPOSITE U70 YB 20, incluso p.p. de pequeño material de montaje, totalmente instalada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
CV-300-VANO 1			1	55,00			55,00		
CV-300 VANO-2			1	84,00			84,00		
LAMT-1			1	55,00			55,00		
LAMT-2			1	103,00			103,00		
							297,00	297,00	
Total m							297,00	16,97	5.040,09
1.7	U	Instalación de sistema de pararrayos de óxidos metálicos con envolvente polimérica tipo POM-P 21/10, incluidos fusibles de expulsión, totalmente instalado, comprobado y en correcto funcionamiento según DB SU-8 del CTE.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	

Presupuesto parcial nº 1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
		APOYOS CONVERSIÓN	9	9,00	9,00
				9,00	9,00
		Total u:	9,00	8.224,71	74.022,39
		Total presupuesto parcial nº 1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN :			86.627,46

Presupuesto parcial nº 2 REDES DE BAJA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
2.1	M	Conducción subterránea BAJO ACERA, PARA DE RED DE BAJA TENSIÓN, realizada con 6 tubos de PVC corrugado flexible de color rojo, de pared compacta, unión con junta elástica de 160 mm. de diámetro incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, con una resistencia de 4 N/m2, sobre solera de arena de granulometría 0/6 de 5 cm. de espesor y 400 mm. de ancho. INCLUSO Suministro y tendido de línea subterránea de baja tensión tipo SG compuesta por cuatro conductores unipolares con aislamiento RV 0.6/1 kV de polietileno reticulado, conductor de aluminio de 3x240+1x120mm2, incluso testigo cerámico o placa normalizada de PVC, cinta atención cable, incluso excavación de zanja de sección 60x100cm con medios mecánicos en terrenos medios y tendido y relleno con tierra apisonada procedente de excavación. Incluso 2 multiconductos de control formados por 2 grupos de cuatritubo 4Ø40 mm de PVC para la futura red inteligente. Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		CT-1/TRANSFORMADOR 1	1	826,00			826,00	
		CT-1/TRANSFORMADOR 2	1	488,00			488,00	
		CT-2/TRANSFORMADOR 1	1	1.234,00			1.234,00	
		CT-2/TRANSFORMADOR 2	1	612,00			612,00	
		CT-3/TRANSFORMADOR 1	1	563,00			563,00	
		CT-3/TRANSFORMADOR 2	1	557,00			557,00	
		CT-4/TRANSFORMADOR 1	1	839,00			839,00	
		CT-4/TRANSFORMADOR 2	1	977,00			977,00	
							6.096,00	6.096,00
			Total m		6.096,00	68,28	416.234,88	
2.2	U	Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE BAJA TENSION, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		ARQUETA DE DERIVACIÓN	66				66,00	
		ARQUETA DE REGISTRO	65				65,00	
							131,00	131,00
			Total u		131,00	65,20	8.541,20	
2.3	U	Hornacina prefabricada tipo "nicho polígono" para alojamiento de Caja General de Protección y Medida de dimensiones exteriores 1.00m de ancho, 0.40m de fondo y 2.20m de alto sobre asiento para hornacina de dimensiones exteriores 1.16m de ancho, 0.76m de fondo y 0.76m de alto, construida en arlita aglomerada con hormigón vibrado con aislante termoacústico y fibras de acero y de polipropileno para refuerzo del hormigón con las piezas adheridas entre sí mediante resinas epoxi, incluso excavación, relleno, tejadillo y puerta de acero galvanizado con mirilla, totalmente instalada y comprobada.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		En Parcelas	68				68,00	
							68,00	68,00
			Total u		68,00	502,14	34.145,52	
Total presupuesto parcial nº 2 REDES DE BAJA TENSIÓN :								458.921,60

Presupuesto parcial nº 3 RED DE MEDIA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe				
3.1	M	Conducción subterránea BAJO ACERA, PARA DE RED DE MEDIA TENSIÓN, realizada con 2 tubos de PVC corrugado flexible de color rojo, de pared compacta, unión con junta elástica de 160 mm. de diámetro incluyendo un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, con una resistencia de 4 N/m2, sobre solera de arena de granulometría 0/6 de 5 cm. de espesor y 400 mm. de ancho. INCLUSO Suministro y tendido de línea subterránea de MEDIA TENSIÓN compuesta por tres conductores unipolares con aislamiento HEPRZ1 12/20 kV de etileno-propileno de alto módulo, cubierta de poliolefina y conductor de aluminio de 3x240 mm2, incluso testigo cerámico o placa normalizada de PVC, cinta atención cable, incluso excavación de zanja de sección 40x80 cm con medios mecánicos en terrenos medios y tendido y relleno con tierra apisonada procedente de excavación. Incluso 1 multiconducto de control formados por 1 grupos de cuatritubo 4Ø40 mm de PVC para la futura red inteligente. Según el Reglamento Electrotécnico de Líneas de Alta Tensión 2013.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		LÍNEAS DE CONSUMO	1	1.500,00			1.500,00		
		LÍNEA DE PASO	1	508,00			508,00		
							2.008,00	2.008,00	
		Total m					2.008,00	55,31	111.062,48
3.2	U	Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE BAJA TENSION, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		ARQUETAS DE PASO	69				69,00		
		ARQUETAS DE DERIVACIÓN	11				11,00		
							80,00	80,00	
		Total u					80,00	65,20	5.216,00
		Total presupuesto parcial nº 3 RED DE MEDIA TENSIÓN :						116.278,48	

Presupuesto parcial nº 4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
4.1	U	Centro de transformación de compañía tipo 222(2L+2P), compuesto por 2 celdas de línea y 2 de protección, con 2 transformadores de potencia, de 630+630 kVA, respectivamente, y aislamiento de aceite, en edificio prefabricado de dimensiones exteriores 6440x2500x3300 mm, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT-1 Y CT-2			2				2,00	
							2,00	2,00
			Total u		2,00		37.991,60	75.983,20
4.2	U	Centro de transformación de la compañía sin edificio, compuesto por 2 celdas de línea, 1 celda de seccionamiento, 1 celda de protección general con disyuntor, dos celdas de protección individual con ruptofusible, 1 celda de medida y 2 transformador/es de potencia 630 kVA cada uno, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT-3 Y CT-4			2				2,00	
							2,00	2,00
			Total u		2,00		64.110,98	128.221,96
Total presupuesto parcial nº 4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN :								204.205,16

Presupuesto parcial nº 5 ALUMBRADO VIALES

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe		
5.1	MI	MI. Canalización para red de alumbrado con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía , según norma de Compañía, sin incluir cables. La excavación y relleno de arena está incluida en la Red de Baja Tensión.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		CT-1/TRANSFORMADOR	1	559,00			559,00		
		2							
		CT-2/TRANSFORMADOR	1	686,00			686,00		
		2							
		CT-3/TRANSFORMADOR	1	563,00			563,00		
		1							
		CT-3/TRANSFORMADOR	1	389,00			389,00		
		2							
		CT-4/TRANSFORMADOR	1	741,00			741,00		
		1							
		CT-4/TRANSFORMADOR	1	688,00			688,00		
		2							
							3.626,00	3.626,00	
		Total ml					3.626,00	2,59	9.391,34
5.2	U	Cimentación de báculo o columna de altura <12 m, formada por zapata de hormigón HM 125/B/20/IIa, de dimensiones 0.5x0.5x0.7m y cuatro pernos de anclaje de 20mm de diámetro y 50cm de longitud, para recibir placa de asiento y codo de tubo de PVC de 90mm, incluso excavación de tierras, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		FAROLAS EN VIALES	106				106,00		
			16				16,00		
							122,00	122,00	
		Total u					122,00	28,72	3.503,84
5.3	U	Suministro e instalación de FAROLA compuesta por columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 10 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm2 RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm2 RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm2. Incluido el Brazo Modelo ANDO de la firma SCHRÉDER o similar, de 1,88 m de longitud, de aluminio inyectado en color a elegir y empotrado a la columna mediante soldadura en punta de columna, listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		CALLE 1	25				25,00		
		CALLE 2	26				26,00		
		CALLE 3	6				6,00		
		CALLE 5	13				13,00		
		CAMINO CEMENTERIO	14				14,00		
		CAMINO BARRANQUET	22				22,00		
							106,00	106,00	
		Total u					106,00	561,44	59.512,64
5.4	U	Suministro e instalación de FAROLA compuesta por columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 8 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm2 RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm2 RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm2. Incluido el Brazo Modelo ANDO de la firma SCHRÉDER o similar, de 1,88 m de longitud, de aluminio inyectado en color a elegir y empotrado a la columna mediante soldadura en punta de columna, listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
		CALLE 4	16				16,00		
							16,00	16,00	

Presupuesto parcial nº 5 ALUMBRADO VIALES

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe	
Total u:							16,00	485,23	7.763,68
5.5	U	Arqueta de registro a pié de farola ALUMBRADO PÚBLICO, de dimensiones 40x40x50 cm. prefabricada de hormigón, con fondo, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
ARQUETAS FAROLAS			122				122,00		
							122,00	122,00	
Total u:							122,00	61,04	7.446,88
5.6	U	Arquetas de registro y derivación PARA TENDIDO DE ALUMBRADO PÚBLICO EN VIALES, de dimensiones 60x60x60cm. prefabricada de hormigón, con fondo con orificio sumidero, sobre capa de gravilla, para recibir marco y tapa de fundición dúctil clase B-125, sobre una solera de hormigón HNE-15 de 10 cm de espesor, incluso tapa y cerco de hierro fundido. Totalmente ejecutada y terminada.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
TOTALES			49				49,00		
							49,00	49,00	
Total u:							49,00	65,20	3.194,80
5.7	U	Toma de tierra para alumbrado exterior, formada por piqueta de barra cilíndrica de acero cobreado de 1m de longitud y 14mm de diámetro, con conexión a borna del soporte por medio de cable de cobre desnudo de 35mm ² , soldado a la piqueta y conexión con la línea de tierra general.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
FAROLAS DE VIALES									
CT-1/TRANSFORMADOR			9				9,00		
2									
CT-2/TRANSFORMADOR			14				14,00		
2									
CT-3/TRANSFORMADOR			9				9,00		
1									
CT-3/TRANSFORMADOR			7				7,00		
2									
CT-4/TRANSFORMADOR			14				14,00		
1									
CT-4/TRANSFORMADOR			16				16,00		
2									
							69,00	69,00	
Total u:							69,00	28,59	1.972,71
5.8	U	Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 20 kW, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x40A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
TOTAL			6				6,00		
							6,00	6,00	
Total u:							6,00	1.714,15	10.284,90
5.9	M	Línea de cobre para alumbrado público formada por 3 conductores de fase y otro neutro de 6mm ² de sección, con aislamiento 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2.5 mm ² de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2020.							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	

Presupuesto parcial nº 5 ALUMBRADO VIALES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
CT-1/TRANSFORMADOR 2	1	559,00		559,00		
CT-2/TRANSFORMADOR 2	1	686,00		686,00		
CT-3/TRANSFORMADOR 1	1	563,00		563,00		
CT-3/TRANSFORMADOR 2	1	389,00		389,00		
CT-4/TRANSFORMADOR 1	1	741,00		741,00		
CT-4/TRANSFORMADOR 2	1	688,00		688,00		
				3.626,00	3.626,00	
Total m				3.626,00	7,31	26.506,06

5.10 U Suministro e instalación de luminaria LED, Modelo AXIA 2.2 de la firma Schröder o similar, para alumbrado de viales, calles y zonas peatonales, montadas en brazos sobre columnas de 10 y 8 metros de altura, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión, con protector de policarbonato y un motor fotométrico con distribuciones fotométricas daptadas a diverdas funciones, con medidas de 895x300x116 mm. Montaje de entrada lateral y post-top para columnas o brazos de 32 a 60 mm lateral y 60 a 76 mm superior de diámetros. Flujo de potencia Lumínica de 15.298 lumens, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 109 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR BLANCO NEUTRO, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
PARA COLUMNAS DE 10 M	106				106,00		
PARA COLUMNAS DE 8 M	16				16,00		
					122,00	122,00	
Total u					122,00	237,21	28.939,62

Total presupuesto parcial nº 5 ALUMBRADO VIALES : 158.516,47

Presupuesto parcial nº 6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
6.1	MI	MI. Canalización para red de alumbrado con un tubo de PVC de D=90 mm., con alambre guía , según norma de Compañía, sin incluir cables, incluso cama de arena, excavación y relleno.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		ZONA VERDE 1	1	232,00			232,00	
		ZONA VERDE 2	1	357,00			357,00	
		ZONA VERDE 3	1	438,00			438,00	
							1.027,00	1.027,00
		Total ml					1.027,00	6,56
								6.737,12
6.2	U	Cimentación de báculo o columna de altura <12 m, formada por zapata de hormigón HM 125/B/20/IIa, de dimensiones 0.5x0.5x0.7m y cuatro pernos de anclaje de 20mm de diámetro y 50cm de longitud, para recibir placa de asiento y codo de tubo de PVC de 90mm, incluso excavación de tierras, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		ZONA VERDE 1	17				17,00	
		ZONA VERDE 2	23				23,00	
		ZONA VERDE 3	32				32,00	
							72,00	72,00
		Total u					72,00	28,72
								2.067,84
6.3	U	Suministro e instalación de columna troncocónica de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de altura 4 metros y 76 mm de diámetro en punta, con tubo interior de acero galvanizado de 4 mm de pared, incluso puerta de registro, caja de conexión y protección, cableado interior de conexión y puesta a tierra. Caja portafusibles con fusibles fase+neutro de 4 A y pernos de anclaje, incluso cableado interior para alimentación 2x2.5mm ² RV, para el reductor de flujo 2x2.5mm ² RV y puesta a tierra de la columna 1x16mm ² ., listo para alojar la luminaria en el extremo exterior, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		ZONA VERDE 1	17				17,00	
		ZONA VERDE 2	23				23,00	
		ZONA VERDE 3	32				32,00	
							72,00	72,00
		Total u					72,00	321,28
								23.132,16
6.4	U	Arqueta de poliester reforzado con fibra de vidrio, anticorrosivo altamente resistente a los agentes atmosféricos, formada por tapa y arqueta, de dimensiones de la tapa 510x440mm y de profundidad de arqueta 537mm, con orificios para pasar cables de 90 mm de diámetro, incluso juego de tornillos y accesorios para su montaje, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		ZONA VERDE 1	17				17,00	
		ZONA VERDE 2	23				23,00	
		ZONA VERDE 3	32				32,00	
		ARQUETAS DE ENLACE	3				3,00	
							75,00	75,00
		Total u					75,00	112,36
								8.427,00
6.5	U	Toma de tierra para alumbrado exterior, formada por piqueta de barra cilíndrica de acero cobreado de 1m de longitud y 14mm de diámetro, con conexión a borna del soporte por medio de cable de cobre desnudo de 35mm ² , soldado a la piqueta y conexión con la línea de tierra general.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		ZONA VERDE 1	9				9,00	
		ZONA VERDE 2	12				12,00	
		ZONA VERDE 3	14				14,00	
							35,00	35,00
		Total u					35,00	28,59
								1.000,65

Presupuesto parcial nº 6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
6.6	U	Cuadro de alumbrado público para una potencia máxima de 20 kW, montado sobre armario de poliester reforzado con fibra de vidrio, autoextinguible de dimensiones exteriores 1000x750x300mm para cuadro de alumbrado y 750x750x300mm para equipo de medida, con tres salidas de tres fases (R-S-T) cada una, protegidas con interruptores automáticos unipolares de intensidad 10 A, contactores 3x10 A, diferenciales reenganchables de 3x25 A y sensibilidad 30 mA e interruptor automático general de 4x40A, incluso regulador de la intensidad de flujo, reloj astronómico e interruptor para su accionamiento manual, bombilla de iluminación del cuadro, toma de corriente y accesorios y pequeño material para su montaje y conexionado, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZONAS VERDES			3				3,00	
							3,00	3,00
			Total u:			3,00	1.714,15	5.142,45
6.7	M	Línea de cobre para alumbrado público formada por 2 conductores de fase y otro neutro de 6mm2 de sección, con aislamiento 0.6/1 KV, incluso 2 conductores (fase+neutro) de 2.5 mm2 de sección para control del reductor de flujo en las lámparas, totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento de Baja Tensión 2020.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZONA VERDE 1			1	232,00			232,00	
ZONA VERDE 2			1	357,00			357,00	
ZONA VERDE 3			1	438,00			438,00	
							1.027,00	1.027,00
			Total m:			1.027,00	8,83	9.068,41
6.8	U	Suministro e instalación de luminaria LED, Modelo Calla LED de la firma Schröder o similar, para alumbrado indirecto de parques y zonas residenciales montada sobre columna de 4 m, compuesta por carcasa de aluminio inyectado de alta presión, cubierta de aluminio y protector de PMMA, con unas dimensiones de 595x885 mm, para un Flujo de potencia luminica de 6.866 lúmenes, para una tensión de red de 220-240 V, y 50-60 Hz, módulo LED de 46 W de potencia total y una temperatura de color de 4000 K, COLOR BLANCO NEUTRO, equipo electrónico estándar, grado de protección del grupo óptico IP-66 y clase de aislamiento II, comprobada y en correcto funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2020.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
ZONA VERDE 1			17				17,00	
ZONA VERDE 2			23				23,00	
ZONA VERDE 3			32				32,00	
							72,00	72,00
			Total u:			72,00	198,04	14.258,88
Total presupuesto parcial nº 6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES :								69.834,51

Presupuesto parcial nº 7 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición				Precio	Importe
7.1	U	Cumplimiento del R.D: 1627/1997de 24 de Octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y edificación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total u		1,00		1.708,26	1.708,26
		Total presupuesto parcial nº 7 SEGURIDAD Y SALUD :						1.708,26

Presupuesto de ejecución material

1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN	86.627,46
2 REDES DE BAJA TENSIÓN	458.921,60
3 RED DE MEDIA TENSIÓN	116.278,48
4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	204.205,16
5 ALUMBRADO VIALES	158.516,47
6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES	69.834,51
7 SEGURIDAD Y SALUD	1.708,26
Total	1.096.091,94

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de UN MILLÓN NOVENTA Y SEIS MIL NOVENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CÉNTIMOS.

Meliana, septiembre de 2020
El Alumno

Ernesto Ros Rausell

Proyecto: PROYECTO ELECTRIFICACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LA CLOSA. MELIANA

Capítulo	Importe
1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN	86.627,46
2 REDES DE BAJA TENSIÓN	458.921,60
3 RED DE MEDIA TENSIÓN	116.278,48
4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	204.205,16
5 ALUMBRADO VIALES	158.516,47
6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES	69.834,51
7 SEGURIDAD Y SALUD	1.708,26
Presupuesto de ejecución material	1.096.091,94
13% de gastos generales	142.491,95
6% de beneficio industrial	65.765,52
Suma	1.304.349,41
21% IVA	273.913,38
Presupuesto de ejecución por contrata	1.578.262,79

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS SETENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Meliana, septiembre de 2020
El Alumno

Ernesto Ros Rausell

Proyecto: PROYECTO ELECTRIFICACIÓN POLÍGONO INDUSTRIAL LA CLOSA. MELIANA

Capítulo	Importe
1 LÍNEAS AÉREAS MEDIA TENSIÓN	86.627,46
2 REDES DE BAJA TENSIÓN	458.921,60
3 RED DE MEDIA TENSIÓN	116.278,48
4 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	204.205,16
5 ALUMBRADO VIALES	158.516,47
6 ALUMBRADO DE ZONAS VERDES	69.834,51
7 SEGURIDAD Y SALUD	1.708,26
Presupuesto de ejecución material	1.096.091,94
13% de gastos generales	142.491,95
6% de beneficio industrial	65.765,52
Suma	1.304.349,41
21% IVA	273.913,38
Presupuesto de ejecución por contrata	1.578.262,79

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS SETENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Meliana, septiembre de 2020
El Alumno

Ernesto Ros Rausell