

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



"DISEÑO Y CALCULO DE LAS
INSTALACIONES FOTOVOLTAICA Y DE
B.T. DE UNA VIVIENDA CONECTADA A
RED"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2022

AUTOR: Alberto Esteve Triguero

DIRECTOR/ES: Sergio Valero Verdú

| | |
|--|-----------|
| 1. MEMORIA | 10 |
| 1.1. EMPLAZAMIENTO..... | 10 |
| 1.2. TITULAR..... | 10 |
| 1.3. REGLAMENTACIÓN..... | 10 |
| 1.4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN..... | 11 |
| 1.5. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA..... | 11 |
| 1.6. POTENCIA TOTAL DE LA VIVIENDA..... | 15 |
| 1.7. POTENCIA CONTRATADA..... | 16 |
| 1.8. DIMENSIONADO DEL CAMPO GENERADOR..... | 21 |
| 2. INSATALACIÓN ELECTRICA B.T. | 26 |
| 2.1. INTRODUCCIÓN..... | 26 |
| 2.2. PREVISIÓN DE CARGAS..... | 26 |
| 2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EXTERIOR..... | 29 |
| 2.3.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA..... | 29 |
| 2.3.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... | 30 |
| 2.3.3. ACOMETIDA..... | 30 |
| 2.3.4. INSTALACIÓN DE ENLACE..... | 30 |
| 2.3.4.1. CPM..... | 31 |
| 2.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR..... | 36 |
| 2.4.1. MECANISMOS DE PROTECCIÓN..... | 36 |
| 2.4.2. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN..... | 38 |
| 2.4.3. SUBCUADRO 1 (PLANTA SUPERIOR)..... | 40 |
| 2.4.4. SUBCUADRO 2 (BARBACOA)..... | 40 |
| 2.4.5. SUBCUADRO 3 (PISCINA)..... | 41 |

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 2.4.6. | CIRCUITOS | 42 |
| 2.4.6.1. | CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN..... | 42 |
| 2.4.6.2. | CIRCUITOS DE TOMAS DE CORRIENTE..... | 43 |
| 2.4.6.3. | CIRCUITO DE COCINA Y HORNO | 43 |
| 2.4.6.4. | CIRCUITOS DE LAVADORA, LAVAVAJILLAS Y TERMO..... | 44 |
| 2.4.6.5. | CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE DE BAÑOS Y COCINA..... | 45 |
| 2.4.6.6. | CIRCUITO DE CLIMATIZACIÓN. | 46 |
| 2.4.6.7. | CIRCUITO DE PISCINA..... | 47 |
| 2.4.6.8. | CIRCUITO MOTORES PUERTAS. | 47 |
| 2.4.7. | ILUMINACIÓN. | 48 |
| 2.4.8. | MOTORES..... | 50 |
| 2.4.9. | CABLEADO..... | 50 |
| 2.4.10. | CAJAS DE REGISTRO Y ARQUETAS..... | 53 |
| 2.4.11. | CANALIZACIONES ENTERRADAS..... | 53 |
| 2.4.12. | CAÍDAS DE TENSIÓN..... | 55 |
| 2.4.13. | PUESTA A TIERRA. | 57 |
| 2.5. | DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN..... | 58 |
| 3. | INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. | 60 |
| 3.1. | ANÁLISIS DEL ENTORNO..... | 60 |
| 3.2. | POTENCIAL FOTOVOLTAICO EN ESPAÑA..... | 61 |
| 3.3. | DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA..... | 63 |
| 3.3.1. | JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA..... | 63 |
| 3.4. | DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA..... | 65 |
| 3.4.1. | MÓDULOS FOTOVOLTAICOS..... | 65 |

| | | |
|-----------|--|-----------|
| 3.4.2. | INVERSOR..... | 66 |
| 3.4.3. | CABLEADO..... | 67 |
| 3.4.4. | CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. | 69 |
| 3.4.5. | PROTECCIONES. | 70 |
| 3.4.6. | SMART POWER SENSOR..... | 70 |
| 3.4.7. | CAÍDA DE TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. | 71 |
| 3.4.8. | DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SOPORTE. | 72 |
| 3.4.9. | PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. | 76 |
| 4. | CALCULOS JUSTIFICATIVOS. | 78 |
| 4.1. | POTENCIA TOTAL DE LA VIVIENDA..... | 78 |
| 4.2. | BASES DE CÁLCULO. | 80 |
| 4.2.1. | INTENSIDAD ADMISIBLE..... | 80 |
| 4.2.2. | CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CIRCUITO..... | 81 |
| 4.2.3. | CAÍDA DE TENSIÓN. | 82 |
| 4.2.4. | VERIFICACIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN CONDICIONES REALES DE UTILIZACIÓN DEL CONDUCTOR. | 83 |
| 4.2.5. | SECCIÓN ECONÓMICA DEL CONDUCTOR. | 84 |
| 4.2.6. | CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO..... | 85 |
| 4.3. | INSTALACIÓN DE ENLACE..... | 85 |
| 4.3.1. | C.P.M. Y L.D.I..... | 85 |
| 4.4. | INSTALACIONES DE LA VIVIENDA. | 88 |
| 4.4.1. | PROTECCIONES GENERALES..... | 88 |
| 4.4.2. | DIMENSIONADO DE LOS CIRCUITOS DE LA VIVIENDA. | 91 |
| 4.4.3. | PUESTA A TIERRA. | 146 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 4.5. | CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. | 148 |
| 4.5.1. | NECESIDADES ELÉCTRICAS DE LA VIVIENDA. | 148 |
| 4.5.2. | ORIENTACIÓN DE LOS PANELES SOLARES. | 148 |
| 4.5.3. | DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA. | 148 |
| 4.5.3.1. | SOLUCIÓN ADOPTADA. | 149 |
| 4.5.3.2. | DIMENSIONADO ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN. | 149 |
| 4.5.4. | MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA. | 152 |
| 4.5.5. | Intensidad de la instalación. | 153 |
| 4.5.6. | SECCIONES DE LOS CONDUCTORES. | 154 |
| 4.5.7. | CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CABLEADO. | 155 |
| 4.5.7.1. | SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES. | 160 |
| 4.5.8. | PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES. | 161 |
| 4.5.9. | PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES. | 162 |
| 4.5.10. | AISLAMIENTO Y PUESTA A TIERRA. | 162 |
| 4.5.10.1. | PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN. | 162 |
| 4.5.10.2. | PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA. | 163 |
| 4.5.10.3. | SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA. | 164 |
| 4.5.11. | PROTECCIÓN DEL INVERSOR Y LOS CIRCUITOS DE UTILIZACIÓN. | 164 |
| 4.5.12. | DIMENSIONAMIENTO DE DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN. | 165 |
| 4.5.12.1. | PROTECCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO. | 165 |
| 5. | PLIEGO DE CONDICIONES. | 167 |
| 5.1. | CONDICIONES GENERALES. | 167 |
| 5.2. | CARACTERÍSTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA. | 167 |
| 5.3. | CALIDAD DE LOS MATERIALES. | 167 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.3.1. | CONDUCTORES ELÉCTRICOS. | 168 |
| 5.3.2. | CONDUCTORES DE PROTECCIÓN. | 169 |
| 5.3.3. | IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES..... | 170 |
| 5.3.4. | TUBOS DE PROTECCIÓN | 170 |
| 5.3.5. | CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN. | 176 |
| 5.3.6. | APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA. | 177 |
| 5.3.7. | APARATOS DE PROTECCIÓN. | 177 |
| 5.4. | CONDICIONES TECNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIÓN ELECTRICA EN B.T. | 178 |
| 5.4.1. | DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN. | 178 |
| 5.4.2. | APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA. | 178 |
| 5.4.3. | CONEXIONADO DE INTERRUPTORES. | 178 |
| 5.4.4. | TOMAS DE CORRIENTE..... | 179 |
| 5.4.5. | CANALIZACIONES. | 179 |
| 5.4.6. | CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN. | 180 |
| 5.5. | CONDICIONES TECNICAS PARA LA EJECUCION Y MONTAJE DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA. | 181 |
| 5.5.1. | ESTRUCTURA DE SOPORTE. | 181 |
| 5.5.2. | INVERSOR..... | 182 |
| 5.5.3. | CONDUCTORES. | 183 |
| 5.5.4. | CONEXIONES. | 183 |
| 5.5.5. | PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS. | 184 |
| 5.6. | PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS. | 185 |
| 5.7. | CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN. | 186 |

| | | |
|-----------|--|------------|
| 5.8. | LIBRO DE ORDENES. | 186 |
| 6. | PRESUPUESTOS | 187 |
| 6.1. | INTRODUCCIÓN..... | 187 |
| 6.2. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN CIRCUITOS VIVIENDAS B.T..... | 187 |
| 6.3. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN CUADROS VIVIENDA B.T..... | 189 |
| 6.4. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN VIVIENDA..... | 191 |
| 6.5. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN MECANISMOS VIVIENDA..... | 193 |
| 6.6. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN VIVIENDA..... | 194 |
| 6.7. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN CPM..... | 195 |
| 6.8. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN ZANJAS. | 195 |
| 6.9. | PRESUPUESTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA..... | 196 |
| 6.10. | RESUPUESTO TOTAL..... | 197 |
| 7. | ANEXOS | 198 |
| 7.1. | ANEXO PROGRAMA PVGIS | 198 |
| 7.1.1. | INTRODUCCIÓN..... | 198 |
| 7.1.2. | CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA CON PVGIS..... | 198 |
| 7.1.3. | CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA MENSUAL..... | 201 |
| 7.1.4. | CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO INSTALADA..... | 203 |
| 7.2.1. | INTRODUCCIÓN..... | 205 |
| 7.2.2. | EXPLICACIÓN DEL MANEJO DEL PROGRMA PVSYSY..... | 205 |
| 7.2.2.1. | PROGRAMA PVSYSY..... | 205 |
| 7.2.2.2. | USO DEL PROGRAMA (INTRODUCCIÓN DE DATOS). | 206 |
| 7.2.3. | DATOS DE PERDIDAS APLICADAS PVSYSY..... | 215 |
| 7.2.4. | EXPLICACIÓN DE LOS APARTADOS DEL INFORME PVSIS. | 218 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 7.2.5. | ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS. | 225 |
| 7.2.6. | CONTRASTE DE DATOS PVGIS – PVSIS | 225 |
| 7.2.7. | CONCLUSIÓN..... | 228 |
| 7.2.8. | AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | 229 |
| 7.3. | ANEXOS PLANOS | 232 |
| 7.3.1. | PLANO SITUACIÓN | 232 |
| 7.3.2. | PLANO EMPLAZAMIENTO | 232 |
| 7.3.3. | PLANO EXTERIOR | 232 |
| 7.3.4. | PLANO INSTALACIONES ENLACE RED Y FOTOVOLTAICA..... | 232 |
| 7.3.5. | PLANO INSTALACIONES EXTERIORES | 232 |
| 7.3.6. | PLANO DETALLE PLANTA BAJA..... | 232 |
| 7.3.7. | PLANO DETALLE PLANTA SUPERIOR | 232 |
| 7.3.8. | PLANO MOBILIARIO PLANTA BAJA..... | 232 |
| 7.3.9. | PLANO MOBILIARIO PLANTA SUPERIOR | 232 |
| 7.3.10. | PLANO ILUMINACIÓN PLANTA BAJA..... | 232 |
| 7.3.11. | PLANO ILUMINACIÓN PLANTA SUPERIOR | 232 |
| 7.3.12. | PLANO TOMAS DE CORRIENTE PLANTA BAJA..... | 232 |
| 7.3.13. | PLANO TOMAS DE CORRIENTE PLANTA SUPERIOR | 232 |
| 7.3.14. | PLANO MECANISMOS PLANTA BAJA | 232 |
| 7.3.15. | PLANO MECANISMOS PLANTA SUPERIOR | 232 |
| 7.3.16. | PLANO MECANISMOS DE EXTERIOR | 232 |
| 7.3.17. | PLANO CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA..... | 232 |
| 7.3.18. | PLANO CLIMATIZACIÓN PLANTA SUPERIOR | 232 |
| 7.3.19. | ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN | 232 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 7.3.20. | ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO PLANTA SUPERIOR | 232 |
| 7.3.21. | ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO BARBACOA | 232 |
| 7.3.22. | ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO PISCINA | 232 |
| 7.3.23. | ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA..... | 232 |
| 7.3.24. | PLANO RED EQUIPOTENCIAL | 232 |
| 7.3.25. | CONEXIÓN DE CONDUCTORES A ESTRUCTURAS METÁLICAS..... | 232 |
| 7.3.26. | PLANO PUESTA A TIERRA | 232 |
| 7.3.27. | PLANO ZANJAS..... | 232 |
| 7.3.28. | SECCIÓN TRANSVERSAL ZANJAS | 232 |
| 7.3.29. | PLANO DISTANCIAS MECANISMOS INTERIORES..... | 232 |
| 7.3.30. | PLANO EMPLAZAMIENTO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS..... | 232 |
| 7.4. | ANEXOS FICHAS TÉCNICAS | 233 |
| 7.4.1. | FICHA TÉCNICA CPM | 233 |
| 7.4.2. | FICHA TÉCNICA MODULO FOTOVOLTAICO | 233 |
| 7.4.3. | FICHA TÉCNICA INVERSOR | 233 |
| 7.4.4. | FICHA TÉCNICA <i>SMART POWER SENSOR DTSU666-H</i> | 233 |
| 7.5. | INFORME DE SIMULACIÓN PVSYSY | 233 |

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto es el diseño de la instalación eléctrica y fotovoltaica, para abastecimiento de una vivienda unifamiliar situada en el entorno rural de Elche (Alicante).

La vivienda está constituida por dos plantas, una zona externa a la vivienda y un espacio exterior. La meta es lograr una instalación general encargada de cubrir las necesidades energéticas que el alojamiento reclame de la forma más eficiente posible.

En este proyecto se ha realizado el diseño y dimensionado de la instalación eléctrica y de la conexión a red con suministro a un único usuario. La instalación tendrá apoyo de energía solar fotovoltaica, por tanto, se diseñará una instalación de energía solar que abastecerán eléctricamente la vivienda unifamiliar.

El propósito del proyecto pretende mostrar los conocimientos aprendidos durante todos los años de carrera, como conclusión de la titulación de Ingeniería Eléctrica.

Para la realización de este proyecto, se han utilizado, como apoyo, las herramientas de PVGIS y AutoCad. Además, de las fichas técnicas de los materiales y el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT, y las Instrucciones Técnicas Complementarias, ITC.

En conclusión, podemos decir que realizar una inversión en una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo, en la ubicación seleccionada, conlleva beneficios no solo económicos sino medioambientales, ya que se reducen las emisiones de CO₂.

PALABRAS CLAVES

Baja Tensión

Fotovoltaica

PVsys

Autoconsumo

Diseño

1. MEMORIA

1.1. EMPLAZAMIENTO.

La Parcela en la cual se va a levantar la edificación para la cual se está creando este proyecto, está situada en la pedanía de Jubalcoi en el polígono 3 N° 2, perteneciente al termino municipal de Elche (Alicante).

1.2. TITULAR

- NOMBRE: Alberto Esteve Triguero
- NIF: 74381538A
- Dirección: Avda. de las rosas N°2, Elche (03296)
- Teléfono: 965692473

1.3. REGLAMENTACIÓN.

Las leyes y normativas en las cuales se basa este proyecto son las siguientes:

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector eléctrico (BOE no 285 de 28/11/1977).
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE no 126, de 26/05/2007).
- Real decreto 1995/200 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.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) aprobado por el Real Decreto 842/2002 el 2 de agosto y publicado en el BOE n. ° 224 de 18 de septiembre de 2002 de conformidad con el Consejo de Estado.

- Normas UNE de referencia utilizadas en el REBT.
- Directiva de Baja Tensión (72/23/CEE) y la Directiva de compatibilidad electromagnética (89/336/CEE).
- Disposiciones de la administración autonómica y local.
- Normas internas de la compañía suministradora de electricidad.

1.4. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La instalación por proyectar se encuentra en situada en la localidad de Elche, en la provincia de alicante (España).

Las concreciones sobre su ubicación se encuentran en el anexo 7.3, planos, en los planos 1 y 2.

1.5. DESCRIPCIÓN DE LA VIVIENDA.

La vivienda unifamiliar de nueva construcción se ejecutará en una parcela de 2578m² y dispondremos de una superficie construida de 536m² y una superficie útil de 463m² el resto serán zonas exteriores y el recinto de la piscina.

La parcela constará de la siguiente distribución:

Zona exterior.

Esta zona es la destinada a jardín, zonas de paso y zonas verdes, estará vejada en su totalidad y contará con dos entradas, una peatonal y otra para vehículos.

todo ello contara con una superficie de 2097m².

Recinto piscina.

Esta zona es la destinada al emplazamiento de la piscina, zonas de paso y una pequeña caseta donde se situará la aparata para el funcionamiento y mantenimiento de la piscina.

Todo ello contara con una superficie construida de 125m².

A continuación, se detallarán los metros útiles de esta parte de la vivienda.

| SUPERFICIE RECINTO PISCINA | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Estancia | Superficie (m²) |
| Piscina | 32 |
| Zona de paso | 74 |
| Cuarto depuradora | 4,6 |
| Total, metros útiles | 110,6 |

TABLA 1.1 SUPERFICIE RECINTO PISCINA

Zona Barbacoa y Garaje.

Esta es una construcción colindante al recinto de la piscina la cual está distribuida en 4 partes compuestas por un salón barbacoa, un pequeño almacén, un baño, y un garaje con capacidad para dos vehículos.

Todo ello contara con una superficie construida de 120m².

A continuación, se detallarán los metros útiles de esta parte de la vivienda.

| SUPERFICIE ZONA BARBACOA | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| Estancia | Superficie (m²) |
| Barbacoa | 43 |
| Almacén | 7 |
| Baño | 9 |
| Garaje | 42 |
| Total, metros útiles | 101 |

TABLA.1.2 SUPERFICIE ZONA BARBACOA

Planta baja.

Esta es una construcción colindante al recinto de la piscina la cual está distribuida en 13 partes compuestas por un patio, una galería, dos baños, una cocina-comedor, un recibidor, dos pasillos, una despensa, un salón, un cuarto, una oficina y un porche, todo ello contara con una superficie construida de 236m².

A continuación, se detallarán los metros útiles de esta parte de la vivienda.

| SUPERFICIE PLANTA BAJA | |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Estancia | Superficie (m²) |
| Patio | 27,5 |
| Galería | 7,7 |
| Baño Patio | 8,7 |
| Cocina-Comedor | 41,8 |
| Baño P. Baja | 5,4 |
| Recibidor | 24 |
| Pasillo 1 | 5,7 |
| Pasillo 2 | 7,5 |
| Despensa | 4 |
| Cuarto P. Baja | 12,6 |
| Oficina | 10,8 |
| Porche | 35 |
| Total, metros útiles | 202 |

TABLA 1.3 SUPERFICIE PLANTA BAJA

Planta Superior.

Esta construcción está situada sobre la planta baja y se accede a ella mediante el patio y mediante el recibidor de la planta baja, está distribuida en nueve partes compuestas por un pasillo-balcón que da al patio el cual dispone de una trampilla con la que se puede acceder al tejado con una escalera de mano, un trastero, tres cuartos, una habitación de matrimonio, un recibidor, un baño y un escobero, todo ello contara con una superficie construida de 180m².

A continuación, se detallarán los metros útiles de esta parte de la vivienda.

| SUPERFICIE PLANTA SUPERIOR | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Estancia | Superficie (m²) |
| Pasillo-balcón | 15 |
| Trastero | 18 |
| Baño P. superior | 13 |
| Cuarto 1 | 18 |
| Cuarto 2 | 18,3 |
| Cuarto 3 | 19,5 |
| Dormitorio principal | 26 |
| Pasillo superior | 12,7 |
| Recibidor | 15,8 |
| Escobero | 3,7 |
| Total, metros útiles | 160 |

TABLA 1.4 SUPERFICIE PLANTA SUPERIOR

Tejado.

Tendremos 2 tejados, el situado sobre la zona de barbacoa y garaje el cual será totalmente llano y el situado sobre la planta superior de la vivienda, el cual dispone de una parte llana y dos partes pronunciadas con caída de agua, será sobre la cara pronunciada que mira al sur donde se instalarán los paneles fotovoltaicos.

Todo ello contara con una superficie construida de 300m², aunque no podremos usar la totalidad de este para nuestra instalación fotovoltaica.

A continuación, se detallarán los metros útiles de cada parte del tejado.

| SUPERFICIE TEJADO BARBACOA | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Estancia | Superficie (m²) |
| Tejado Barbacoa- garaje | 120 |
| Total, metros útiles | 120 |

TABLA 1.5 SUPERFICIE TEJADO BARBACOA

| SUPERFICIE TEJADO VIVIENDA | |
|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Estancia | Superficie (m²) |
| Zona llana | 28 |
| Zona pendiente Norte | 74 |
| Zona pendiente Sur | 74 |
| Total, metros útiles | 74 |

TABLA 1.6 SUPERFICIE TEJADO VIVIENDA

Únicamente utilizaremos para nuestra instalación fotovoltaica los 74m² de la cara sur del tejado situado sobre la zona de vivienda, como se puede apreciar en el plano N°30 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

1.6. POTENCIA TOTAL DE LA VIVIENDA.

Con el objetivo de saber la necesidad de energía eléctrica de nuestra vivienda se ha realizado un estudio de previsión de cargas.

En el estudio de la previsión de cargas, se han tenido en cuenta, el consumo de las cargas, su factor de utilización y su factor de simultaneidad. El valor de estos factores, en algunos circuitos, está estipulado en la ITC-BT-25. Debido a que nuestra vivienda sobrepasa los 160 m², consta de una preinstalación de sistema de aire acondicionado, se considerará como una vivienda de grado de electrificación elevado.

La potencia total prevista asciende a 41,16 kW, sin embargo, según las necesidades de los usuarios de la vivienda, **la potencia a contratar será de 16,5 kW**, como se aclara a continuación, en el apartado 1.7.

1.7. POTENCIA CONTRATADA

Curva de consumo

Para calcular la curva prevista de consumo, necesaria para hacer una estimación de la potencia que necesita nuestra instalación fotovoltaica y la que hemos de contratar de red, se ha estimado la potencia que demandara la vivienda en cada hora del día, utilizando para ello, la estimación del consumo en meses estivales ya que por las condiciones climáticas de la zona donde se ubica la vivienda, el consumo será mayor que en los meses de invierno, pues se ha tenido en cuenta los aparatos de aire acondicionado y todos los circuitos correspondientes a la alimentación del recinto de la piscina los cuales no se utilizaran en invierno.

En la siguiente tabla se muestra durante cada hora del día, el circuito que entrara en funcionamiento y la potencia total demandada por la vivienda en cada hora.

Debido a la gran cantidad de estancias de la vivienda y teniendo en cuenta que hay varias zonas a las que se les da el mismo uso, se han omitido algunos circuitos mientras que se han tenido en cuenta sus homólogos, ya que los no considerados consumirán una potencia menor a los que hemos plasmado en la tabla para el cálculo de la potencia prevista.

| Horas/Dia | Circuitos en uso | Potencia prevista de consumo (W) |
|------------------|-------------------------|---|
| 0:00 | C1, C2, C10, C15.4 | 5.970,50 |
| 1:00 | C10, C14.1, C15.4 | 3.150,50 |
| 2:00 | C10, C15.2, C15.4 | 3.350,50 |
| 3:00 | C10, C15.2, C15.4 | 3.350,50 |
| 4:00 | C10, C15.2, C15.4 | 3.350,50 |
| 5:00 | C2, C10, C15.2 | 4.370,00 |
| 6:00 | C6, C10, C14.1, C14.3 | 5.515,50 |

| | | |
|-------|--|-----------|
| 7:00 | C7, C10, C14.1, C14,3 | 7.947,75 |
| 8:00 | C7, C12, C13, C14.2, C15,2 | 8.281,10 |
| 9:00 | C1, C2, C4, C5, C12, C13, C14.2 | 10.176,60 |
| 10:00 | C2, C4, C5, C11, C12, C13, C14.2, C15.2, C15.6 | 10.394,60 |
| 11:00 | C2, C4, C5, C9, C12, C13, C14.2, C15.2, C15.6, C16.3 | 10.844,60 |
| 12:00 | C2, C6, C7, C9, C11, C12, C13, C15.6, C16.3 | 13.030,85 |
| 13:00 | C2, C3, C6, C8, C11, C12, C13, C15.2, C15.6 | 13.704,85 |
| 14:00 | C2, C7, C8, C11, C12, C13, C15.2, C15.6, C16.2, C16.3, | 12.709,60 |
| 15:00 | C2, C7, C11, C12, C13, C15.2, C15.6, C16.2, C16.3, | 10.879,10 |
| 16:00 | C2, C5, C8, C11, C12, C13, C15.5, C15.6 | 10.460,35 |
| 17:00 | C2, C7, C11, C12, C13, C15.6, C16.2, C16.3 | 9.854,10 |
| 18:00 | C2, C8, C11, C12, C13, C14.3, C15.6, C16.3 | 9.079,85 |
| 19:00 | C2, C6, C7, C8, C9, C11, C12, C13, C14.3, C15.6 | 8.629,85 |
| 20:00 | C2, C8, C9, C11, C12, C13, C14.3, C16.1 | 9.653,35 |
| 21:00 | C1, C2, C3, C10, C14.3, C15.6 | 11.445,75 |
| 22:00 | C1, C2, C3, C6, C10 | 10.677,75 |
| 23:00 | C2, C10, C12, C13, C14.1, C14,4, C14.5, C15.2, C16.2 | 9.726,10 |

TABLA 1.7. CONSUMO HORARIO DE LA VIVIENDA

Para ilustrar de una manera más grafica los picos de consumo, representaremos estos valores en el siguiente grafico:



ILUSTRACIÓN 1.1. CONSUMO HORARIO DE LA VIVIENDA

Partiendo de las condiciones de que nuestra instalación fotovoltaica no producirá energía entre las 22:00h y las 07:00h y que en los tramos horarios diarios de 08:00h a 10:00h y de 19:00h a 21:00h la producción se considera del 50%, nos encontramos con 3 escenarios distintos según se representa en la gráfica.

Nuestro primer pico de consumo ocurre a las 8 de la mañana, donde la potencia consumida por la vivienda será de 8,28kw/h. En este punto, nuestra instalación fotovoltaica estará al 50% de producción, por ello hemos de prever que tendremos consumo de red.

Nuestro segundo pico en las primeras horas de la tarde corresponde a en las 13:00 donde consumiremos una potencia de 13,7kw/h. Durante estas horas, podremos consumir la potencia demandada con nuestra instalación fotovoltaica pues aquí estará produciendo al 100 % siempre y cuando las condiciones climáticas sean propicias.

Nuestro tercer pico en las horas nocturnas se produce a las 21:00 donde nuestros consumos serán más elevados, concretamente 11,44kw/h.

Hemos de tener en cuenta que en estas horas consumiremos directamente de red, por tanto, este será el rango de potencia que hemos de someter a estudio para calcular la potencia a contratar.

Potencia para contratar

Cuando se trata de contratar el suministro de electricidad con la compañía eléctrica suministradora, es muy importante saber la potencia que realmente se necesita, ya que en el recibo de la luz se abonará una cantidad fija según los kW contratados.

Para calcular esa potencia necesaria se tienen en cuenta las potencias de los circuitos eléctricos utilizando un factor de simultaneidad.

El resultado obtenido indica que el tramo horario de mayor consumo se tiene a las 13:00 h con un máximo de 13,7kw/h. Este será el mayor consumo que tendremos directamente de red en el caso de que un día se encuentre la instalación fotovoltaica fuera de servicio, ya que las instalaciones fotovoltaicas presentan la necesidad de un mantenimiento, y en algunas ocasiones será necesario aislar eléctricamente la instalación desconectándola por completo.

Por tanto, se tiene en cuenta un margen de seguridad de un 20% para prever las posibles ampliaciones eléctricas y posibles conexiones de nuevos aparatos eléctricos que se produzcan en un futuro cercano, previo acuerdo con el cliente.

$$13,7 \cdot 1,20 = 16,44\text{kW}$$

A continuación, indicamos cuáles son los tramos de potencia eléctrica definidos por el Gobierno de España. Estas potencias normalizadas aparecen en el BOE (Boletín Oficial del Estado).

| ICP | Monofásica | Trifásica |
|-------|------------|-----------|
| 5.0 A | 1.15 kW | 3.464 kW |
| 7.5 A | 1.72 kW | 5.196 kW |
| 10 A | 2.3 kW | 6.928 kW |
| 15 A | 3.45 kW | 10.392 kW |
| 20 A | 4.6 kW | 13.856 kW |
| 25 A | 5.75 kW | 17.321 kW |
| 30 A | 6.9 kW | 20.785 kW |
| 35 A | 8.05 kW | 24.249 kW |
| 40 A | 9.2 kW | 27.713 kW |
| 45 A | 10.35 kW | 31.177 kW |
| 50 A | 11.5 kW | 34.641 kW |
| 63 A | 14.49 kW | 43.684 kW |

TABLA 1.8. POTENCIAS NORMALIZADAS

Desde octubre 2018 todas las potencias, tanto de instalación monofásica como trifásica, podrán contratarse por tramos múltiplos de 0,1 kW, no siendo necesario ajustar la potencia contratada a las encontradas en esta tabla.

Por todo ello, la potencia elegida a contratar es trifásica de 16,5 kW.

1.8. DIMENSIONADO DEL CAMPO GENERADOR

Para dimensionar el campo generador, en primer lugar, ayudándonos de PVGIS obtenemos los datos de radiación solar para Elche (zona de nuestra instalación) introduciendo las coordenadas correspondientes a nuestra zona como queda detallado en el anexo 7.1. del presente proyecto.

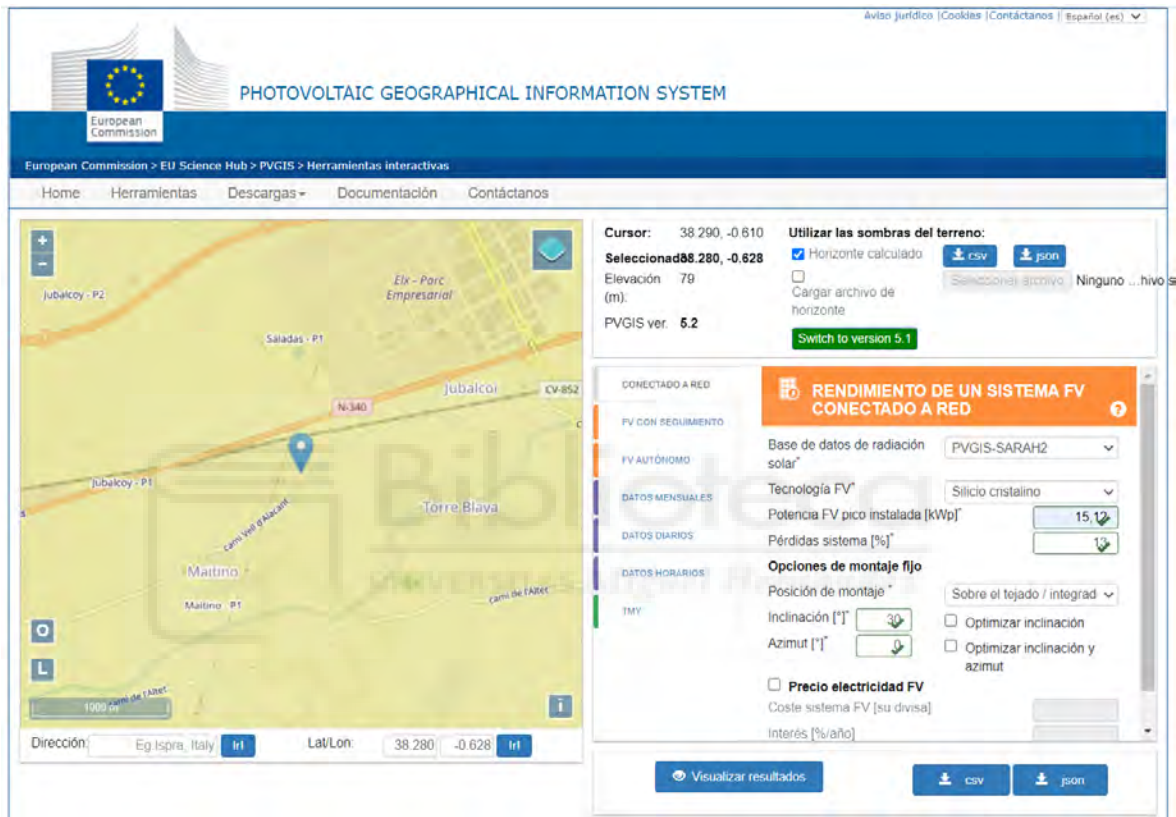


ILUSTRACIÓN 1.2. BASE DATOS PVGIS

Se ha seleccionado base datos de PVGIS y se ha descargado la base de datos meteorológica correspondiente a esta zona.

Se aplica un criterio para contabilizar únicamente las horas a lo largo de todo un año, en las que la irradiancia sea igual o supere los 500 w/m^2

Pues consideramos que toda producción por debajo de este valor es prácticamente despreciable.

| MES | Irradiancia promedio | Horas irradiancia mes | DIAS | HSP |
|------------------------|----------------------|-----------------------|------|--------------------|
| Enero | 680,5 | 151 | 31 | 4,870967742 |
| Febrero | 788,75 | 137 | 28 | 4,892857143 |
| Marzo | 814,31 | 171 | 31 | 5,516129032 |
| Abril | 848,86 | 197 | 30 | 6,566666667 |
| Mayo | 838,22 | 211 | 31 | 6,806451613 |
| Junio | 814 | 228 | 30 | 7,6 |
| Julio | 815,16 | 229 | 31 | 7,387096774 |
| Agosto | 827,98 | 223 | 31 | 7,193548387 |
| Septiembre | 828,5 | 197 | 30 | 6,566666667 |
| Octubre | 775,86 | 165 | 31 | 5,322580645 |
| Noviembre | 723,77 | 147 | 30 | 4,9 |
| Diciembre | 734,73 | 143 | 31 | 4,612903226 |
| TOTAL, PROMEDIO | 790,8866667 | 183,25 | | 6,019655658 |

TABLA 1.9. HPS MENSUALES

Donde

Irradiancia promedio: Se refiere al promedio de irradiancia dentro de las horas en las que la irradiancia es superior a 500 w/m^2

Horas de irradiancia al mes: Se refiere al promedio de horas en que la irradiancia es superior a 500 w/m^2

Días: número de días de los que se compone un mes.

HPS: “Horas solar Pico” promedio de horas mensuales en las que se ha superado la irradiancia de 500 w/m^2 , por tanto, son consideradas las más aprovechables a lo largo del día.

Finalmente, se han obtenido un total de 2204 HSP a lo largo del año lo que nos da una media diaria de 6,02 HSP

Una vez calculadas las horas solar pico promedio de la ubicación y teniendo en cuenta el consumo diario promedio de la vivienda, calculamos la potencia fotovoltaica teórica a instalar.

$$\text{POTENCIA FOTOVOLTAICA} = \frac{\text{CONSUMO DIARIO}}{\text{HSP Promedio}} = \frac{206554\text{w}}{6,02} = 34311\text{w} = 34,31\text{kw}$$

Aplicaremos ahora un factor de autoconsumo, que será la parte de la demanda total que queremos que sea cubierta por nuestra instalación fotovoltaica, este factor de autoconsumo será de 0,44.

$$\text{Factor de Autoconsumo (FA)} = 0,44$$

$$\text{P. Necesaria Generador} = P. \text{ fotovoltaica} \cdot \text{FA} = 34311,32 \cdot 0,44 = \mathbf{15,097\text{kw}}$$

Tras aplicar nuestro FA, tenemos clara la potencia necesaria que hemos de instalar a modo de paneles fotovoltaicos.

Los módulos seleccionados son Haitai 540w, como se puede apreciar, tras los cálculos realizados con el programa PVsys en el anexo 7.1, finalmente se han seleccionado un total de 28 módulos, repartidos en dos ramas de 14 módulos cada una contando con un inversor por rama.

De forma que se instalara la siguiente potencia pico:

$$\text{Potencia Pico Instalada: } P \text{ modulo fotovoltaico} \times \text{N}^\circ \text{ módulos fotovoltaicos} = 540\text{wp} \cdot 28 \\ = 15120\text{Wp} = \mathbf{15,12\text{kw}}$$

1.8.1. COMPARATIVA ENTRE SIMULACIONES.

Como está detallado en el anexo 7.1. del presente proyecto, tras realizar la simulación con PVGIS para calcular las condiciones de nuestra instalación en la zona y PVSYS para calcular las características del conjunto de nuestra instalación, aun así, para comprobar que los dos programas recopilan datos de forma similar, se comparan las características comunes de ambas simulaciones.

Se aprecia que para una potencia pico instalada de 15,12kwp se obtienen los siguientes datos:

| | POTENCIA PICO INSTALADA (kwp) | IRRADIACIÓN ANUAL (kwh/m ²) | PRODUCCIÓN ANUAL FV (kw/h) | PERDIDAS TOTALES (%) |
|-------|----------------------------------|--|-------------------------------|-------------------------|
| PVGIS | 15,12 | 2168,48 | 24583,2 | 25,02 |
| PVSYS | 15,12 | 1993 | 24540 | 20,36 |

TABLA 1.10 COMPARATIVA PVGIS-PVSIS

Vamos a comentar la diferencia entre estas dos simulaciones:

Irradiación anual

Podemos apreciar que es practicante igual en las dos simulaciones, la variación es debida a que en cada programa se ha utilizado una base de datos meteorológica distinta.

Producción anual

Podemos apreciar que es practicante igual en las dos simulaciones, la variación es debida a que en cada programa se ha utilizado una base de datos meteorológica distinta.

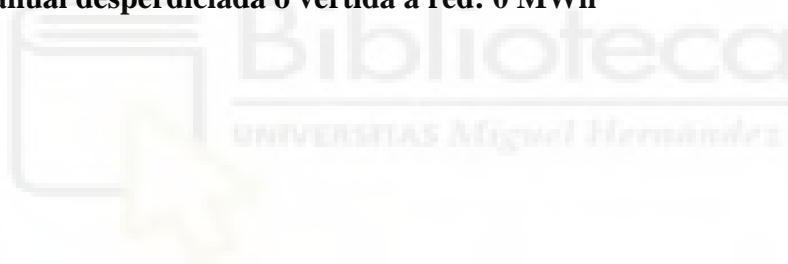
Pérdidas totales

Podemos apreciar que hay una diferencia de un 5% de perdidas, el motivo es que PVGIS, utiliza valores estándar para calcular las perdidas mientras que PVSIS utiliza valores concretos cedidos por el fabricante de los elementos, con lo cual se puede afinar más las perdidas.

CONCLUSIÓN

Tras todos los cálculos realizados, comparando ambas simulaciones detalladas en el anexo 7.1. y escogiendo los datos de PVSIS, nuestra instalación fotovoltaica quedara de la siguiente manera:

- ❖ **Angulo de inclinación de los módulos: 30°**
- ❖ **Numero de inversores: 2 (uno por cadena)**
- ❖ **Numero de cadenas: 2**
- ❖ **Numero de módulos por cadena: 14**
- ❖ **Número total de módulos: 28**
- ❖ **Modelo de inversor: (HUAWEI 6,0kw 140-980V TL 50/60HZ SUN 2000 6KTL M1)**
- ❖ **Modelo de módulos: (HAITAI 540wp 35V SI-Mono HTM 540 MH5-72)**
- ❖ **Potencia instalada: 15,12kWp**
- ❖ **Potencia nominal: 11,15 kWh**
- ❖ **Energía anual que toma el usuario de red: 50,86 MWh**
- ❖ **Energía anual de la instalación fotovoltaica: 24,54 MWh**
- ❖ **Energía anual desperdiciada o vertida a red: 0 MWh**



2. INSATALACIÓN ELECTRICA B.T.

2.1. INTRODUCCIÓN

La instalación eléctrica de la vivienda satisface las necesidades requeridas por el usuario cumpliendo a su vez con la normativa aplicada a nivel territorial impuesta por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión versión del año 2021 y las Normas Técnicas Particulares de la compañía suministradora.

2.2. PREVISIÓN DE CARGAS.

Con el objetivo de conocer la demanda de energía eléctrica de nuestra vivienda se ha realizado un estudio de previsión de cargas.

En el estudio de la previsión de cargas, se han tenido en cuenta, el consumo de las cargas, su factor de utilización y su factor de simultaneidad. El valor de estos factores, en algunos circuitos, está estipulado en la ITC-BT-25. Debido a que nuestra vivienda sobrepasa los 160 m² y consta de una preinstalación de sistema de aire acondicionado se considerará como una vivienda de grado de electrificación elevado.

La potencia total prevista asciende a 41,16 kW, sin embargo, según las necesidades de los usuarios de la vivienda, la potencia a contratar será de 16,5 kW.

La confección de los circuitos de nuestra casa se ha basado en lo estipulado en la ITC-25 en lo que se refiere a puntos de utilización, secciones mínimas de los conductores, protecciones magnetotérmicas, diámetro de los tubos, etc. Debido a las características de nuestra vivienda se han añadido circuitos adicionales a los establecidos en dicha instrucción técnica.

La alimentación de los diferentes circuitos se ha realizado, de manera que, las potencias de las tres fases queden de la manera más equilibrada posible. La potencia prevista en cada fase se representa en la tabla 2.1, la cual se muestra a continuación.

| FASES | POTENCIA POR FASE (W) | KW |
|--------------|-----------------------|-----------------|
| R | 13633,25 | 13,63 |
| S | 13822,25 | 13,82 |
| T | 13697,1 | 13,70 |
| TOTAL | 41152,6 | 41,16 kW |

TABLA 2.1. EQUILIBRADO DE FASES

En la siguiente tabla podemos ver los circuitos que componen los diferentes cuadros, la potencia instalada en cada circuito, y la potencia prevista en cada uno de ellos, una vez aplicados los factores de simultaneidad y utilización. Además, se muestra que fase alimenta cada uno de los circuitos. Una vez obtenidas las potencias previstas para cada uno de los circuitos, las sumamos para obtener la potencia prevista total de nuestra vivienda.

| CIRCUITOS | POTENCIA INSTALADA (W) | FS | FU | POTENCIA PREVISTA (W) | FASE |
|--------------------------------------|------------------------|------|------|-----------------------|------|
| CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION | | | | | |
| C1: Iluminación. | 4200 | 0.75 | 0.5 | 1575 | R |
| C2: Tomas de corriente 1 | 41400 | 0.2 | 0.25 | 2070 | S |
| C3: Cocina y horno. | 10800 | 0.5 | 0.75 | 4050 | T |
| C4: Lavadora | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | R |
| C5: Lavavajillas | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | S |
| C6: Termo | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | T |
| C7: Tomas Baño y cocina. | 20700 | 0.4 | 0.5 | 4140 | R |
| C8: Aire Acondicionado Comedor | 5230 | 0.7 | 0.5 | 1830,5 | S |
| C9: Aire Acond. Salón y oficina | 4690 | 0.7 | 0.5 | 1641,5 | S |
| C10: Iluminación exterior. | 3400 | 0.75 | 0.5 | 1275 | R |
| C11: Tomas de corriente 2. | 41400 | 0.2 | 0.25 | 2070 | T |
| C12: Videoportero | 160 | 0.9 | 0.6 | 86,4 | T |
| C13: Motor puerta corredera | 180 | 0.9 | 0.6 | 97,2 | T |
| C14: Alimentación Subcuadro superior | - | - | - | 13215,25 | RST |

| | | | | | |
|---|-------|------|------|---------|-----|
| C15: Alimentación Subcuadro barbacoa | - | - | - | 6758,5 | RST |
| C16: Alimentación Subcuadro piscina | - | - | - | 772,5 | RST |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN SUPERIOR | | | | | |
| C14.1: Iluminación. | 2200 | 0.75 | 0.5 | 825 | S |
| C14.2: Tomas de corriente. | 58650 | 0.2 | 0.25 | 2932,5 | R |
| C14.3: Termo. | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | T |
| C14.4: Baño Superior. | 6900 | 0.4 | 0.5 | 1380 | S |
| C14.5: Climatización. | 13000 | 0.7 | 0.7 | 6370 | S |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN BARBACOA | | | | | |
| C15.1: Iluminación. | 1000 | 0.75 | 0.5 | 375 | S |
| C15.2: Tomas de corriente. | 20700 | 0.2 | 0.25 | 1025 | S |
| C15.3: Tomas Baño y cocina. | 13800 | 0.4 | 0.5 | 2760 | T |
| C15.4: Iluminación Recinto piscina. | 1400 | 0.75 | 0.5 | 1050,5 | T |
| C15.5: Aire Acondicionado | 5230 | 0.7 | 0.5 | 1830,5 | R |
| C15.6: Motores puerta cochera | 1600 | 0.8 | 0.6 | 768 | T |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN PISCINA | | | | | |
| C16.1. iluminación | 400 | 0.75 | 0.5 | 150 | S |
| C16.2. Tomas de corriente. | 3450 | 0.2 | 0.25 | 172,5 | T |
| C16.3. Subcuadro depuradora | 750 | 1 | 0.6 | 450 | R |

TABLA 2.2. CIRCUITOS B.T. DE LA VIVIENDA

A continuación, se detalla la potencia correspondiente a cada cuadro y Subcuadro.

| CUADROS DE MANDO Y PROTECCION | W | KW |
|--|----------|-----------|
| POTENCIA TOTAL | 41152,6 | 41,16 |
| CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION | 23958,85 | 23,96 |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN SUPERIOR | 9662,75 | 9,67 |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN BARBACOA | 6758,5 | 6,76 |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN PISCINA | 772,5 | 0,77 |

TABLA 2.3. CUADROS DE MANDO Y PROTECCIÓN DE LA VIVIENDA

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA EXTERIOR.

2.3.1. SUMINISTRO DE ENERGÍA.

Empresa suministradora:

La empresa suministradora será IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A

Tipo y características del suministro:

- La tensión nominal normalizada en Iberdrola es la de 230/400 V de acuerdo con el Artículo 4 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de agosto y respaldado por la “MT 2.51.01. (Proyecto tipo delinea subterránea de baja tensión)” Iberdrola.
- La tensión asignada normalizada será de 400 V entre fases y de 230 V entre fase y neutro, para las instalaciones a trifásicas y de 230 V, entre fase y neutro, para las monofásicas.
- La corriente será en régimen permanente, corriente alterna de 50 Hz de frecuencia, trifásica en la red de distribución y trifásica o monofásica en los suministros.
- La Tensión máxima entre fase y tierra será de 250 V
- El aislamiento de los cables de red y acometida será de 0,6/1 kV
- La intensidad máxima de cortocircuito trifásico será de 50 KA.

Tipo de esquema de puesta a tierra:

La distribución de la energía se realiza mediante un esquema TT; es decir, el neutro de la instalación de alimentación está conectado directamente a tierra. El conductor de protección y las masas de la instalación están conectados a la toma de tierra de la instalación de la vivienda separada de la toma de tierra de la instalación de alimentación.

2.3.2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Se ha obtenido el permiso para que la compañía suministradora facilite el punto de enganche desde un centro de transformación. La descripción detallada y los cálculos de la estación transformadora forman parte de un proyecto diferente, no objeto del presente proyecto.

2.3.3. ACOMETIDA.

La acometida es la parte de la red de distribución que alimenta la Caja General de Mando y Protección (CPM), queda establecida según la ITC-BT-11 del REBT y las indicaciones de la “MT 2.51.43. (Proyecto tipo delinea subterránea de baja tensión)” Iberdrola.

La descripción detallada y los cálculos de la estación transformadora forman parte de un proyecto diferente, no objeto del presente proyecto.

2.3.4. INSTALACIÓN DE ENLACE.

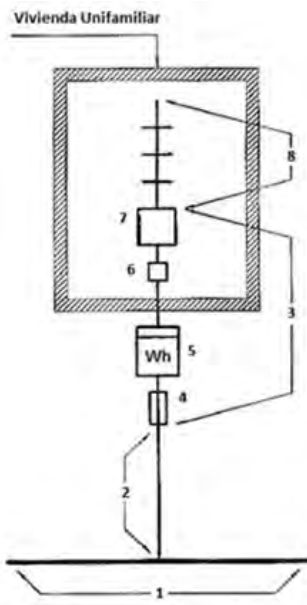
Son instalaciones de enlace las que unen la caja general de protección, o cajas generales de protección, incluidas estas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario.

Comenzarán, por tanto, en el final de la acometida y terminarán en los dispositivos generales de mando y protección.

Se componen de: caja general de protección y medida, línea General de Alimentación, elementos para la ubicación de contadores, derivación individual y dispositivos generales de mando y protección.

En nuestro caso la instalación de enlace queda simplificada ya que coinciden en el mismo lugar la CGP y el equipo de medida y, por lo tanto, no existe línea general de alimentación.

Distribuido de la forma que indica a continuación.



LEYENDA

- 1- Red de distribución.
- 2- Acometida.
- 3- Derivación individual.
- 4- Fusible de seguridad.
- 5- Contador.
- 6- Caja para interruptor de control de potencia.
- 7- Dispositivos generales de mando y protección.
- 8- Instalación interior.

ILUSTRACIÓN 2.1. DISTRIBUCIÓN INSTALACIÓN DE ENLACE

2.3.4.1. CPM

En los suministros para un solo usuario y de acuerdo con el esquema 2.3 como indica la Instrucción ITC-BT-12, al no existir línea general de alimentación, podrá simplificarse la instalación colocando en un único elemento, la caja general de protección y el equipo de medida. Este elemento se denominará caja de protección y medida (CPM).

La CPM se situará en el límite de propiedad del usuario, lo más cercana posible de la red de distribución, tendrá libre y permanente acceso desde la vía pública.

Su emplazamiento se fijará en el exterior de la parcela empotrada en valla.

La CPM se instalará a una altura tal, que los dispositivos de lectura estén situados entre 0,70 y 1,80 m sobre el nivel del suelo y, además, los fusibles de protección estarán situados a una altura mínima del suelo de 0,30 m, como se indica a continuación.

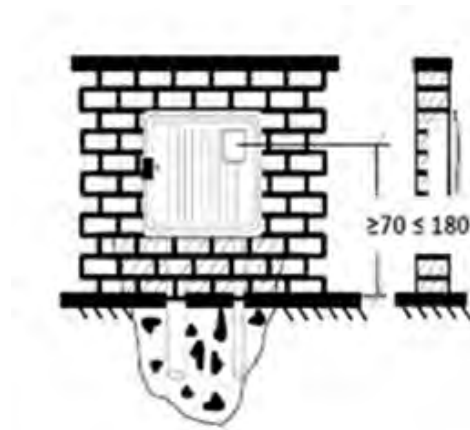


ILUSTRACIÓN 2.2. INSTALACIÓN CPM

Las características y tipos normalizados en i-DE son los incluidos en el documento informativo NI 42.72.00. Basándonos en este documento se ha seleccionado una caja con las características especificadas en la tabla 2.5.

| Tipo de suministro | | N.º contadores | Tipo de instalación | Designación | Código |
|--------------------|----------------|----------------|---------------------|-------------|---------|
| trifásico | Medida directa | 1CE o 1CG | Empotrable | CPM-D/E4-M | 4272014 |

TABLA 2.4. CARACTERÍSTICAS CPM

La CPM seleccionada para nuestra instalación será del tipo CPM2-D/E4-M. Esto significa que es una CPM de esquema 8 según la NI 42.72.00_5 y las características técnicas de la CPM se encuentran en el Anexo 7.4. Fichas técnicas

Entrada y salida de la CPM

La CPM dispondrá de aberturas adecuadas que admitirán tubo de 160mm de Ø para la entrada de la acometida y de 50mm de Ø para la salida de la derivación individual, para permitir la penetración de los cables, estarán cerradas mediante tapones de ajuste o prensaestopas, de forma que se mantenga el grado de protección exigido en todo momento.

Las aberturas estarán encaradas con las entradas y salidas de forma tal que la conexión de los cables pueda realizarse sin tener que someterlos a curvaturas excesivas.

Cableado interior.

Según la norma NI 56.10.00 se utilizarán conductores de cobre, uno o tres de fase y uno o tres de neutro, unipolares aislados sin cubierta, tipo H07V-K.

Los conductores que hayan de conectarse a los contadores deberán estar pelados en una longitud de 20mm que a su vez estará protegida contra contactos directos por medio de capuchones aislantes. Las conexiones se efectuarán directamente y sin terminales.

Las conexiones de los cables de salida del contador al cliente, cuando estos sean flexibles, se realizarán provistos de terminal tubular debidamente prensados.

En nuestro caso, al tratarse de un circuito trifásico, cada una de las fases llevará respectivamente los colores: negro, marrón y gris; para el conductor neutro se utilizará el color azul claro, para el conductor de tierra se utilizará el color amarillo-verde y para los conductores de control, se utilizará el color rojo.

Fusibles.

Nuestra CPM será del tipo CPM2-D/E4-M. Esto significa que es una CPM de esquema

8 según la NI 42.72.00_5 y la corriente máxima de los fusibles que se pueden colocar es de 160 A. Los fusibles utilizados en nuestra CPM serán de 63 A gG.

El contador se ubicará en la CPM, que reúne bajo una misma envolvente los fusibles generales de protección, el contador y el dispositivo de discriminación horaria. En este caso, los fusibles generales de protección coinciden con los de seguridad.

El dispositivo de lectura del equipo de medida se instalará a una altura de 1000 mm desde el suelo.

2.3.4.2. L.D.I

Llamaremos Línea de Derivación Individual al tramo de línea que va desde la CPM hasta el cuadro general de mando y protección alojado en el interior de la vivienda.

La línea de derivación individual discurrirá enterrada bajo tubo hasta la vivienda, esta se efectuará en cuatro tramos idénticos, cada uno con una distancia de 7,5m unidos entre sí por arquetas.

El diámetro exterior del tubo será de 63mm, y cumplirá con las características mínimas establecidas en la ITC-BT-21 para tubos en canalizaciones enterradas.

Finalmente, tendremos un quinto tramo de 4m, que discurrirá en el interior de tubos empotrados en las paredes de la vivienda.

Los cables no presentarán empalmes en todo su recorrido y su sección será uniforme.

Para nuestra instalación el cable permite hasta 110 A, por lo tanto, cumple perfectamente con la demanda de la instalación. La caída de tensión máxima admisible para la derivación individual es del 1,5 %. La longitud de nuestra derivación individual es de 34m, y la caída de tensión del 1.09%, por lo tanto, con el cable escogido cumplimos con la normativa.

El recorrido de esta zanja quedara reflejado en el plano N° 4 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

Instalación de los tubos soterrados

Para este tramo se instalarán dos tubos de las mismas características en un único plano, uno que albergará el cableado de la DI y otro de reserva, estos tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4.

Los tubos se instalarán enterrados a una profundidad de 0,8m a lo largo de todo su recorrido.

El recubrimiento inferior mínimo será de 0,05m. y el recubrimiento superior será superior a 0,10m con una resistencia a la compresión mínima de 250N. La parte central de la zanja en la cual se instalarán los tubos se rellenará con arena de relleno.

Las características de estos tubos serán las establecidas en la tabla 2.6

| Característica | Código | Grado |
|---|---------------|--|
| Propiedades eléctricas | 0 | No declarada |
| Resistencia a la penetración de objetos sólidos. | 4 | Protegido contra objetos $D \geq 1\text{mm}$ |
| Resistencia a la penetración de agua. | 3 | Protegido contra el agua en forma de lluvia |
| Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos. | 2 | Protección interior y exterior media |
| Resistencia a la tracción. | 0 | No declarada |
| Resistencia a la propagación de la llama | 0 | No declarada |
| Resistencia a las cargas suspendidas. | 0 | No declarada |

TABLA 2.5. CARACTERÍSTICAS TUBOS

La sección transversal de la acometida quedara reflejada con todo detalle en el plano N° 28 del presente proyecto, que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR.

2.4.1. MECANISMOS DE PROTECCIÓN

Los mecanismos de protección de nuestra instalación eléctrica los cuales irán alojados tanto en cuadro general de mando y protección (CGPM) como en los subcuadros, constara de los siguientes elementos:

Interruptor de Control de Potencia (ICP-M)

Este es un aparato mecánico de conexión destinado a cerrar y abrir un circuito por funcionamiento manual, y a abrir el circuito por funcionamiento automático cuando la potencia excede de un valor determinado. Este valor corresponde a la potencia contratada.

Este el primer elemento que encontramos en el cuadro general de mando y protección y solo se instalara un dispositivo en toda la instalación.

Las características de este elemento que instalaremos en nuestro cuadro general de mando y protección cumplirán lo establecido en la NI 76.21.02 de Iberdrola y la GUIA-BT-17.

En nuestro caso, vamos a contratar una potencia de 28,6kW, lo que nos dará una Intensidad máxima de 41,19A, por ello se elegirá un ICP-M tripolar de 45A el cual tendrá una tensión asignada de 400V y una intensidad asignada de 45A, su poder de cortocircuito asignado será como mínimo de 4.500A.

Interruptor General Automático (IGA)

El interruptor general automático, también conocido como IGA, es uno de los elementos principales que componen el cuadro eléctrico de una vivienda. Este tiene la capacidad de suspender la corriente eléctrica cuando exista riesgo de sobrecarga o cortocircuito en un inmueble o local.

Siempre que se supere la potencia máxima admitida por la instalación eléctrica, el IGA interrumpirá el suministro de luz. Según lo dispuesto en el “*Real Decreto 842/2002*”, el

interruptor general automático debe tener la capacidad de cortar el suministro cuando se produzcan sobrecargas o cortocircuitos con una intensidad mínima de **4.500 amperios (A)**.

El IGA es un elemento de carácter obligatorio en el cuadro eléctrico, puesto que es el único elemento capaz de evitar que se supere la potencia que puede resistir la instalación.

Las características de este elemento que instalaremos en nuestro cuadro general de mando y protección cumplirán lo establecido en la GUIA-BT- 17 del REBT.

Interruptor Diferencial (ID)

Un **interruptor diferencial**, es un dispositivo electromecánico situado en el cuadro eléctrico, cuya principal función es cortar el suministro de electricidad de manera automática ante un fallo en el circuito.

El ID mide la intensidad de corriente que entra y sale en el circuito eléctrico. Si la intensidad es la misma, el interruptor no saltará, pero si la que sale es más alta de la que entra, el interruptor bajará y automáticamente se cortará el suministro eléctrico.

Las características de estos elementos que instalaremos en nuestro cuadro general de mando y protección y subcuadros cumplirán lo establecido en la GUIA-BT- 24 del REBT.

Pequeño Interruptor Automático (PIA)

Los pequeños interruptores automáticos (PIAs) o interruptores de potencia son los magnetotérmicos tienen como misión proteger los circuitos individuales del inmueble, así como los electrodomésticos que están conectados.

Los interruptores automáticos de potencia se encargan de cortar el suministro en caso de sobrecargas o cortocircuitos, pero únicamente en la parte de la instalación afectada dejando al resto de la vivienda con electricidad.

Las características de estos elementos que instalaremos en nuestro cuadro general de mando y protección y Subcuadros cumplirán lo establecido en la GUIA-BT- 23 del REBT.

2.4.2. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN

El cuadro general de mando y protección (CGMP) contiene los dispositivos generales de mando y protección que han sido descritos en el apartado 2.4.1, y está alimentado directamente por la derivación individual. Tiene una potencia prevista trifásica de 41,16 kW y una corriente nominal de 59,4 A. En la elección de las protecciones se ha tenido en cuenta la selectividad de actuación entre ellas.

El CGMP alimentará los circuitos C1 a C16, de los cuales, C14, C15 y C16 alimentarán Subcuadros. Por lo tanto, también incluirán las protecciones magnetotérmicas de las líneas que alimentan dichos Subcuadros. Todos los magnetotérmicos de nuestra instalación tendrán un poder de corte de 6kA.

La indicación (4P) indica que el dispositivo es tetrapolar y protege las tres fases y el neutro, y (2P) indica que el dispositivo es bipolar y protege el conductor de fase y el de neutro. Se utilizará un armario empotrable de 56 módulos para la instalación de las protecciones. Los dispositivos de protección se instalarán en el CGMP de la siguiente manera:

- 1) Un Interruptor General Automático (IGA) (4P) de 63 A con protector de sobretensiones permanentes y transitorias.
- 2) Un interruptor diferencial (ID) de 63 A (4P), con una intensidad residual de 300mA, que protegerá todos los circuitos.
- 3) Un interruptor diferencial (ID) de 40 A (4P), con una intensidad residual de 30 mA, que protegerá los circuitos C1 a C4.
- 4) Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C1.
- 5) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C2.

- 6) Un interruptor automático de 25 A (2P), que protegerá al circuito C3.
- 7) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C4.
- 8) Un interruptor diferencial (ID) de 40 A (4P), con una intensidad residual de 30 mA, que protegerá los circuitos C5 a C8.
- 9) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C5.
- 10) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C6.
- 11) Un interruptor automático de 16 A (2p), que protegerá al circuito C7.
- 12) Un interruptor automático de 16 A (2p), que protegerá al circuito C8.
- 13) Un interruptor diferencial (ID) de 40 A (4P), con una intensidad residual de 30 mA, que protegerá los circuitos C9 a C13.
- 14) Un interruptor automático de 25 A (2P), que protegerá al circuito C9.
- 15) Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C10.
- 16) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C11.
- 17) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C12.
- 18) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C13.
- 19) Un interruptor automático de 40 A (4P), que protegerá al circuito C14 y alimentará el subcuadro 1 destinado a los circuitos de la planta superior.
- 20) Un interruptor automático de 40 A (4P), que protegerá al circuito C15 y alimentará el subcuadro 2 destinado a los circuitos de la zona de barbacoa.
- 21) Un interruptor automático de 40 A (4P), que protegerá al circuito C14 y alimentará el subcuadro 3 destinado a los circuitos del recinto de la piscina.

El esquema unifilar del cuadro general de mando y protección quedara reflejado con todo detalle en el plano N° 19 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

2.4.3. SUBCUADRO 1 (PLANTA SUPERIOR).

El Subcuadro 1, será el encargado de alimentar los circuitos de la segunda planta de nuestra vivienda, los circuitos C14.1 a C14.5.

La potencia prevista trifásica es de 9,67kW y una corriente nominal de 13,95 A. Se utilizará un armario empotrable de 16 módulos para la instalación de las protecciones.

Los dispositivos de protección se instalarán en el cuadro en el siguiente orden:

- 1) Un interruptor diferencial (ID) de 25 A (4P), con una intensidad residual de 30m A, que protegerá los circuitos C14.1 a C14.5.
- 2) Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C14.1.
- 3) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C14.2.
- 4) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C14.3.
- 5) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C14.4.
- 6) Un interruptor automático de 25 A (2P), que protegerá al circuito C14.5.

El esquema unifilar del subcuadro 1 quedara reflejado con todo detalle en el plano N° 20 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.4. SUBCUADRO 2 (BARBACOA).

El Subcuadro 2, será el encargado de alimentar los circuitos de la zona de barbacoa y cochera de nuestra vivienda, los circuitos C15.1 a C15.6.

La potencia prevista trifásica es de 6,76kW y una corriente nominal de 9,75 A.

Se utilizará un armario empotrable de 16 módulos para la instalación de las protecciones.

Los dispositivos de protección se instalarán en el cuadro en el siguiente orden:

- 1) Un interruptor diferencial (ID) de 25 A (4P), con una intensidad residual de 30m A, que protegerá los circuitos C15.1 a C15.6.
- 2) Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C15.1.
- 3) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C15.2.
- 4) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C15.3.
- 5) Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C15.4.
- 6) Un interruptor automático de 25 A (2P), que protegerá al circuito C15.5.
- 7) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C15.6.

El esquema unifilar del subcuadro 2 quedara reflejado con todo detalle en el plano N° 21 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.5. SUBCUADRO 3 (PISCINA).

El subcuadro 3 alimentará todos los circuitos de la zona del recinto de la piscina, es decir, los circuitos C16.1 a C16.3.

La potencia prevista trifásica es de 0.77 kW y una corriente nominal de 1,11 A.

Se utilizará un armario empotrable de 8 módulos para la instalación de las protecciones.

Los dispositivos de protección se instalarán en el cuadro en el siguiente orden:

- 1) Un interruptor diferencial (ID) de 25 A (4P), con una intensidad residual de 30m A, que protegerá los circuitos C16.1 a C16.3.
- 2) Un interruptor automático de 10 A (2P), que protegerá al circuito C16.1.
- 3) Un interruptor automático de 16 A (2P), que protegerá al circuito C16.2.
- 4) Un interruptor automático de 25 A (2P), que protegerá al circuito C16.3.

El esquema unifilar del subcuadro 3 quedara reflejado con todo detalle en el plano N° 22 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.6. CIRCUITOS

2.4.6.1. CIRCUITOS DE ILUMINACIÓN.

Las siguientes indicaciones hacen referencia a todos los circuitos de iluminación de nuestra vivienda, es decir, C1, C10, C14.1, C15.1, C15.4, C16.1.

En estos circuitos se conectará todas las luminarias de nuestra vivienda. El número de puntos de utilización para este circuito no sobrepasa, en ningún caso, los 30 máximos que permite el REBT. Se considera un punto de utilización, cada luminaria o conjunto de luminarias controladas por el mismo interruptor.

La potencia prevista en estos circuitos resulta de la suma de todas las potencias instaladas referentes a la iluminación después de haber aplicado un coeficiente de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) del 0,3 y 0,5 respectivamente según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

El control de las luminarias se realizará mediante mecanismos de accionamiento tales como interruptores, conmutadores y conmutadores de cruzamiento.

La distribución de los puntos de luz quedara reflejados con todo detalle en los planos N° 5, 10 y 11 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

La distribución de los mecanismos que gobiernan cada punto de luz quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 14, 15 y 16 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.6.2. CIRCUITOS DE TOMAS DE CORRIENTE.

Las siguientes indicaciones hacen referencia a los circuitos de tomas de corriente C2, C11, C12, C14.2, C15.2 y C16.2.

Estos circuitos alimentarán las tomas de corriente de la vivienda y concretamente el circuito C12, estará destinado a la alimentación del videoportero.

Se considera toma de corriente toda aquella independiente de otras, por lo tanto, las tomas de corriente múltiples se contabilizan como una sola.

Se ha previsto una potencia de 3450W por toma con unos coeficientes de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.2 y 0.25 respectivamente, además, no se sobrepasará el máximo de 20 tomas de corriente por circuito que marca el reglamento.

Las bases de tomas de corriente serán de 16 A 2p+T fijas según se indica en la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 12 y 13 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.6.3. CIRCUITO DE COCINA Y HORNO

Las siguientes indicaciones hacen referencia al circuito que alimenta el horno y la cocina, C3.

La potencia prevista se ha calculado según el consumo de un conjunto horno/cocina de 5400W, aplicando unos coeficientes de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.5 y 0.75 respectivamente según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se instalará una toma de corriente de 25 A 2p+T según se indica en la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 12 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.6.4. CIRCUITOS DE LAVADORA, LAVAVAJILLAS Y TERMO.

Lavadora

Hace referencia al circuito C4, y tan solo se conectará la lavadora mediante una toma de corriente de 16 A 2p+T como indica la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se ha previsto una potencia de 3450W, aplicando unos coeficientes de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.66 y 0.75 respectivamente, según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 12 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

Lavavajillas

Hace referencia al circuito C5, y tan solo se conectará el lavavajillas mediante una toma de corriente de 16 A 2p+T, según se indica en la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se ha previsto una potencia de 3450W, aplicando unos coeficientes de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.66 y 0.75 respectivamente, según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a este circuito quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 12 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

Termo

Hace referencia al circuito C6 y C14.3, y tan solo se conectará un termo a cada circuito mediante una toma de corriente de 16 A 2p+T, según se indica en la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Se ha previsto una potencia de 3450W, aplicando unos coeficientes de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.66 y 0.75 respectivamente, según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 12 y 13 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

2.4.6.5. CIRCUITO TOMAS DE CORRIENTE DE BAÑOS Y COCINA.

Las siguientes indicaciones hacen referencia a los circuitos de tomas de corriente, C7, C14.4 y C15.3.

Estos circuitos alimentarán las tomas de corriente de los lavabos y las tomas de corriente auxiliares de la cocina.

Se ha previsto una potencia de 3450W por toma con unos coeficientes de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.4 y 0.5 respectivamente, además, no se sobrepasará el máximo de 6 tomas de corriente por circuito que marca el reglamento. Las bases de tomas

de corriente serán de 16 A 2p+T, según se indica en la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 12 y 13 del presente proyecto que se encuentra en el apartado 6 “planos”.

2.4.6.6. CIRCUITO DE CLIMATIZACIÓN.

Las siguientes indicaciones hacen referencia a todos los circuitos de climatización de nuestra vivienda, tanto de aires acondicionados, circuitos C8, C9 y C15.5, como de máquina de conductos, circuito C14.5.

Para los circuitos C8, C9 y C15.5 correspondientes a la alimentación de los aires acondicionados se han aplicado unos factores de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) del del 0.7 y 0,5 respectivamente.

Las bases de tomas de corriente que se instalaran, serán de 16 A 2p+T, según se indica en la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Para la alimentación de la máquina de conductos, se han aplicado unos factores de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.7 para ambos, según se indica en la norma UNE 20315-1-2:2017 según la ITC-BT-25 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La distribución de las tomas de climatizacion pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 17 y 18 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

2.4.6.7. CIRCUITO DE PISCINA.

Las siguientes indicaciones hacen referencia al circuito que alimenta la depuradora de la piscina C16.3.

Se ha previsto una potencia de 750W con unos factores de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 1 y de 0.6 respectivamente, estos valores han sido considerados en función al uso estimado de este circuito.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N° 12 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

2.4.6.8. CIRCUITO MOTORES PUERTAS.

Las siguientes indicaciones hacen referencia a los circuitos destinados a la alimentación de los motores de la vivienda. C13 y C15.6.

El circuito C13 alimentara el motor de la puerta de la verja y se ha previsto una potencia de 180W con unos factores de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.9 y de 0.6 respectivamente.

El circuito C15.6 alimentara los dos motores de las puertas de la cochera y se ha previsto una potencia de 1600W con unos factores de simultaneidad (Fs) y de utilización (Fu) de 0.8 y de 0.6 respectivamente, estos valores han sido considerados en función al uso estimado de este circuito.

La distribución de las tomas de corriente pertenecientes a estos circuitos quedara reflejada con todo detalle en los planos N°5 y 12 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.7. ILUMINACIÓN.

En la siguiente tabla se muestra las luminarias detalladas para cada estancia con la potencia prevista de cada una de ellas.

| Estancia | Luminaria | N° luminarias | Potencia | Potencia total |
|------------------------|----------------------|---------------|----------|----------------|
| ZONA EXTERIOR | | | | |
| Jardines (Verja) | Baliza Negra Nane | 3 | 60W | 180W |
| Jardines (Farola) | Farola Dunia | 6 | 18W | 108W |
| Jardines (Pared) | Farolillo pared LED | 8 | 60W | 480W |
| RECINTO PISCINA | | | | |
| Zona de paso (farola) | Farola Dunia | 2 | 18W | 36W |
| Zona de paso (pared) | Farolillo pared LED | 5 | 60W | 300W |
| Cuarto depuradora | Panel LED Lindby | 1 | 36W | 36W |
| ZONA BARBACOA | | | | |
| Barbacoa | Plafón Dorett | 6 | 60W | 360W |
| Almacén | Panel LED Lindby | 1 | 36W | 36W |
| Baño (Techo) | Foco Filiz LED E14 | 3 | 4,5W | 13,5W |
| Baño (Espejo) | Mirka LED | 2 | 5W | 10W |
| Garaje | Panel LED Lindby | 4 | 40W | 160W |
| PLANTA BAJA | | | | |
| Patio | Aplique LED Exterior | 3 | 11W | 33W |
| Patio Pasillo | Lámpara colg. Lindby | 2 | 40W | 80W |
| Patio balcón | Lámpara colg. Lindby | 3 | 40W | 120W |
| Galería | Panel LED Lindby | 2 | 36W | 72W |
| Baño Patio (Techo) | Foco Filiz LED E14 | 3 | 4,5W | 13,5W |
| Baño Patio (Espejo) | Mirka LED (Lindby) | 2 | 5W | 10W |
| Comedor Lampara | Lámpara Byron | 2 | 36W | 72W |

| | | | | |
|---------------------------|---------------------|---|-------|-------|
| Cocina (Techo) | Lámpara LED Solvie | 2 | 20W | 40W |
| Cocina (Barra) | Arcchio Nieva | 3 | 33W | 99W |
| Recibidor | Plafon Borneo LED | 3 | 12W | 36W |
| Pasillo 1 | Plafon Borneo LED | 2 | 12W | 24W |
| Pasillo 2 | Plafon Borneo LED | 2 | 12W | 24W |
| Despensa | Downlight LED | 1 | 40W | 40W |
| Baño planta baja (Techo) | Foco Filiz LED E14 | 3 | 4,5W | 13,5W |
| Baño planta baja (Espejo) | Mirka LED (Lindby) | 2 | 5W | 10W |
| Cuarto planta baja | Lámpara LED Elaina | 1 | 22,5W | 22,5W |
| Oficina | Lámpara Opalo | 1 | 120W | 120W |
| Salón (sofá) | Arcchio Raku | 4 | 7W | 28W |
| Salón (Mesa) | Plafón LED Joline | 2 | 26W | 52W |
| Porche | Panel LED (Lindby) | 2 | 36W | 72W |
| PLANTA SUPERIOR | | | | |
| Trastero | Panel LED (Lindby) | 2 | 36W | 72W |
| Baño P. superior (Techo) | Foco Filiz LED E14 | 3 | 4,5W | 13,5W |
| Baño P. superior (Espejo) | Mirka LED (Lindby) | 2 | 5W | 10W |
| Cuarto 1 | Lámpara LED Elaina | 1 | 22,5W | 22,5W |
| Cuarto 2 | Lámpara LED Elaina | 1 | 22,5W | 22,5W |
| Cuarto 3 | Lámpara LED Elaina | 1 | 22,5W | 22,5W |
| Dorm. principal | Plafon Sebatin Tela | 2 | 33W | 66W |
| Pasillo superior | Plafón Mendosa LED | 3 | 12W | 36W |
| Recibidor Superior | Plafón Mendosa LED | 2 | 12W | 24W |
| Gabanero | LED Artist set 3 ud | 2 | 9W | 18W |
| Escobero | Downlight LED | 1 | 40W | 40W |

TABLA 2.6. LUMINARIA CORRESPONDIENTE A CADA ESTANCIA

2.4.8. MOTORES.

En la siguiente tabla se muestra los motores que instalaremos en nuestra vivienda.

| Estancia | Motor | Nº Motores | Potencia | Potencia total |
|----------------|-------------|------------|----------|----------------|
| Puerta Verja | Ac 600 | 1 | 180W | 180W |
| Puerta Cochera | GDK 700 | 2 | 800W | 1600W |
| Depuradora | Bomba QP1cv | 1 | 736W | 736W |

TABLA 2.7. MOTORES VIVIENDA

2.4.9. CABLEADO.

En nuestra instalación de la vivienda usaremos cables unipolares (1x) del tipo H07V-K.

Los cables del tipo H07V-K, son con conductor de cobre, de tensión nominal 450/750 V y aislamiento de polivinilo de cloruro (PVC). La temperatura máxima en el conductor es de 70°C en servicio permanente y una tensión de ensayo de 2500V en AC. Se trata de un cable flexible, no propagador de llama, no propagador del incendio, con una reducida emisión de halógenos y resistente a la absorción del agua.

La elección de la sección del cableado se ha realizado en función de la intensidad del circuito, la caída de tensión, y el tipo de montaje. Las intensidades máximas admisibles se regirán por lo indicado en las ITC-BT-07 y ITC-BT-19.

El cableado de la vivienda se realizará con conductores bajo tubo a través falso techo y empotrado en obra. Los diámetros interiores mínimos para los tubos protectores van en función del número y la sección de los conductores que alojan y están regulados por la ITCBT- 21.

Los circuitos C10, C12, C13, C15, C15.4, C16 y C16.1 se instalarán enterrados bajo tubo. El montaje y el tipo de tubo a utilizar seguirá lo indicado en la ITC-BT-7 referente a líneas subterráneas.

En la siguiente tabla se muestran los diferentes circuitos, el cable utilizado, el número de cables, la sección y el diámetro del tubo corrugado de PVC.

| Circuitos | Tipo de cable | Nº | Sección (mm²) | Diámetro tubo PVC (mm) | Longitud máxima (m) | Longitud total (m) |
|---|----------------------|-----------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------------|---------------------------|
| C1: Iluminación | H07V-K (1x) | 3 | 1,5 | 16 | 17 | 40 |
| C2: Tomas de corriente | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 23 | 45 |
| C3: Cocina y Horno | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 13 | 13 |
| C4: Lavadora | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 16 | 16 |
| C5: Lavavajillas | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 13 | 13 |
| C6: termo | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 16 | 16 |
| C7: Baño y cocina | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 11 | 20 |
| C8: Aire Acond. comedor | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 12 | 27 |
| C9: Aire Acond. Salon | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 13 | 29 |
| C10: Iluminación Exterior | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 50 | 100 |
| C11: Tomas corriente Aux. | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 22 | 50 |
| C12: Videoportero. | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 50 | 42 | 42 |
| C13: Motores | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 50 | 42 | 70 |
| C14: Alimentación Subcuadro superior | H07V-K (1x) | 5 | 6 | 50 | 14 | 14 |
| C15: Alimentación Subcuadro barbacoa | H07V-K (1x) | 5 | 6 | 50 | 14 | 14 |
| C16: Alimentación Subcuadro piscina | H07V-K (1x) | 5 | 6 | 50 | 28 | 28 |

| | | | | | | |
|--|-------------|---|-----|----|----|----|
| C14.1: Iluminación. | H07V-K (1x) | 3 | 1,5 | 16 | 17 | 40 |
| C14.2: Tomas de corriente. | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 15 | 33 |
| C14.3: Termo. | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 14 | 14 |
| C14.4: Baño Superior. | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 12 | 15 |
| C14.5: Climatización. | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 13 | 13 |
| C15.1: Iluminación. | H07V-K (1x) | 3 | 1,5 | 16 | 21 | 40 |
| C15.2: Tomas de corriente. | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 21 | 55 |
| C15.3: Tomas Baño y cocina | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 13 | 13 |
| C15.4: Iluminación Recinto piscina. | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 50 | 21 | 34 |
| C15.5: Aire Acondicionado | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 12 | 12 |
| C15.6: Motores puerta cochera | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 20 | 21 |
| C16.1: iluminación | H07V-K (1x) | 3 | 1,5 | 16 | 6 | 6 |
| C16.2: Tomas de corriente | H07V-K (1x) | 3 | 2,5 | 20 | 4 | 6 |
| C16.3: Subc. depuradora | H07V-K (1x) | 3 | 6 | 25 | 4 | 4 |

TABLA 2.8. CABLEADO CIRCUITOS

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes. En la salida de los cuadros, varios circuitos podrán ir en el mismo tubo si se desea, siempre que se cumpla lo que manda el reglamento.

Las canalizaciones estarán dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones e identificación de sus diferentes circuitos y elementos para poder proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Conductores de protección

Se aplicará lo indicado en la ITC-BT-19, y se seguirán las indicaciones establecidas en el pliego de condiciones descrito en el apartado 5 del presente proyecto.

En nuestro caso, se utilizarán conductores de la misma sección que los conductores de fase y neutro de cada uno de los circuitos.

2.4.10. CAJAS DE REGISTRO Y ARQUETAS

En el Exterior de la vivienda se instalarán cajas de registro estancas 716 plexo empotradas en pared. Para las canalizaciones subterráneas en el exterior de la vivienda se utilizarán arquetas cuadradas DX59801 instaladas en el recorrido de las zanjas.

Para nuestro caso todas las arquetas de protección tendrán la misma medida de 40x40cm.

Para la pertinente localización de las arquetas es recomendable ir al apartado de planos.

La distribución de las arquetas quedara reflejada con todo detalle en los planos N°4 y 27 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos

2.4.11. CANALIZACIONES ENTERRADAS

Las características que han de cumplir los conductores soterrados, así como su forma de instalación, queda definida en el pliego de condiciones en el apartado 5.3.4 del presente proyecto.

Instalaciones

Las características de las canalizaciones subterráneas que instalaremos en la zona exterior de nuestra vivienda.

| Nombre Zanja | Circuitos | N° Conductores | Diámetro tubo | N° tubos por zanja | Longitud zanja |
|---------------------|------------------|-----------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------|
| Zanja 1 | DI | 4 | 63 | 2 | 34m |
| Zanja 2 | C10 + C12 + C13 | 3+3+3 | 32 + 32 + 50 + 50 | 4 | 42m |
| Zanja 3 | C15, C16 | 4 + 4 | 50 + 50 + 50 | 3 | 4m |
| Zanja 4 | C16 Y C15.4 | 4 + 3 | 50 +50 + 50 | 3 | 9m |
| Zanja 5 | C10 | 3 | 25 | 2 | 34m |
| Zanja 6 | C15.4 | 3 | 50 + 50 | 2 | 8m |

TABLA 2.9. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZANJAS

En estas canalizaciones se instalarán tubos de las características especificadas en el pliego de condiciones, en un único plano cuando sean 2 y en dos planos cuando el número de tubos ascienda a 4.

Los tubos albergarán el circuito designado y se dejara en todas las zanjas otro tubo de reserva, estos tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4.

Los tubos se instalarán enterrados a una profundidad de 0,7 m a lo largo de todo su recorrido.

El recubrimiento inferior mínimo será de 0,05m y el recubrimiento superior será de 0,06m de hormigón con una resistencia a la compresión mínima de 250N. La parte central de la zanja en la cual se instalarán los tubos se rellenará con arena de relleno.

Tanto el trazado de todas las zanjas como la sección transversal que se describen en la tabla 2.9, quedara reflejada con todo detalle en los planos N°4, 27 y 28 del presente proyecto que se encuentra en el anexo 7.3 del presente proyecto.

2.4.12. CAÍDAS DE TENSIÓN.

Las potencias que hemos previsto generan una caída de tensión (c.d.t) en los diferentes circuitos. Al tratarse de un suministro a un solo usuario y no disponer de línea general de alimentación (LGA), se permite una caída de tensión del 1.5% en la derivación individual DI, y un 3% en la instalación interior. La caída de tensión será combinable entre las dos y por lo tanto la máxima será de un 4.5%.

Las caídas de tensión obtenidas en nuestros circuitos son las mostradas en la siguiente tabla:

| Circuito | Potencia (W) | c.d.t. (%) | c.d.t. Permitida (%) | c.d.t. Acumulada (%) | c.d.t. Maxima Acumulada (%) |
|-----------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------------|
| D.I. | 41152,6 | 1,09 | 1,5 | - | 1,5 |
| C1 | 1575 | 0,67 | 3 | 1,76 | 4,5 |
| C2 | 2070 | 0,71 | 3 | 1,8 | 4,5 |
| C3 | 4050 | 0,33 | 3 | 1,42 | 4,5 |
| C4 | 1707,75 | 0,40 | 3 | 1,49 | 4,5 |
| C5 | 1707,75 | 0,58 | 3 | 1,67 | 4,5 |
| C6 | 1707,75 | 0,40 | 3 | 1,49 | 4,5 |
| C7 | 4140 | 0,22 | 3 | 1,31 | 4,5 |
| C8 | 1830,5 | 0,20 | 3 | 1,29 | 4,5 |
| C9 | 1641,5 | 0,13 | 3 | 1,22 | 4,5 |
| C10 | 1275 | 0,39 | 3 | 1,48 | 4,5 |
| C11 | 2070 | 0,68 | 3 | 1,77 | 4,5 |
| C12 | 86,4 | 0,022 | 3 | 1,112 | 4,5 |
| C13 | 97,2 | 0,056 | 3 | 1,146 | 4,5 |
| C14 | 9662,75 | 0,28 | 3 | 1,37 | 4,5 |
| C15 | 6758,5 | 0,19 | 3 | 1,28 | 4,5 |

| | | | | | |
|--------------|---------|-------|---|-------|-----|
| C16 | 772,5 | 0,043 | 3 | 1,133 | 4,5 |
| C14.1 | 825 | 0,35 | 3 | 1,72 | 4,5 |
| C14.2 | 2932,5 | 0,68 | 3 | 2,05 | 4,5 |
| C14.3 | 1707,75 | 0,43 | 3 | 1,8 | 4,5 |
| C14.4 | 1380 | 0,25 | 3 | 1,62 | 4,5 |
| C14.5 | 2817,5 | 0,23 | 3 | 1,6 | 4,5 |
| C15.1 | 375 | 0,19 | 3 | 1,47 | 4,5 |
| C15.2 | 1025 | 0,32 | 3 | 1,6 | 4,5 |
| C15.3 | 2760 | 0,53 | 3 | 1,81 | 4,5 |
| C15.4 | 1050,5 | 0,14 | 3 | 1,42 | 4,5 |
| C15.5 | 1830,5 | 0,14 | 3 | 1,42 | 4,5 |
| C15.6 | 768 | 0,26 | 3 | 1,54 | 4,5 |
| C16.1 | 150 | 0,021 | 3 | 1,154 | 4,5 |
| C16.2 | 172,5 | 0,01 | 3 | 1,143 | 4,5 |
| C16.3 | 450 | 0,01 | 3 | 1,143 | 4,5 |

TABLA 2.10. CAÍDAS DE TENSIÓN

La c.d.t hace referencia a la caída de tensión individual de cada circuito, y la c.d.t acumulada a la c.d.t de cada circuito más la provocada por la línea que alimenta el subcuadro (en el caso de circuitos alimentados por un Subcuadro), más la correspondiente a la DI (en nuestro caso un 1.09 %). Como se observa en la tabla anterior en ningún caso se supera la caída de tensión máxima permitida.

2.4.13. PUESTA A TIERRA.

Para la puesta a tierra de nuestra instalación usaremos un esquema TT, ya que nuestra instalación está alimentada directamente de la red de distribución pública de baja tensión.

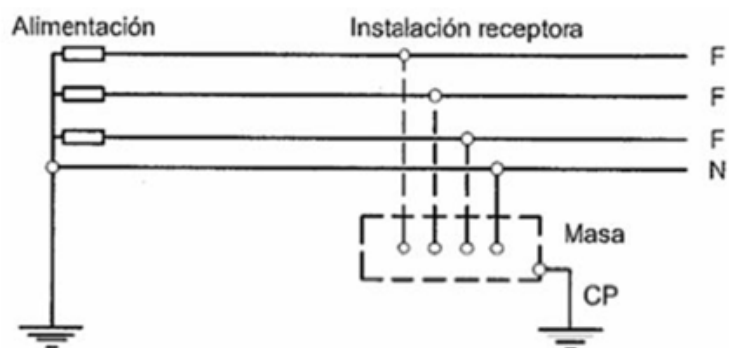


ILUSTRACIÓN 2.2. ESQUEMA DE PUESTA A TIERRA

Nuestra tensión de contacto máxima será de 0.33V aproximadamente, un valor muy alejado de los 50V máximos permitidos. Por lo tanto, no será necesario el uso de picas. Podemos decir que la instalación de puesta a tierra cumple toda la normativa y es completamente segura.

En la arqueta de conexión situada en la entrada de la vivienda justo antes de los dispositivos de mando y protección se realizará la conexión con el conductor de protección correspondiente el cual será de cobre desnudo de 25mm² según indica la tabla 1 de la ITC-BT-18.

El trazado del anillo de puesta a tierra quedara reflejado con todo detalle en el plano N°26 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

Las conexiones a realizar tanto para el anillo de puesta a tierra como para los conductores de la red equipotencial quedaran reflejadas con todo detalle en el plano N°25 del presente proyecto que se encuentra en el Anexo 7.3. Planos.

2.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Debido al gran número de estancias que hay en la vivienda, se ha optado por instalar un sistema de climatización centralizado en la planta superior, puesto que es una estancia compuesta por dormitorios y su uso quedara enfocado al periodo nocturno.

Mientras que en las estancias de la planta baja se ha optado por individualizar los sistemas de climatización en las distintas estancias, instalando un total de 4 aires acondicionados, los cuales podemos utilizar individualmente en función de la estancia en la que nos encontremos, evitando así, climatizar las estancias a las que no se les va a dar uso.

Cocina-Comedor

En esta estancia se instalará un aparato de aire acondicionado de 4500 frigorías para conseguir el confort térmico de los ocupantes. La unidad exterior del aparato se instalará en el tejado de la vivienda.

Cabe destacar que en esta estancia disponemos de chimenea, la cual caldeara varias partes de la vivienda colindantes a esta estancia.

Por tanto, durante los meses de frio no será necesario el uso de este aparato aumentando así la eficiencia energética de la vivienda.

Oficina

En esta estancia se instalará un aparato de aire acondicionado de 2236 frigorías para conseguir el confort térmico de los ocupantes. La unidad exterior del aparato se instalará en el tejado de la vivienda.

Salón

En esta estancia se instalará un aparato de aire acondicionado de 3000 frigorías para conseguir el confort térmico de los ocupantes. La unidad exterior del aparato se instalará en el tejado de la vivienda.

Barbacoa

En esta estancia se instalará un aparato de aire acondicionado de 4500 frigorías para conseguir el confort térmico de los ocupantes. La unidad exterior del aparato se instalará en el tejado de la Barbacoa.

Planta superior

La instalación está diseñada, según los cálculos estimados y tal y como indica la ITC-BT-25 se ha estimado una previsión de potencia de 5750W para la instalación de un sistema inverter con bomba de calor que mediante 6 Rejillas motorizadas de ventilación distribuyen el aire en toda la planta superior con el objetivo de conseguir el confort térmico de los ocupantes.

Para una mayor eficiencia, cada estancia cuenta con un termostato y unas rejillas motorizadas. Estas se cierran en el momento en el que la estancia alcanza la temperatura deseada y se vuelven a abrir si la temperatura cambia.

Solo se colocará un panel de control en el recibidor superior, desde el cual se controlará toda la temperatura de esta planta.

La unidad interior está emplazada sobre el falso techo de cuarto de baño de la planta superior. Ésta estará soportada mediante un perfil en U y una varilla roscada provista con amortiguadores.

La distribución de cada uno de los aparatos en las estancias indicadas se puede apreciar en los planos de climatización situados en el Anexo 7.3. Planos.

3. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

3.1. ANÁLISIS DEL ENTORNO.

Hoy en día, tanto a nivel europeo como mundial, se está apostando por fuentes de producción de electricidad que no contribuyan al cambio climático, a la emisión de sustancias nocivas como el CO₂, ni a la dependencia del petróleo. Es por ello, por lo que las energías renovables han adquirido en la actualidad tanta importancia.

En 2020, la capacidad de generación renovable se expandió mucho más que en los últimos años, muy por encima de la tendencia a largo plazo. La mayor parte de la expansión se produjo en China y, en menor medida, en Estados Unidos. La mayoría de los demás países continuaron aumentando la capacidad renovable a un ritmo similar al de años anteriores. A fines de 2020, la capacidad global de generación renovable ascendía a 2 799 GW. La capacidad de generación renovable aumentó en 260 GW (+10,3%) en 2020. La energía solar continuó liderando la expansión de capacidad, con un aumento de 127 GW (+22%), seguida de cerca por la energía eólica con 111 GW (+18%). La capacidad hidroeléctrica aumentó en 20 GW (+2%) y la bioenergía en 2 GW (+2%). La energía geotérmica aumentó en 164 MW. La energía solar y eólica continuaron dominando la expansión de la capacidad renovable, representando conjuntamente el 91% de todas las adiciones renovables netas en 2020.

Dentro de este grupo, la energía fotovoltaica es por una de las que más se está apostado, gracias a que España tiene un alto nivel de irradiación comparado con otros países europeos.

Según datos de Red Eléctrica de España, en nuestro país la energía solar fotovoltaica ha generado el 8% de la electricidad de enero a diciembre de 2021. Ésta, sumada al resto las energías renovables (hidráulica, eólica y térmica renovable), son las encargadas de producir alrededor del 46,6% de la electricidad se consume en la actualidad.

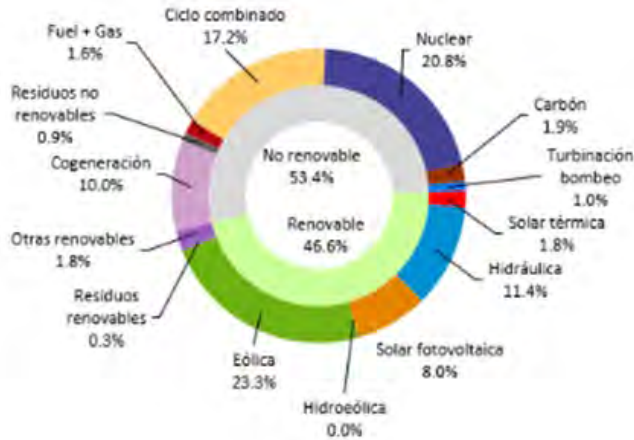


ILUSTRACIÓN 3.1. ESTRUCTURA DE GENERACIÓN 2021

3.2. POTENCIAL FOTOVOLTAICO EN ESPAÑA.

El aporte solar en los distintos territorios de Europa determina en gran medida la predisposición de estos mismos al desarrollo de las instalaciones fotovoltaicas, encontrando una serie de países que presentan un potencial solar mayor frente a otros.

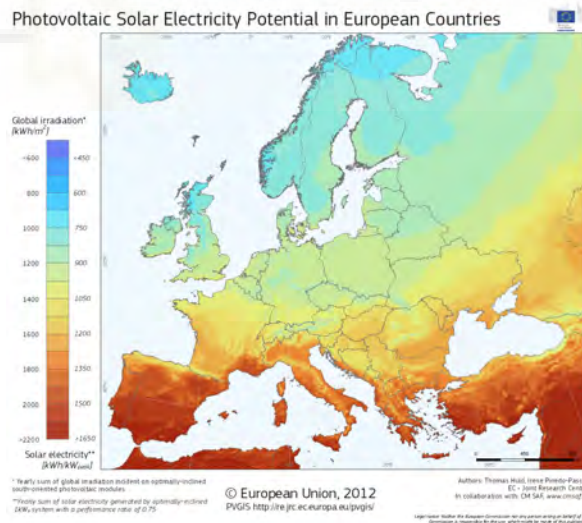


ILUSTRACIÓN 3.2. IRRADIANCIA EN EUROPA PVGIS

Según en el gráfico proporcionado por PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System). PVGIS es una iniciativa de la comisión europea que pretende recoger información del potencial solar fotovoltaico de Europa y África.

Se puede observar que, junto con Portugal, España tiene el potencial eléctrico fotovoltaico más alto de Europa. Y concretamente Alicante registra una ratio elevada radiación solar anual, razón por la que España se convierte en un país ideal para la implantación de instalaciones fotovoltaicas.

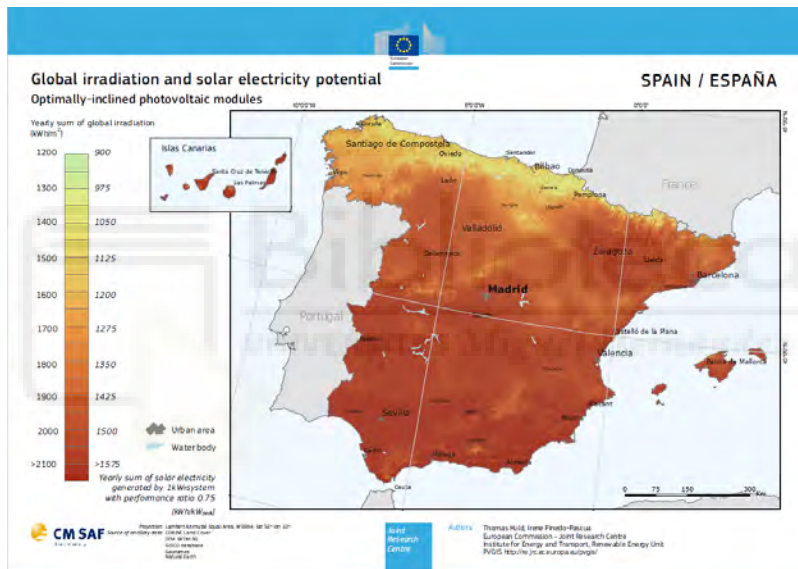


ILUSTRACIÓN 3.3 IRRADIANCIA EN ESPAÑA PVGIS

Aun así, países como China y Alemania se encuentran por encima de España en la producción de energía solar fotovoltaica, debido a una serie de factores económicos y sociales.

3.3. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.

La instalación solar fotovoltaica se utilizará para autoabastecer la vivienda unifamiliar descrita anteriormente esta, estará compuesta por un total de 28 módulos fotovoltaicos, los cuales se instalarán en el tejado de la vivienda.

Concretamente, la instalación irá en la vertiente de orientación sur de la vivienda.

Al disponer la instalación en el tejado de la vivienda se consigue un ahorro considerable de espacio, pues los propietarios no han de arrancar los árboles que rodean a la vivienda ni renunciar a parte de la zona de jardín (acción que sería necesaria en caso de situar la instalación al ras del suelo).

Asimismo, el resto de la instalación (inversores y cuadro de protección) se colocará en el trastero de la vivienda.

3.3.1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN ADOPTADA.

Tras todos los cálculos que se han realizado en el apartado 7 del presente proyecto, y como se define en el apartado 7.2. Se ha instalado una potencia pico de 15,12Wp, ya que es la potencia máxima que se puede instalar para no verter a red según las previsiones de consumo de nuestra vivienda.

Con esta potencia pico instalada, obtendremos una potencia neta de 11,15kwh

Para llegar a dicha conclusión, se han tenido en cuenta la previsión de consumo diario de la vivienda y el espacio disponible para la instalación de los módulos fotovoltaicos.

Quedado nuestra instalación de la siguiente manera:

- ❖ Angulo de inclinación de los módulos: 30°
- ❖ Numero de inversores: 2 (uno por cadena)
- ❖ Numero de cadenas: 2

- ❖ Numero de módulos por cadena: 14
- ❖ Número total de módulos: 28
- ❖ Modelo de inversor: (HUAWEI 6,0kw 140-980V TL 50/60HZ SUN 2000-6KTL-M1)
- ❖ Modelo de módulos: (HAITAI 540wp 35V SI-Mono HTM 540 MH5-72)
- ❖ Potencia instalada: 15,12kWp
- ❖ Potencia nominal: 11,15 kWh
- ❖ Energía anual que toma el usuario de red: 50,86 MWh
- ❖ Energía anual de la instalación fotovoltaica: 24,54 MWh
- ❖ Energía anual desperdiciada o vertida a red: 0 MWh



3.4. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Nuestra instalación fotovoltaica, se divide en dos tramos, el tramo de corriente continua “CC” que comprende desde los propios módulos hasta la entrada del inversor, y el tramo de corriente alterna “CA” que comprende desde la salida del inversor hasta la entrada del cuadro general de mando y protección de la vivienda.

La elección de los componentes, el conexionado de los mismos y el diseño seleccionado de nuestra instalación está justificados en el apartado 4, cálculos justificativos y en el apartado 7.2 ANEXOS PVSYST.

Las fichas técnicas de todos los componentes de la instalación fotovoltaica se encuentran en el Anexo 7.4 del presente proyecto.

3.4.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

Como se ha citado anteriormente, para satisfacer la demanda energética de la vivienda se emplearán 28 módulos HAITAI 540wp 35V Si-Mono HTM 540 DMH5-72. Dichos módulos presentan una potencia pico de 540Wp

CONEXIONADO ENTRE MÓDULOS

La conexión entre cada uno de los módulos se realizará en la parte posterior de los paneles como se indica en la Ilustración 3.4.

En estas cajas de registro se encuentran los bornes de conexionado mediante los cuales se realizan las conexiones serie o paralelo de los distintos módulos.

La distribución de estos se realizará formando un agrupamiento serie-paralelo, constituido por 2 ramas en paralelo formadas por 14 paneles conectados en serie.

Los bornes de conexionado son del tipo MC4.

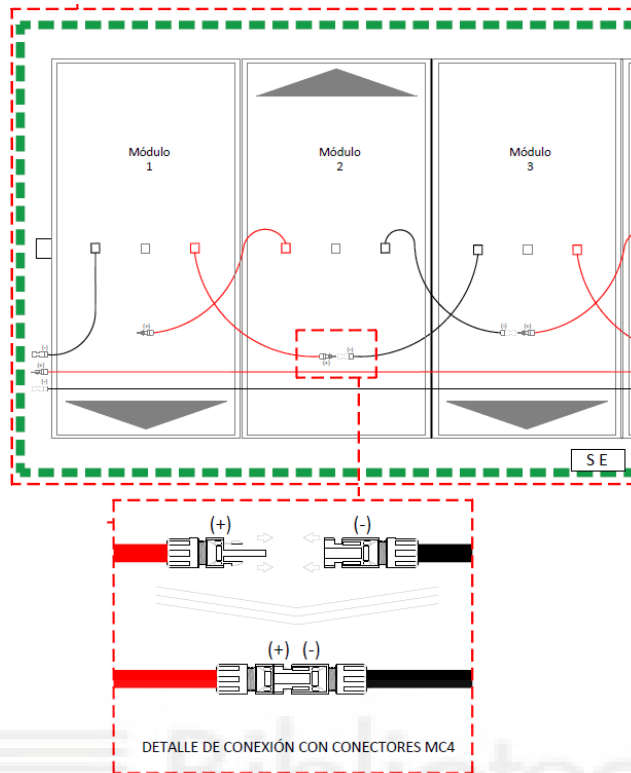


ILUSTRACIÓN 3.4. DETALLE CONEXIÓN CONECTORES MC4

3.4.2. INVERSOR.

De acuerdo con la estimación de la demanda la vivienda, bastará con 2 inversores (HUAWEI 6,0kw 140-980V TL 50/60HZ SUN 2000-6KTL-M1). Éstos se emplearán para transformar la corriente continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos en corriente alterna (necesaria para cubrir estas necesidades).

Dichos inversores cuentan con ventilación forzada para evitar sobrecalentamiento y daños ocasionados por este tipo de fallo. Esta ventilación forzada permite el uso del inversor durante un periodo de tiempo prolongado y aumenta la vida útil del aparato. Al tratarse de un equipo de onda senoidal, permite su utilización sin las limitaciones y problemas de acoplamiento con las cargas e interferencias que presentan los no senoidales.

INSTALACIÓN DEL INVERSOR.

Los inversores se instalarán en el trastero, en la pared oeste de la habitación, los inversores irán fijados a la pared dejando una distancia mínima del suelo de 60cm y 20cm de la pared.

3.4.3. CABLEADO.

La longitud del cableado en los distintos circuitos que componen la instalación solar fotovoltaica será la mínima posible, quedando las secciones normalizadas tal como se muestra a continuación:

| TRAMO | LONGITUD (m) | SECCION CALCULADA (mm²) | SECCION NORMALIZADA (mm²) | SECCION PROTECCION (mm²) |
|---|-------------------------|---|---|--|
| Tramo entre Módulos (continua) | 14 | 1,12 | 6 | 6 |
| Módulos – Inversor | 6 | 0,48 | 6 | 6 |
| Inversor- Cuadro de protección fotovoltaico | 2 | 0,19 | 6 | 6 |
| Cuadro de protección fotovoltaico- Cuadro general de mando y protección | 15 | 4 | 25 | 16 |

TABLA 3.1. SECCIONES ESCOGIDAS

*Se ha escogido una sección de 6 mm² porque es la sección mínima recomendable establecida en el REBT para los 4 primeros tramos indicados en la tabla y una sección de 16mm² para la última sección de la tabla con el fin de no sobrepasar la caída de tensión permitida.

Conductor corriente continua

Para la parte de corriente continua “CC” se utilizará un conductor que tendrá una tensión asignada de 0.6/1kV como se indica en la ITC- BT-40. Por tanto, cumpliendo con esta premisa, el cable seleccionado será cable solar flexible RV-K de 6mm² según la norma EN 50618

El circuito constara de cable polo positivo y negativo dispuesto a la intemperie, canalizado mediante tubo aislante de PVC.



ILUSTRACIÓN 3.5. CONDUCTOR SOLAR FLEXIBLE RV-K

El cableado será resistente a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, impactos y abrasión.

Conductor corriente Alterna

Para la parte de corriente alterna “CA” se utilizará un conductor que tendrá una tensión asignada de 0.6/1kV como se indica en la ITC- BT-20. Por tanto, cumpliendo con esta premisa, el cable seleccionado será unipolar H07V-K flexible 16 mm² según la norma UNE 21123-4.



ILUSTRACIÓN 3.6. CONDUCTOR UNIPOLAR H07V-K FLEXIBLE

3.4.4. CUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

La función de este cuadro es la de proteger la línea que va desde este cuadro hasta el cuadro general de mando y protección de la vivienda, la cual suministrara energía a la vivienda mientras la instalación fotovoltaica genere energía.

Este cuadro estará situado en el trastero de la vivienda y contiene los dispositivos generales de mando y protección y se detallan a continuación, en el apartado 3.4.5.

Este cuadro esta alimentado por los circuitos de salida de los inversores los cuales proporcionan una corriente trifásica.

3.4.5. PROTECCIONES.

Protecciones en la parte de continua.

La instalación eléctrica del sistema fotovoltaico dispone de sus propias protecciones, las cuales van incluidas en cada uno de los elementos constituyentes de la misma.

Los módulos fotovoltaicos disponen de unos diodos de bloqueo que evitan la disipación de energía en situaciones de defecto eléctrico.

El inversor dispone de protecciones para fallos tales como pueden ser, baja tensión de entrada, sobretensión de entrada, temperatura elevada, cortocircuito en la salida y sobrecarga.

Para poder hacer independientes las zonas susceptibles a mantenimiento o reparación, se incorporan seccionadores fusibles. Los fusibles necesarios para tal fin son los siguientes:

Para la protección del tramo de los módulos fotovoltaicos al inversor, se instalará un fusible solar 15A 1000VDC 10x38 ZTPV-25, estos fusibles se instalarán en los portafusibles 10x38 1000V.

Protecciones de la parte de alterna

A la salida del inversor se colocará un interruptor automático cuatro polos de 63A curva C y un interruptor diferencial cuatro polos de 63A y 30 mA de sensibilidad Clase AC, que protegerán la línea hasta el cuadro general de protección de la vivienda.

3.4.6. SMART POWER SENSOR.

Este elemento es un sensor trifásico de medición indirecta utilizado en las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo.

Este elemento ira instalado en el cuadro de protección fotovoltaica, aguas abajo del diferencial de 30mA.

Su función es medir y monitorizar el consumo general de la instalación, además de poder programarlo para hacer inyección cero a la red.

El sensor que utilizaremos para no inyectar a red será *Smart Power Sensor TRIFASICO de Hawei medida indirecta DTSU666-H*.

Las características de este elemento se encuentran en su ficha técnica situada en el Anexo 7.4.4.

3.4.7. CAÍDA DE TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Aplicando la normativa del REBT-BT-40 para instalaciones generadoras de tensión en el apartado 5, los cables de conexión deberán estar dimensionadas para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5% para la intensidad nominal. Es por tanto que en el conjunto de la instalación fotovoltaica podrá haber un 1,5% de caída de tensión, tal y como se refleja en la siguiente tabla.

| Instalación Puesta a red | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Circuito | Caída de tensión |
| Panel - Inversor | 1,5% |
| Inversor- Cargas | 1,5% |

TABLA 3.2. CAIDAS DE TENSIÓN PERMITIDAS SEGUN REBT-ITC-40

Tras los cálculos realizados en el apartado 4.6.8 del presente proyecto, las caídas de tensión obtenidas en nuestros circuitos son las mostradas en la siguiente tabla:

| Circuito | c.d.t. (%) | c.d.t. Permitida (%) | c.d.t. Acumulada (%) | c.d.t. Maxima Acumulada (%) |
|---|------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|
| Tramo entre Módulos | 0,28 | 1,5 | 0,28 | 0,28 |
| Módulos – Inversor (tramo 1) | 0,6 | | 0,88 | 0,88 |
| Módulos – Inversor (tramo 2) | 0,12 | | 0,4 | 0,4 |
| Inversor- Cuadro de protección fotovoltaico | 0,05 | 1,5 | 0,05 | 0,93 |
| Cuadro de protección fotovoltaico- Cuadro general de mando y protección | 0,24 | | 0,29 | 1,17 |

TABLA 3.3. CAÍDAS DE TENSIÓN ACUMULADAS

La c.d.t hace referencia a la caída de tensión individual de cada circuito, y la c.d.t permitida, hace referencia a la caída de tensión máxima permitida en cada tramo (1,5% panel inversor) y (1,5% Inversor - Cargas), como se muestra en la tabla 4.5.

En la cuarta columna, la se muestra la c.d.t acumulada de cada línea, como se aprecia, ninguna llega al 1,5%.

Y finalmente, en la quinta columna se muestra la suma total de las caídas de tensión, se aprecia que en ningún caso se supera la caída de tensión máxima permitida, la cual será de un 3%.

3.4.8. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE SOPORTE.

La parte donde estará ubicada la instalación presenta unas dimensiones de 74m² en la zona de la vivienda, en los que se han de repartir los 28 paneles solares distribuyendo 14 módulos en cada fila, estas filas de módulos fotovoltaicos se situaran encima de las cubiertas respetando la inclinación de estas, las cuales serán de 30°, de tal manera que se puedan orientar los módulos hacia el Sur (Azimut 0°) para así tenerla captación solar idónea que recomienda PVGIS.

Siendo la estructura metálica será la encargada de sujetar el panel solar a las tejas de nuestra vivienda.

Se dispondrán 2 filas de paneles fotovoltaicos idénticas, todas con 14 módulos en serie, instalando una fila sobre otra en cada una de las ubicaciones que se detallan al principio de este apartado, tal y como se muestra en la ilustración 3.7, de este modo podemos asegurar que en ningún momento los paneles solares queden cubiertos por la sombra de otros.

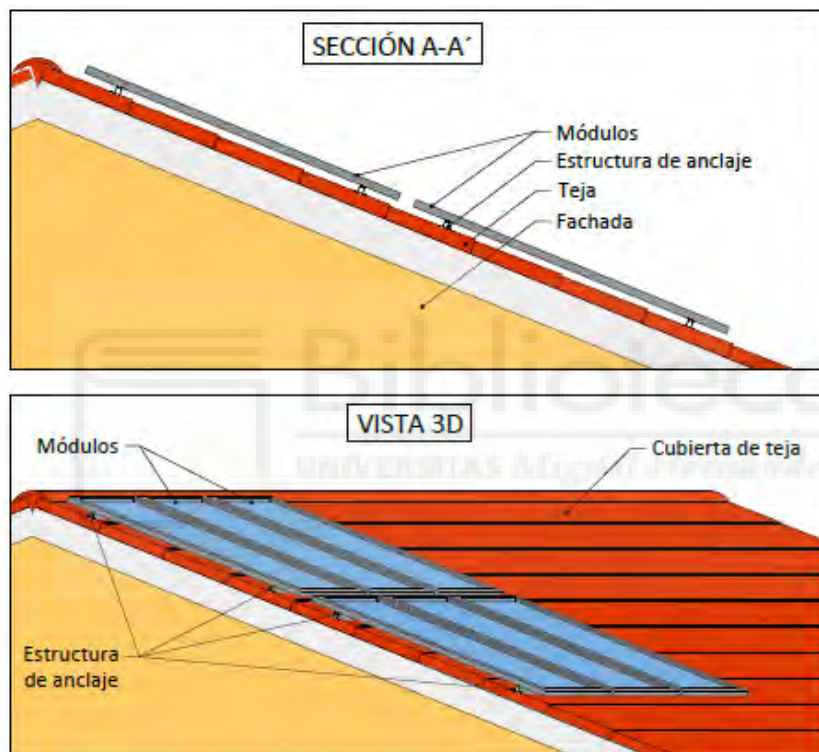


ILUSTRACIÓN 3.7. INSTALACIÓN MÓDULOS FOTOVOLTAICOS SOBRE CUBIERTA

Sobre la cubierta de teja, se colocarán los perfiles G1 que son los perfiles que hemos elegido para nuestra instalación ya que proporciona una fácil instalación debido a los ranurados con los que cuenta.

En la Ilustración 3.8, que vemos a continuación de la sección del perfil se puede observar que cuenta con dos tipos de carriles. En el carril de anclaje se colocan los presores que son las piezas encargadas de sujetar el panel solar a la estructura. En el resto de los carriles se sujetan los elementos de fijación a la cubierta o a la superficie de montaje. Según el tipo de fijación se anclará en los carriles laterales o inferior.

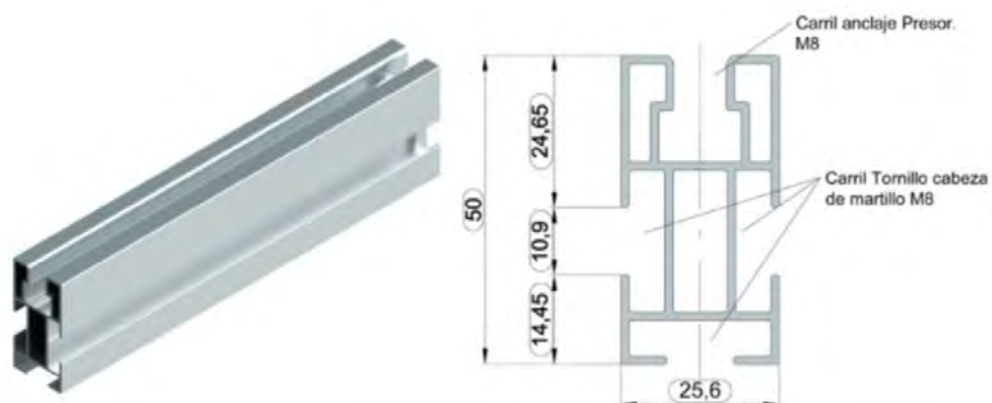


ILUSTRACIÓN 3.8. DISEÑO DEL PERFIL G1

Sobre estos perfiles se anclarán nuestros módulos, colocando cuatro filas de estos, dos por fila de módulos, a lo largo de toda la cubierta de teja.

Para anclar estos perfiles a la cubierta de teja, se emplearán tornillos de rosca (acero inoxidable) con un taco, siendo, tanto la estructura como los soportes, de acero inoxidable, hierro galvanizado o aluminio anodinado, de un espesor de chapa 1mm, quedando la instalación como se indica en la ilustración 3.9, estos se colocarán cada 2m con el fin de que los perfiles queden anclados.



ILUSTRACIÓN 3.9. ANCLAJE TORNILLOS TEJA VIVIENDA

Seguidamente, se fijarán los perfiles G1, a los tornillos que hemos anclado a las tejas, quedando la instalación como se muestra a continuación.

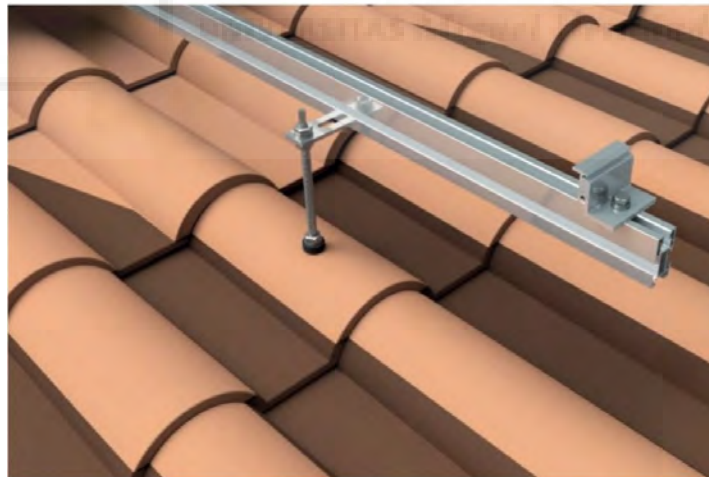


ILUSTRACIÓN 3.10. FIJACIÓN DE PERFILES G1 A LOS TORNILLOS

Los módulos fotovoltaicos llevan en su parte posterior cuatro taladros de anclaje situados en el marco exterior. Mediante tornillos se unirán estos con carriles G1 diseñados para este tipo de aplicaciones colocando sobre los carriles unos presores que serán los encargados de

fijar los módulos al carril, pudiendo sujetar dos paneles simultáneamente como se aprecia en la ilustración 3.11.

Estos presores disponen de un montaje muy sencillo puesto que se inserta directamente sobre la ranura del perfil de montaje.



ILUSTRACIÓN 3.11. FIJACIÓN MÓDULOS MEDIANTE PRESORES

3.4.9. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Los módulos del generador fotovoltaico y los materiales utilizados en la instalación eléctrica deben tener un aislamiento clase II.

Para la puesta a tierra de la instalación y la estructura soporte se instalará un cable de cobre desnudo formando un anillo cerrado que cubra todo el perímetro de la zona de la vivienda de aproximadamente 72m enterrado en el suelo y en el fondo de las zanjas de cimentación de la zona de barbacoa se instalará un cable de cobre desnudo formando un anillo cerrado que cubra todo el perímetro de aproximadamente 54m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben de ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión, de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Algo fundamental a tener en cuenta, es que las canalizaciones metálicas de otros servicios como el agua, gas etc. no podrán ser utilizados nunca como tomas de tierra.

La profundidad de enterramiento en ningún caso puede ser menor de 0.50m.

Cumpliendo con todo lo anteriormente expuesto, se utilizará un conductor de cobre desnudo de 35mm² según indica la ITC-BT-18.



4. CALCULOS JUSTIFICATIVOS.

Este apartado está destinado a la justificación de los cálculos de la instalación de baja tensión y fotovoltaica diseñada en nuestra vivienda.

4.1. POTENCIA TOTAL DE LA VIVIENDA.

Cumpliendo con la ITC-BT-10 se considera un alojamiento con un grado de electrificación elevado, ya que supera ampliamente el límite de 160 m² que estipula el REBT.

Con el objetivo de determinar el número de circuitos, puntos de utilización, la sección de los conductores y tubos a utilizar, protecciones magnetotérmicas, etc. se realiza el estudio de previsión de cargas. Para realizarlo, cumpliendo con la ITC-BT 25, se tienen en cuenta el consumo de cargas, su factor de utilización y su factor de simultaneidad, metros cuadrados de estancias, etc.

El alojamiento dispondrá de un suministro trifásico. Este será aportado a través de dos puntos independientes.

El primero desde la Instalación Solar Fotovoltaica, sin inyección a red, y el segundo desde la Red Eléctrica de Baja Tensión. La repartición de los diferentes circuitos se proyecta de forma que las potencias demandadas de las tres fases se equilibren lo máximo posible.

En la siguiente tabla se indican los circuitos que presenta la instalación clasificados por planta, estancia, número de puntos/tomas, coeficientes, potencia instalada y potencia prevista, resultados totales por circuito y planta y resultados totales por fase asignada.

| CIRCUITOS | Nº TOMAS | POTENCIA INSTALADA (w) | FS | FU | POTENCIA PREVISTA (w) | FASE |
|---|----------|------------------------|------|------|-----------------------|------|
| CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION | | | | | | |
| C1: Iluminación. | 21 | 4200 | 0.75 | 0.5 | 1575 | R |
| C2: Tomas de corriente 1 | 12 | 41400 | 0.2 | 0.25 | 2070 | S |
| C3: Cocina y horno. | 2 | 10800 | 0.5 | 0.75 | 4050 | T |
| C4: Lavadora | 1 | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | R |
| C5: Lavavajillas | 1 | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | S |
| C6: Termo | 1 | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | T |
| C7: Tomas Baño y cocina. | 6 | 2070 | 0.4 | 0.5 | 4140 | R |
| C8:Aire Acondicionado Comedor | 1 | 5230 | 0.7 | 0.5 | 1830,5 | S |
| C9: Aire Acond. Salón y oficina | 2 | 4690 | 0.7 | 0.5 | 1641,5 | S |
| C10: Iluminación exterior. | 17 | 3400 | 0.75 | 0.5 | 1275 | R |
| C11: Tomas de corriente 2. | 12 | 41400 | 0.2 | 0.25 | 2070 | T |
| C12: Videoportero | 1 | 160 | 0.9 | 0.6 | 86,4 | T |
| C13: Motor puerta corredera | 1 | 180 | 0.9 | 0.6 | 97,2 | T |
| C14:Alimentación Subcuadro superior | 1 | - | - | - | 13215,25 | RST |
| C15:Alimentación Subc. barbacoa | 1 | - | - | - | 6758,5 | RST |
| C16:Alimentación Subc. piscina | 1 | - | - | - | 772,5 | RST |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN SUPERIOR | | | | | | |
| C14.1: Iluminación. | 11 | 2200 | 0.75 | 0.5 | 825 | S |
| C14.2: Tomas de corriente. | 17 | 58650 | 0.2 | 0.25 | 2932,5 | R |
| C14.3: Termo. | 1 | 3450 | 0.66 | 0.75 | 1707,75 | T |
| C14.4: Baño Superior. | 2 | 6900 | 0.4 | 0.5 | 1380 | S |
| C14.5: Climatización. | 1 | 5750 | 0.7 | 0.7 | 2817,5 | S |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN BARBACOA | | | | | | |
| C15.1: Iluminación. | 5 | 1000 | 0.75 | 0.5 | 375 | S |
| C15.2: Tomas de corriente. | 6 | 20700 | 0.2 | 0.25 | 1025 | S |
| C15.3: Tomas Baño y cocina. | 4 | 13800 | 0.4 | 0.5 | 2760 | T |

| | | | | | | |
|--|---|------|------|------|--------|---|
| C15.4: Iluminación Recinto piscina. | 7 | 1400 | 0.75 | 0.5 | 1050.5 | T |
| C15.5: Aire Acondicionado | 1 | 5230 | 0.7 | 0.5 | 1830,5 | R |
| C15.6: Motores puerta cochera | 2 | 1600 | 0.8 | 0.6 | 768 | T |
| SUBCUADRO DE MANDO Y PROTECCIÓN PISCINA | | | | | | |
| C16.1. Iluminación | 2 | 400 | 0.75 | 0.5 | 150 | S |
| C16.2. Tomas de corriente. | 1 | 3450 | 0.2 | 0.25 | 172,5 | T |
| C16.3. Subcuadro depuradora | 1 | 750 | 1 | 0.6 | 450 | R |

TABLA 4.1. CIRCUITOS INSTALACIÓN BT

4.2. BASES DE CÁLCULO.

4.2.1. INTENSIDAD ADMISIBLE.

La intensidad se calcula a partir de las siguientes fórmulas.

$$I_{\alpha} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \text{cosp}} \longrightarrow \text{Trifásico.}$$

$$I_{\alpha} = \frac{P}{U \cdot \text{cosp}} \longrightarrow \text{Monofásico.}$$

Donde:

I → Intensidad (A)

P → Potencia de la línea (W)

U → tensión simple fase-neutro (V)

Cosp → Factor de potencia de la instalación.

4.2.2. CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DEL CIRCUITO.

La intensidad total del circuito se calcula a partir de la siguiente fórmula.

$$\text{Intensidad de un circuito interior de vivienda: } I_B = N \cdot I_a \cdot F_s \cdot F_u$$

Donde:

N: n° de tomas o receptores.

I_a: Intensidad prevista por toma o receptor (A)

F_s: (factor de simultaneidad).

F_u: (factor de utilización).

Obtendremos los datos de la tabla 4.2. la cual ha sido extraída de la GUIA-BT-25.

| Circuito de utilización | Potencia prevista por toma (w) | Factor de simultaneidad F _s | Factor de utilización F _u | Tipo de toma | Interruptor automático (A) | Max. N° de puntos de utilización o tomas por circuito | Conductores sección mínima mm ² | Tubo o conducto Diámetro mm |
|--|--------------------------------|--|--------------------------------------|---------------|----------------------------|---|--|-----------------------------|
| C1: iluminación | 200 | 0,75 | 0,5 | Punto luz | 10 | 30 | 1,5 | 16 |
| C2: Tomas de uso general | 3.450 | 0,2 | 0,25 | Base 16A 2p+T | 16 | 20 | 2,5 | 20 |
| C3: Cocina y horno | 5.400 | 0,5 | 0,75 | Base 25A 2p+T | 25 | 2 | 6 | 25 |
| C4: Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico | 3.450 | 0,66 | 0,75 | Base 16A 2p+T | 20 | 3 | 4 | 20 |
| C5: Baño, cocina | 3.450 | 0,4 | 0,5 | Base 16A 2p+T | 16 | 6 | 2,5 | 20 |
| C8: calefacción. | 5.750 | --- | --- | --- | 25 | --- | 6 | 25 |
| C9: Aire acond. | 5.750 | --- | --- | --- | 25 | --- | 6 | 25 |
| C10: Secadora. | 3.450 | 1 | 0,75 | Base 16A 2p+T | 16 | 1 | 2,5 | 20 |
| C11: automatización. | 2.300 | --- | --- | --- | 10 | --- | 1,5 | 16 |

TABLA 4.2. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LOS CIRCUITOS

4.2.3. CAÍDA DE TENSIÓN.

Según la ITC-BT-19 La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea, salvo lo prescrito en las Instrucciones particulares, menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras.

Al tratarse de un suministro a un solo usuario y no disponer de línea general de alimentación (LGA), se permite una caída de tensión del 1.5% en la derivación individual DI, tal y como se aprecia a continuación en la tabla 4.3 que ha sido extraída de la ITC-BT-19.

| TIPO | Para alimentar a: | Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro | ΔU_m | ΔU_I |
|------|--------------------------------------|--|--------------|--------------|
| LGA | Un solo usuario | No existe | | |
| | Contadores concentrados | 0.5% | 2V | |
| | Centralización parcial de contadores | 1% | 4V | |
| DI | Un solo usuario | 1.5% | 6V | 3.45V |
| | Contadores concentrados | 1% | 4V | 2.3V |
| | Centralización parcial de contadores | 0.5% | 2V | 1.15V |

TABLA 4.3. CAÍDAS DE TENSIÓN PERMITIDAS

Para calcular la sección mínima que garantiza una caída de tensión límite previamente establecida podemos aplicar las fórmulas simplificadas siguientes:

$$\Delta U = \frac{L \cdot P}{C_{(T)} \cdot S \cdot U} = \longrightarrow \text{Trifásico.}$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C_{(T)} \cdot S \cdot U} = \longrightarrow \text{Monofásico.}$$

Donde:

$\Delta U \rightarrow$ Caída de tensión (V)

$L \rightarrow$ Longitud de la línea (m)

$S \rightarrow$ Sección (mm^2)

$P \rightarrow$ Potencia de la línea (W)

$U \rightarrow$ tensión simple fase-neutro (V)

$C_{(T)} \rightarrow$ Conductividad, en ($\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2$)

4.2.4. VERIFICACIÓN DE LA CAÍDA DE TENSIÓN EN CONDICIONES REALES DE UTILIZACIÓN DEL CONDUCTOR.

Las condiciones reales de servicio no son las normales de cálculo. Se deberá comprobar por tanto el que, a la temperatura prevista de servicio del conductor, la caída de tensión se sigue manteniendo dentro de los límites reglamentarios, para ello calcularemos el coeficiente de variación con la temperatura de la resistencia a 20°C tomando como $\alpha_{Cu} = 0,00393^\circ\text{C}$.

Calcularemos la caída de tensión con el nuevo coeficiente de $C(T)$

$$T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 \quad (^\circ\text{C})$$

$$C_{(T)} = \frac{C_{(20^\circ\text{C})}}{1 + \alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20})} \quad (\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m})$$

$$\Delta U = \frac{L \cdot P}{C_{(T)} \cdot S \cdot U} \quad (\text{V})$$

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U \cdot 100}{U} \quad (\%)$$

Donde:

T → temperatura, (90°C termoestables y 70°C termoplásticos) (°C)

$C_{(T)}$ → Conductividad, en (m/Ω·mm²)

T_{max} → Temperatura máxima (°C)

T_0 → Temperatura de referencia del conductor (subterráneo 25°C, aérea 40°C) (°C)

ΔU → Caída de tensión (V)

4.2.5. SECCIÓN ECONÓMICA DEL CONDUCTOR.

Una vez establecidos la sección de los conductores de tal forma que cumplan con la intensidad máxima admisible y con las caídas máximas de tensión establecidas en el REBT, se deberá aportar un cálculo económico del coste que supone las pérdidas en la instalación, y su comparación con las que supondría si eligiéramos conductores de sección superior ya que a mayor sección menores pérdidas y por tanto menores costes de estas. Se tratará de encontrar el equilibrio entre la inversión inicial y los ahorros que supone el disminuir las pérdidas en la instalación.

Para el cálculo de esta sección, aplicaremos las siguientes fórmulas.

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{C_{(T)} \cdot \Delta U \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)} \quad \text{—————} \rightarrow \text{Monofásico.}$$

$$S = \frac{L \cdot P}{C_{(T)} \cdot \Delta U \cdot U} \text{ (mm}^2\text{)} \quad \text{—————} \rightarrow \text{Trifásico.}$$

Donde:

ΔU → Caída de tensión (V)

L → Longitud de la línea (m)

S→Seccion (mm²)

P→ Potencia de la linea (W)

U→ tension simple fase-neutro (V)

C_(T)→ Conductividad, en (m/Ω·mm²)

4.2.6. CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.

Como simplificación del proceso de cálculo podemos utilizar la fórmula:

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{R}$$

Donde:

I_{cc}→ Intensidad maxima de cortocircuito en el punto considerado (A)

U→ La tension de alimentacion fase-neutro (230V) (V)

R→ Resistencia del conductor fase en el punto considerado y la alimentacion (Ω)

4.3. INSTALACIÓN DE ENLACE.

4.3.1. C.P.M. Y L.D.I.

Cumpliendo con el REBT en su instrucción ITC-BT-19, se parte de una c.d.t. en la LDI de 1,5%, que es el máximo permitido por la reglamentación vigente.

La intensidad máxima según la previsión de cargas realizada:

$$I_a = (P/\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cosp}) = (41152,6/(\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1)) = 59,4 \text{ A.}$$

Como se trata de un circuito trifásico:

Caída de tensión AU = $((V \cdot 1.5) / 100) = ((400 \cdot 1.5) / 100) = 6 \text{ V}$

Sección S = $((L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((34 \cdot 41152,6) / (48 \cdot 6 \cdot 400)) = 12,14 \text{ mm}^2$

Sección elegida según la tabla 4.6 de este apartado la cuál ha sido extraída de la ITC-BT-15: 16mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

Temperatura cable T = $T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_a / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (59,4/110)^2 = 48,74^\circ\text{C}$

Conductividad del cobre C_(T) = $(56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(48,74)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (48,74 - 20))) = 50,32 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(50,32)} \cdot S \cdot U)) = ((34 \cdot 41152,6) / (50,32 \cdot 16 \cdot 400)) = 4,34 \text{ V}$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 1,09\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 1,5% marcado en la ITC-BT-19.

La sección según los cálculos será de 12,14 mm². El REBT, en su instrucción ITC-BT-15, indica que la sección mínima de la LDI será de 6 mm² para conductores polares, neutro y protección. Por tanto, la sección elegida es 16 mm² tal como se indica en la tabla 4.6 de este apartado.

A continuación, se realizan las comprobaciones necesarias para corroborar que la sección calculada es correcta:

Al tratarse de una línea que en su instalación se encontrará enterrada bajo tubo, el conductor a instalar serán cables unipolares con aislamiento de PVC, 450/750 V. Desig. UNE: H07V-K.

En ITC-BT-07 y en la norma UNE 20460-5-523:2004 se indica que para cables soterrados bajo tubo con una tensión asignada hasta 0,6/1kV, la intensidad admisible de un conductor de cobre de esas características y de sección 16 mm² es de 110 A. Por tanto, la sección es correcta, pues la intensidad máxima para la que está diseñada la instalación es de 59,4 A.

En el apartado 4.5.1, se ha realizado el cálculo que justifica el uso de la sección de esta línea con respecto a los fusibles que se instalaran en la CPM para proteger dicha línea. Estos serán, como hemos dicho de 63 A

CONCLUSIÓN

Tanto el cableado de la C.P.M como el de la L.D.I se realizada con conductores de aislamiento de PVC de 16mm² de sección. Este conductor soportara una intensidad máxima de 110A y en la C.P.M se instalarán fusibles de protección tipo gG de 63A según la NI 42-72-00.



4.4. INSTALACIONES DE LA VIVIENDA.

4.4.1. PROTECCIONES GENERALES.

La totalidad de los dispositivos de protección utilizados cumplen con las especificaciones recogidas en las ITC-BT-17, ITC-BT-22, ITC-BT-23 e ITCBT-24 que les son de aplicación.

La protección contra sobreintensidades se realiza mediante interruptores automático (magnetotérmicos). Estos protegen simultáneamente contra cortocircuitos y contra sobrecargas.

En cuanto a la protección frente a cortocircuitos, el poder de corte de los dispositivos de protección es mayor o igual a la intensidad de cortocircuito máxima que pueda producirse en el punto de su instalación y que corresponde a un cortocircuito trifásico, en el lugar de colocación de los dispositivos de protección. La elección de los dispositivos asegura que el tiempo de corte de toda corriente que resulte de un cortocircuito que se produzca en cualquier punto del circuito, no es superior al tiempo que los conductores tardan en alcanzar su temperatura límite admisible.

Las características de funcionamiento de los dispositivos que protegen un cable (o conductor) contra sobrecargas cumplen satisfactoriamente con las dos condiciones siguientes:

$$1) I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$2) I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

Siendo:

- **I_b** = Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- **I_n** = Corriente asignada del dispositivo de protección.

- **Iz** = Corriente máxima admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.
- **I2 = Corriente** que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (tc tiempo convencional según norma). Este valor se encuentra en la norma de producto o es legible en las especificaciones proporcionadas por el fabricante.

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la I2 de los IA es If (intensidad de funcionamiento).

La protección contra contactos directos e indirectos se realiza mediante interruptores diferenciales de calibres variados en función del grupo de circuitos que protegen, cumpliendo así con las especificaciones de la ITC-BT-17. Todos los ID instalados cumplen además con las solicitudes indicadas en la ITC-BT-24 que les son de aplicación.

Caja de protección y medida C.P.M.

Para una correcta elección de los fusibles alojados en la CPM para la protección frente a sobrecargas se ha de cumplir que:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

En la instalación diseñada:

- Sección LDI calculada de 16 mm². Esta sección del tipo de cable elegido, 3 x PVC, soporta una intensidad $I_z = 110$ A.
- La corriente para la que se ha diseñado el circuito calculado anteriormente, $I_b = 59,4$ A.

- La corriente asignada de los fusibles elegidos es $I_n = 63 \text{ A}$.

Siguiendo la ITC-BT-22, los fusibles elegidos para la instalación son del tipo gG, pues cortan intensidades de sobrecarga y de cortocircuito y son de uso general. Para este tipo de fusibles, y para una $I_n \geq 16 \text{ A}$, como es el caso, $I_f = 1,60 \cdot I_n$; es decir:

$$I_f = 1,60 \cdot 63 = 100,8 \text{ A}$$

Por tanto, se cumplen las dos expresiones:

$$1) \quad I_b \leq I_n \leq I_z \rightarrow 59,4 \text{ A} \leq 63 \text{ A} \leq 110 \text{ A}$$

$$2) \quad I_2 \leq 1,45 \cdot I_z \rightarrow 100,8 \leq 1,45 \cdot 110 \text{ A} \rightarrow 100,8 \leq 162,8 \text{ A}$$

Entonces, según las características de la instalación diseñada, la decisión de instalar fusibles del tipo gG de calibre 63A es correcta.

Interruptores automáticos.

El funcionamiento de los IA se define mediante una curva en la que se observan dos tramos:

- Disparo por sobrecargas
- Disparo por cortocircuito (magnético)

Para instalaciones domésticas se definen tres clases de disparo magnético (I_m) según el múltiplo de la corriente asignada (I_n), con valores normalizados:

- Curva B: $I_m = (3/5) \cdot I_n$
- Curva C: $I_m = (5/10) \cdot I_n$
- Curva D: $I_m = (10/20) \cdot I_n$

En la Ilustración 4.4. se representa la curva de disparo de los distintos tipos de Interruptores automáticos modulares.

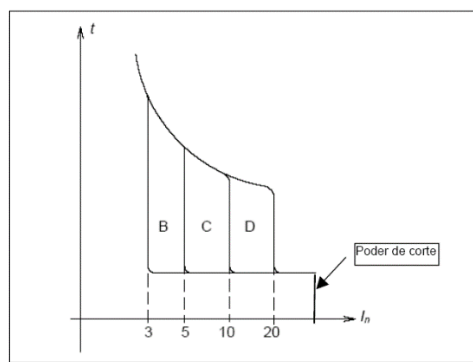


ILUSTRACIÓN 4.4 CURVA DISPARO

Se utilizará la curva C, que es la habitual de uso para instalaciones domésticas o análogas. Todos son de corte omnipolar y sus características de interrupción están de acuerdo con las corrientes admisibles de los conductores del circuito que protegen.

4.4.2. DIMENSIONADO DE LOS CIRCUITOS DE LA VIVIENDA.

Circuitos en el interior de la vivienda

El dimensionado se realiza a partir de:

- Número de puntos de utilización de cada circuito.
- Factores de simultaneidad y utilización.
- Potencia prevista por cada toma.
- Intensidad admisible de los conductores.
- Caída de tensión.

Además, se tendrá en cuenta:

- Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750 V, como mínimo.
- Los conductores de protección serán de cobre y se instalarán por la misma canalización que los conductores activos.
- Las secciones mínimas establecidas para cada circuito.
- La caída de tensión máxima permitida será del 3% de la tensión nominal.
- La intensidad máxima admisible del conductor de fase será la fijada según la GUÍA - BT- 19, la cual hace referencia a conductores de cobre, no enterrados.
- El método de instalación seleccionado para cada circuito será conforma a la GUÍA - BT- 19 representada en la tabla 4.5. que se muestra más adelante.
- El conductor neutro tendrá una sección igual a la del conductor de fase

Los conductores deben, por una parte, soportar la intensidad que circula por ellos y no provocar una caída de tensión excesiva según se marca en las diferentes instrucciones del REBT, y por otra ser la elección más rentable económicamente hablando para lo cual se hará necesario determinar par cada parte de la instalación la sección económica del conductor.

| Método de instalación* | Número de conductores cargados y tipo de aislamiento | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|--|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | 2x XLPE | | | | | | |
| A1 | | | | | | | | | | | | |
| A2 | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | 2x XLPE | | | | | | | |
| B1 | | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | | 2x XLPE | | | |
| B2 | | | 3x PVC | 2x PVC | | 3x XLPE | 2x XLPE | | | | | |
| C | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE | | 2x XLPE | | |
| E | | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE | | 2x XLPE | |
| F | | | | | | | 3x PVC | | 2x PVC | 3x XLPE | | 2x XLPE |
| Sección mm ² COBRE | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| 1,5 | 11 | 11,5 | 13 | 13,5 | 15 | 16 | 16,5 | 19 | 20 | 21 | 24 | -- |
| 2,5 | 15 | 16 | 17,5 | 18,5 | 21 | 22 | 23 | 26 | 26,5 | 29 | 33 | -- |
| 4 | 20 | 21 | 23 | 24 | 27 | 30 | 31 | 34 | 36 | 38 | 45 | -- |
| 6 | 25 | 27 | 30 | 32 | 36 | 37 | 40 | 44 | 46 | 49 | 57 | -- |
| 10 | 34 | 37 | 40 | 44 | 50 | 52 | 54 | 60 | 65 | 68 | 76 | -- |
| 16 | 45 | 49 | 54 | 59 | 66 | 70 | 73 | 81 | 87 | 91 | 105 | -- |
| 25 | 59 | 64 | 70 | 77 | 84 | 88 | 95 | 103 | 110 | 116 | 123 | 140 |
| 35 | -- | 77 | 86 | 96 | 104 | 110 | 119 | 127 | 137 | 144 | 154 | 174 |
| 50 | -- | 94 | 103 | 117 | 125 | 133 | 145 | 155 | 167 | 175 | 188 | 210 |
| 70 | -- | -- | -- | 149 | 160 | 171 | 185 | 199 | 214 | 224 | 244 | 269 |
| 95 | -- | -- | -- | 180 | 194 | 207 | 224 | 241 | 259 | 271 | 296 | 327 |
| 120 | -- | -- | -- | 208 | 225 | 240 | 260 | 280 | 301 | 314 | 348 | 380 |
| 150 | -- | -- | -- | 236 | 260 | 278 | 299 | 322 | 343 | 363 | 404 | 438 |
| 185 | -- | -- | -- | 268 | 297 | 317 | 341 | 368 | 391 | 415 | 464 | 500 |
| 240 | -- | -- | -- | 315 | 350 | 374 | 401 | 435 | 468 | 490 | 552 | 590 |
| 300 | -- | -- | -- | 361 | 401 | 430 | 461 | 500 | 538 | 563 | 638 | 678 |
| 400 | -- | -- | -- | 431 | 480 | 515 | 552 | 600 | 645 | 674 | 770 | 812 |
| 500 | -- | -- | -- | 493 | 551 | 592 | 633 | 687 | 741 | 774 | 889 | 931 |
| 630 | -- | -- | -- | 565 | 632 | 681 | 728 | 790 | 853 | 890 | 1028 | 1071 |

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de policloruro de vinilo (V).

TABLA 4.5.A. TIPO DE AISLAMIENTO

| | |
|----|--|
| A1 | <ul style="list-style-type: none"> - Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes - Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes. - Conductores unipolares aislados en molduras. - Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas. - Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas. |
| A2 | <ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes. |
| B1 | <ul style="list-style-type: none"> - Conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra - Conductores aislados o cable unipolar en tubo sobre pared de madera o mampostería separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Conductores unipolares aislados en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en conductos cerrados de sección no circular en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular empotrados en obra de fábrica con una resistividad térmica no superior a 2K·m/W ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora empotrada en el suelo - Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados - Cables uni o multiconductores en falsos techos o suelos técnicos ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora suspendida - Conductores aislados o cables unipolares en tubos en canalizaciones no ventiladas ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventilados - Cables uni o multiconductores en canales de obra ventilados - Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados (rodapiés ranurado) |
| B2 | <ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en obra - Cables multiconductores en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Cables multiconductores en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables multiconductores en canal protectora suspendida - Cables multiconductores dentro de zócalos acanalados(rodapiés ranurado) - Cables multiconductores en canal protectora empotrada en el suelo - Cables multiconductores en conductos perfilados empotrados |
| C | <ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores directamente bajo un techo de madera - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas no perforadas - Cables unipolares o multiconductores fijados en el techo o pared de madera o espaciados 0,3 veces el diámetro del cable - Cables uni o multiconductores empotrados directamente en paredes |
| E | <ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores separados de la pared una distancia no inferior a 0,3 D ⁵⁾ - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de rejilla - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de escalera - Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fiador |
| F | <ul style="list-style-type: none"> - Se aplica a los mismos sistemas de instalación que el tipo E, cuando la sección del conductor es superior a 25 mm² - Cables unipolares en contacto mutuo separados de la pared una distancia no inferior a D ⁵⁾ |

TABLA 4.5.B. TIPO DE AISLAMIENTO

Circuitos soterrados de alumbrado exterior

Según la ITC-BT-09 la sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm².

En la siguiente tabla, Tabla 4.6. se especifica para cada uno de los tipos de conductores de cobre la intensidad máxima admisible en función de la sección del cable y tipo de instalación, no se aplicarán factores de corrección puesto que contamos con una temperatura del terreno de 25°C, una resistividad térmica del terreno de 1K.m/W y una profundidad de enterramiento de 0,7m. además no contamos con agrupación de circuitos.

| SECCIÓN NOMINAL mm ² | Terna de cables unipolares (1) (2) | | 1 cable tripolar o tetrapolar (3) | |
|---------------------------------|---|-----|--|-----|
| |  | |  | |
| | TIPO DE AISLAMIENTO | | | |
| | XLPE | PVC | XLPE | PVC |
| 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 4.6. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Circuitos soterrados en el interior de tubos

Según la ITC-BT-07 la sección mínima a emplear en los conductores de los cables, incluido el neutro, será de 6 mm² para conductores de cobre.

En la siguiente tabla, Tabla 4.6. se especifica para cada uno de los tipos de conductores de cobre, la intensidad máxima admisible en función de la sección del cable y tipo de instalación, no se aplicarán factores de corrección puesto que contamos con una temperatura del terreno de 25°C, una resistividad térmica del terreno de 1K.m/W y una profundidad de enterramiento de 0,7m. además no contamos con agrupación de circuitos.

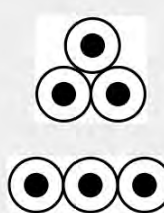

| Sección nominal mm ² | Terna de cables unipolares (1) (2) | | | 1 cable tripolar o tetrapolar (3) | | |
|------------------------------------|---|-----|-----|--|-----|-----|
| |  | | |  | | |
| | Tipo de aislamiento | | | | | |
| | XLPE | EPR | PVC | XLPE | EPR | PVC |
| 6 | 72 | 70 | 63 | 66 | 64 | 56 |
| 10 | 96 | 94 | 85 | 88 | 85 | 75 |
| 16 | 125 | 120 | 110 | 115 | 110 | 97 |
| 25 | 160 | 155 | 140 | 150 | 140 | 125 |
| 35 | 190 | 185 | 170 | 180 | 175 | 150 |
| 50 | 230 | 225 | 200 | 215 | 205 | 180 |
| 70 | 280 | 270 | 245 | 260 | 250 | 220 |
| 95 | 335 | 325 | 290 | 310 | 305 | 265 |
| 120 | 380 | 375 | 335 | 355 | 350 | 305 |
| 150 | 425 | 415 | 370 | 400 | 390 | 340 |
| 185 | 480 | 470 | 420 | 450 | 440 | 385 |
| 240 | 550 | 540 | 485 | 520 | 505 | 445 |
| 300 | 620 | 610 | 550 | 590 | 565 | 505 |
| 400 | 705 | 690 | 615 | 665 | 645 | 570 |
| 500 | 790 | 775 | 685 | - | - | - |
| 630 | 885 | 870 | 770 | - | - | - |

TABLA 4.7. INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE PARA CONDUCTORES BAJO TUBO

Según la ITC-BT-07, Para el caso de los conductores trifásicos, donde se colocará una agrupación de cables en el interior de tubos aplicaremos un factor de corrección en función del número de conductores, tal como se indica a continuación.

| 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 4.8. FACTOR DE CORRECCIÓN POR AGRUPACIÓN

En el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.

Circuito C1: Iluminación.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 21
- Longitud: 17 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 200 W.
- Potencia de cálculo total: 1575W.
- $F_S=0,75$; $F_U=0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu}=0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)}=48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad.}}$ a $40^{\circ}C$. según ITC-BT-19: 13,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (200/230 \times 1) = 0,87 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 21 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 6,85 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 17 \cdot 1575) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,71 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación: $1,5 \text{ mm}^2$, sería correcta, puesto que la calculada es inferior

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (6,85/13,5)^2 = 47,72^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(47,72)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (47,72 - 20))) = 50,5 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(50,5)} \cdot S \cdot U)) = ((17 \cdot 1575) / (50,5 \cdot 1,5 \cdot 230)) = 1,54 \text{ V}$$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,67\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C1

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 1,5mm²: 16mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 10 A.

Circuito C2: Tomas de corriente 1.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 12
- Longitud: 23 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 2070 W.
- $F_S = 0,2$; $F_U = 0,25$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{max.ad.}$ a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \cos\phi) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 21 \cdot 15 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 9 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9V$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 23 \cdot 2070) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 1,25 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a Tomas de uso general: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (9/18,5)^2 = 47,1^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(47,1)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (47,1 - 20))) = 50,61 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(50,61)} \cdot S \cdot U)) = ((17 \cdot 2070) / (50,61 \cdot 1,5 \cdot 230)) = 1,64V$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,71\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C2

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de uso general se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C3: Cocina y horno.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 2
- Longitud: 13m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 5400W.
- Potencia de cálculo total: 4050 W.
- F_S= 0,5; F_U= 0,75.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 32A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (5400/230 \times 1) = 23,48 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 2 \cdot 23,48 \cdot 0,5 \cdot 0,75 = 17.61 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9\text{V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 2 \cdot 4050) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 1,38\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a Cocina y horno: 6mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

Temperatura cable T = $T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B/I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (17,61/32)^2 = 49,09^\circ\text{C}$

Conductividad del cobre C_(T) = $(56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(49,09)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (49,09 - 20))) = 50,26 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(50,26)} \cdot S \cdot U)) = ((2 \cdot 4050) / (50,26 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,76\text{V}$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,33\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C3.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 6 mm²: 25mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a Cocina y horno, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 25 A.

Circuito C4: Lavadora.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 16 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 1707,75 W.
- $F_S = 0,66$; $F_U = 0,75$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^\circ C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad.}}$ a $40^\circ C$. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 15 \cdot 0,66 \cdot 0,75 = 7,43 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 16 \cdot 1707,75) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,72 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la lavadora: $2,5 \text{ mm}^2$, sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (7,43/18,5)^2 = 44,83 \text{ }^\circ C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(44,83)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (44,83 - 20))) = 51,02 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(51,02)} \cdot S \cdot U)) = ((16 \cdot 1707,75) / (51,02 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,94V$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,40\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C4 Lavadora

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la lavadora se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C5: Lavavajillas.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 13 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 1707,75 W.
- $F_S = 0,66$; $F_U = 0,75$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{max.ad.}$ a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \cos\phi) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 15 \cdot 0,66 \cdot 0,75 = 7,43 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 13 \cdot 1707,75) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,58 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la toma del lavavajillas: 2,5 mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (7,43/18,5)^2 = 44,83 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(44,83)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (44,83 - 20))) = 51,02 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,02)} \cdot S \cdot U)) = ((16 \cdot 1707,75) / (51,02 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,76 \text{ V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,33\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C5

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la toma del lavavajillas se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C6: Termo.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 16 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 1707,75 W.
- F_S= 0,66; F_U= 0,75.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 15 \cdot 0,66 \cdot 0,75 = 7,43 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 16 \cdot 1707,75) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,72 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado al termo eléctrico: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

Temperatura cable T = $T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B/I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (7,43/18,5)^2 = 44,83^\circ\text{C}$

Conductividad del cobre C_(T) = $(56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(44,83)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (44,83 - 20))) = 51,02 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(51,02)} \cdot S \cdot U)) = ((16 \cdot 1707,75) / (51,02 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,94\text{V}$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,40\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C6

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado al termo eléctrico se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C7: Tomas Baño y cocina.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 6
- Longitud: 11 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 2070 W.
- $F_S = 0,4$; $F_U = 0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^\circ C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad.}}$ a $40^\circ C$. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 6 \cdot 15 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 18 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 11 \cdot 2070) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,6 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a las tomas de baño y cuarto de cocina: $2,5 \text{ mm}^2$, sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (18/18,5)^2 = 68,4^\circ C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(68,4)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (68,4 - 20))) = 47 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(47)} \cdot S \cdot U)) = ((11 \cdot 2070) / (47 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,52 \text{ V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión \%AU} = (AU \cdot 100/U) = 0,22\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C7

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a las tomas de baño y cuarto de cocina se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16A.

Circuito C8: Aire Acondicionado Comedor.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 12 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 1830,5 W.
- $F_S = 0,7$; $F_U = 0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad. a } 40^{\circ}C. \text{ según ITC-BT-19}} = 18,5 \text{ A}$

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \cos\phi) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 5,25 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 12 \cdot 1830,5) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,58 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a aire acondicionado: 2,5 mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (5,25 / 18,5)^2 = 42,42 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56 / (1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20})))) = C_{(42,42)} = (56 / (1 + (0,00393 \cdot (42,42 - 20)))) = 51,46 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(51,46)} \cdot S \cdot U)) = ((12 \cdot 1830,5) / (51,46 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,46 \text{ V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión \%AU} = (AU \cdot 100 / U) = 0,20\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C8

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a aire acondicionado, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C9: Aire Acondicionado. Salón y oficina.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 2
- Longitud: 12 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 4690 W.
- Potencia de cálculo total: 1641,5 W.
- F_S= 0,7; F_U= 0,5.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 25 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (3450/230 \times 1) = 20,4 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 15 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 24,5 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 12 \cdot 1641,5) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,52 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a aire acondicionado: 6 mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

Temperatura cable T = $T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B/I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (24,5/32)^2 = 57,54^\circ\text{C}$

Conductividad del cobre C_(T) = $(56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(57,54)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (57,54 - 20))) = 48,8 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(48,8)} \cdot S \cdot U)) = ((12 \cdot 1641,5) / (48,8 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,29\text{V}$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,13\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C9

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 6 mm²: 25mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a aire acondicionado se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 25A.

Circuito C10: Iluminación exterior.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 17
- Longitud: 50 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 200 W.
- Potencia de cálculo total: 1275 W.
- F_S= 0,75; F_U= 0,5.

- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.5): Terna de cables unipolares enterrados bajo tubo, los conductores seran de cobre con aislamiento de PVC.
- I_{max.ad.} a 25°C. según ITC-BT-09= 50 A
- Factor de correccion por soterramiento bajo tubo = 0,8
- I_{max.ad.} a 25°C. aplicando el factor de corrección = 40 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cosp}) = (200/230 \times 1) = 0,86 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 17 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 5,55 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9\text{V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 50 \cdot 1275) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 1,68\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-09 para un circuito destinado a iluminación exterior con conductores bajo tierra: 6mm², seria correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (5,55/40)^2 = 40,57^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(40,57)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40,57 - 20))) = 51,81 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(51,81)} \cdot S \cdot U)) = ((17 \cdot 1275) / (51,81 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,89\text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión \%AU} = (AU \cdot 100/U) = 0,39\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-09.

Selección Circuito C10

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-21 para un circuito de iluminación soterrado con una sección de 6mm² y 6 conductores como máximo: 50mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito soterrado destinado a iluminación se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 10 A.

Circuito C11: Tomas de corriente 2.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 12
- Longitud: 22m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 2070 W.
- F_S= 0,2; F_U= 0,25.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 12 \cdot 15 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 9 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 22 \cdot 2070) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 1,19 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de uso general: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (9/18,5)^2 = 47,1^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(47,1)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (47,1 - 20))) = 50,61 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(50,61)} \cdot S \cdot U)) = ((22 \cdot 2070) / (50,61 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 1,57\text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,68\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C11

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-21 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de uso general, se instalará una protección Térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C12: Videoportero.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 42 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 160 W.
- Potencia de cálculo total: 86,4 W.
- $F_S = 0,9$; $F_U = 0,6$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.5): Terna de cables unipolares enterrados bajo tubo, los conductores seran de cobre con aislamiento de PVC.
- $I_{\text{max.ad.}}$ a $25^{\circ}C$. según ITC-BT-07= 63A
- Factor de correccion por 0 de separacion entre 6 conductores. = 0,56
- Factor de correccion por soterramiento bajo tubo. = 0,8
- $I_{\text{max.ad.}}$ a $25^{\circ}C$. aplicando el factor de corrección. = 28,22 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (160/230 \times 1) = 0,70 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 0,69 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,38 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 42 \cdot 86,4) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,1 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a toma de corriente del videoportero: $2,5 \text{ mm}^2$, seria correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (0,38/28,22)^2 = 40^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(40)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40 - 20))) = 51,91 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

Caída de tensión $AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,91)} \cdot S \cdot U)) = ((42 \cdot 86,4) / (51,91 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,05V$

Porcentaje caída de tensión $\%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,022\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-07.

Selección Circuito C12

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-21 para un circuito soterrado con una sección de 2,5mm²: 50mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación del videoportero se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C13: Motor puerta corredera.

En el caso del motor encargado de la apertura y cierre de las puertas de acceso a vehículos de la finca y del alojamiento, el coeficiente a utilizar es de 1,25 sobre el motor.

Como la potencia del motor es de 180 W, la potencia que se introduce en la expresión es: $P = (180 W \cdot 1,25) + 180 W = 405 W$ y al multiplicar nuestro factor de simultaneidad y de utilización de 0,9 y 0,6 respectivamente obtenemos una $P = 218,7W$, que pasa a ser la potencia prevista para este circuito en cuanto al cálculo de sección y no la indicada inicialmente.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 42 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 180 W.
- Potencia de cálculo total: 218 W.
- $F_S = 0,9$; $F_U = 0,6$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.5): Terna de cables unipolares enterrados bajo tubo, los conductores seran de cobre con aislamiento de PVC.
- $I_{\text{max.ad. a } 25^{\circ}C}$. según ITC-BT-07= 63A
- Factor de correccion por 0 de separacion entre 6 conductores. = 0,56
- Factor de correccion por soterramiento bajo tubo. = 0,8
- $I_{\text{max.ad. a } 25^{\circ}C}$. aplicando el factor de corrección. = 28,22 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cosp}) = (180/230 \times 1) = 0,7 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 0,69 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,37 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 42 \cdot 97,2) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,24 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-07 para un circuito destinado a toma de corriente instalado bajo tierra: 6mm², seria correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (0,42/28,22)^2 = 40^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(40)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40 - 20))) = 51,91 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(51,91)} \cdot S \cdot U)) = ((42 \cdot 97,2) / (51,91 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,13 \text{ V}$$

Porcentaje caída de tensión $\%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,056\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-07.

Selección Circuito C13

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-07 para un circuito con una sección de 6mm²: 50mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a dar servicio a un motor, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C14: Alimentación Subcuadro superior.

Datos

- Tensión de servicio: 400 V.
- Longitud: 14 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia de cálculo total: 9662,75 W.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 32 A

Cálculos

$$I_a = (P/\sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cosp}) = (9662,75/(\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1)) = 13,95 \text{ A.}$$

Caída de tensión AU = $((V \cdot 3) / 100) = ((400 \cdot 3) / 100) = 12V$

Sección S = $((L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((14 \cdot 9662,75) / (48 \cdot 12 \cdot 230)) = 0,6\text{mm}^2$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,056\%$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de un Subcuadro: 6mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

Temperatura cable T = $T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (13,95/32)^2 = 45,65^\circ\text{C}$

Conductividad del cobre C_(T) = $(56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(50,86)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40 - 20))) = 50,86\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(50,86)} \cdot S \cdot U)) = ((42 \cdot 9662,75) / (50,86 \cdot 6 \cdot 400)) = 1,10V$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,28\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C14.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 6 mm²: 50mm.

- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de un Subcuadro, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 40 A.

Circuito C15: Alimentación Subcuadro barbacoa.

Datos

- Tensión de servicio: 400 V.
- Longitud: 14 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia de cálculo total: 6758,5 W.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.5): Terna de cables unipolares enterrados bajo tubo, los conductores seran de cobre con aislamiento de PVC.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 32 A

Cálculos

$$I_a = (P / \sqrt{3} \cdot V \cdot \text{Cosp}) = (6758,5 / (\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1)) = 9,75 \text{ A.}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((400 \cdot 3) / 100) = 12V$$

$$\text{Sección S} = ((L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((14 \cdot 6758,5) / (48 \cdot 12 \cdot 230)) = 0,41 \text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-07 para un circuito soterrado destinado a la alimentación de un Subcuadro: 6mm², seria correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_A / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (9,75/32)^2 = 42,79^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(42,79)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40 - 20))) = 51,40 \text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(51,40)} \cdot S \cdot U)) = ((14 \cdot 6758,5) / (51,40 \cdot 6 \cdot 400)) = 0,77V$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,19\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-07.

Selección Circuito C15.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-21 para un circuito soterrado con una sección de 6 mm²: 50mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de un Subcuadro, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 40 A.

Circuito C16: Alimentación Subcuadro piscina.

Datos

- Tensión de servicio: 400 V.
- Longitud: 28 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia de cálculo total: 772,5 W.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.5): Terna de cables unipolares enterrados bajo tubo, los conductores seran de cobre con aislamiento de PVC.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 32 A

Cálculos

$$I_a = (P/\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi) = (772,5/(\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1)) = 1,11 \text{ A.}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 3)/100) = ((400 \cdot 3)/100) = 12V$$

$$\text{Sección } S = ((L \cdot P)/(C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((14 \cdot 6758,5)/(48 \cdot 12 \cdot 230)) = 0,1\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito soterrado destinado a la alimentación de un Subcuadro: 6mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_A/I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (1,11/32)^2 = 40^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(40)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40 - 20))) = 51,91\text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P)/(C_{(51,91)} \cdot S \cdot U)) = ((28 \cdot 772,5)/(51,91 \cdot 6 \cdot 400)) = 0,17V$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,043\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-07.

Selección Circuito C16.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 4x6+TTx6mm² Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-21 para un circuito soterrado con una sección de 6mm²: 50mm.

- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de un Subcuadro, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 25 A.

Circuito C14.1: iluminación.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 11
- Longitud: 17 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 200W.
- Potencia de cálculo total: 825 W.
- $F_S = 0,75$; $F_U = 0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^\circ\text{C}$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad.}}$ a 40°C . según ITC-BT-19= 13,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (200/230 \times 1) = 0,87 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 17 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 3,59 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9\text{V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 17 \cdot 825) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,37\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación: 1,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (3,59/13,5)^2 = 42,12^\circ\text{C}$$

Conductividad del cobre $C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(42,12)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (42,12 - 20))) = 51,52 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión $AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,52)} \cdot S \cdot U)) = ((17 \cdot 825) / (51,52 \cdot 1,5 \cdot 230)) = 0,79 \text{ V}$

Porcentaje caída de tensión $\%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,35\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C14.1.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 1,5mm²: 16mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 10 A.

Circuito C14.2: Tomas de corriente.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 17
- Longitud: 15 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 2932,5 W.
- $F_S = 0,2$; $F_U = 0,25$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393/^\circ\text{C}$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\phi) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 17 \cdot 15 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 12,75 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9V$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 17 \cdot 1575) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 1,16\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a Tomas de corriente: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (12,75/18,5)^2 = 54,25 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(54,25)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (54,25 - 20))) = 49,35 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(49,35)} \cdot S \cdot U)) = ((17 \cdot 2932,5) / (49,35 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 1,55V$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,68\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C14.2.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de uso general, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C14.3: Termo

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 14 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 1707,75 W.
- F_S= 0,66; F_U= 0,75.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cosp}) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 15 \cdot 0,66 \cdot 0,75 = 7,43 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 16 \cdot 1707,75) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,76 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la toma del termo eléctrico: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (7,43/18,5)^2 = 44,83^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(44,83)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (44,83 - 20))) = 51,02 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,02)} \cdot S \cdot U)) = ((16 \cdot 1707,75) / (51,02 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,99\text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,43\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C14.3.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación del termo eléctrico, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad

Circuito C14.4: Baño superior.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 2
- Longitud: 12 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 1380 W.
- $F_S = 0,4$; $F_U = 0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad. a } 40^{\circ}C}$. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 2 \cdot 15 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 6 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 12 \cdot 1380) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,44 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a las tomas del baño: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (6/18,5)^2 = 43,16^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(43,16)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (43,16 - 20))) = 51,33 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(51,33)} \cdot S \cdot U)) = ((12 \cdot 1380) / (51,33 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,56 \text{ V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión \%AU} = (AU \cdot 100/U) = 0,25\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C14.4.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a las tomas del cuarto de baño, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C14.5: Climatización.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 13 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 5750 W.
- Potencia de cálculo total: 2817,5 W.
- F_S= 0,7; F_U= 0,7.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 32 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (5750/230 \times 1) = 25 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 25 \cdot 0,7 \cdot 0,7 = 12,25 \text{ A}$$

Caída de tensión AU = $((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9V$

Sección S = $((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 13 \cdot 2817,5) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,97mm^2$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la climatización: 6mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

Temperatura cable T = $T_0 + (T_{max} - T_0) \cdot (I_B / I_{max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (12,25/32)^2 = 44,4^\circ C$

Conductividad del cobre C_(T) = $(56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(44,4)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (44,4 - 20))) = 51,1 \text{ m}/\Omega \cdot mm^2$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(50,61)} \cdot S \cdot U)) = ((13 \cdot 2817,5) / (51,1 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,52V$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,23\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C14.5.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 6mm²: 25mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la climatización, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 25A.

Circuito C15.1: Iluminación

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 5
- Longitud: 21 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 200 W.
- Potencia de cálculo total: 375 W.
- $F_S = 0,75$; $F_U = 0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad.}}$ a $40^{\circ}C$. según ITC-BT-19= 13,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (200/230 \times 1) = 0,87A.$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 5 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 1,63 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9V$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 21 \cdot 375) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,2\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación: 1,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (1,63 / 13,5)^2 = 40,44^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(40,44)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40,44 - 20))) = 51,83 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

Caída de tensión $AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,83)} \cdot S \cdot U)) = ((21 \cdot 375) / (51,83 \cdot 1,5 \cdot 230)) = 0,44V$

Porcentaje caída de tensión $\%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,19\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C15.1.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 1,5mm²: 16mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 10 A.

Circuito C15.2: Tomas de corriente.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 6
- Longitud: 21 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 1025 W.
- $F_S = 0,2$; $F_U = 0,25$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{max.ad.}$ a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cosp}) = (3450/230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 6 \cdot 15 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 4,5 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 21 \cdot 3450) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,57 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de corriente: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (4,5 / 18,5)^2 = 41,78^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(41,78)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (41,78 - 20))) = 51,59 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,59)} \cdot S \cdot U)) = ((21 \cdot 1025) / (51,59 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,73 \text{ V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,32\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C15.2.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K

- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de uso general, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C15.3: Tomas baños y cocina.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 4
- Longitud: 13 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 2760 W.
- F_S= 0,4; F_U= 0,25.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (3450 / 230 \times 1) = 15A.$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 4 \cdot 15 \cdot 0,4 \cdot 0,25 = 6A$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9V$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 13 \cdot 2760) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,95\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de baño y cuarto de cocina: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

Temperatura cable T = $T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B/I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (6 / 18,5)^2 = 43,16^\circ\text{C}$

Conductividad del cobre C_(T) = $(56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(43,16)} = (56 / 1 + (0,00393 \cdot (43,16 - 20))) = 51,33 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión AU = $((L \cdot P) / (C_{(51,33)} \cdot S \cdot U)) = ((13 \cdot 2760) / (51,33 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 1,22\text{V}$

Porcentaje caída de tensión %AU = $(AU \cdot 100/U) = 0,53\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C15.3.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a las tomas del baño, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16A.

Circuito C15.4: Iluminación Recinto piscina.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 7
- Longitud: 21 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 200 W.
- Potencia de cálculo total: 1050,5 W.

- $F_S = 0,75$; $F_U = 0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.5): Terna de cables unipolares enterrados bajo tubo, los conductores seran de cobre con aislamiento de PVC.
- $I_{\text{max.ad. a } 25^{\circ}C}$. según ITC-BT-09= 30A
- Factor de correccion por soterramiento bajo tubo = 0,8
- $I_{\text{max.ad. a } 25^{\circ}C}$. aplicando el factor de corrección = 24A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\phi) = (200/230 \times 1) = 0,87 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 7 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 2,29 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9\text{V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 21 \cdot 1275) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,58\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-09 para un circuito destinado a iluminación exterior con conductores bajo tierra: 6mm², seria correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (2,28 / 24)^2 = 40,27^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56 / (1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20})))) = C_{(40,27)} = (56 / (1 + (0,00393 \cdot (40,27 - 20)))) = 51,87 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(51,87)} \cdot S \cdot U)) = ((21 \cdot 1050,5) / (51,87 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,31\text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión \%AU} = (AU \cdot 100 / U) = 0,14\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-09.

Selección Circuito C15.4

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo soterrado según ITC-BT-09 para un circuito con una sección de 6mm²: 50mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 10 A.

Circuito C15.5: Aire acondicionado.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 12 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 5230 W.
- Potencia de cálculo total: 1830,5 W.
- F_S= 0,7; F_U= 0,5.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 32 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cosp}) = (5230/230 \times 1) = 22,74A.$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 22,74 \cdot 0,7 \cdot 0,5 = 7,96 A$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9V$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_T \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 12 \cdot 1830,5) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,58 \text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado la toma de aire acondicionado: 6mm^2 , sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (7,96 / 32)^2 = 41,86^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56 / (1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20})))) = C_{(47,1)} = (56 / (1 + (0,00393 \cdot (41,86 - 20)))) = 51,57 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,57)} \cdot S \cdot U)) = ((12 \cdot 1830,5) / (51,57 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,31 \text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100 / U) = 0,14\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C15.5.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares $2 \times 6 + TT \times 6 \text{mm}^2 \text{Cu}$ con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 6mm^2 : 25mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación del aire acondicionado, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 25A.

Circuito C15.6: Motores puerta cochera.

En el caso de los dos motores encargados de la apertura y cierre de las puertas de acceso a las cocheras, el coeficiente a utilizar es de 1,25 sobre el motor de mayor potencia.

Como la potencia de ambos motores es de 800 W, la potencia que se introduce en la expresión es: $P = (800 \text{ W} \cdot 1,25) + 800 \text{ W} = 1800 \text{ W}$ y al multiplicar nuestro factor de simultaneidad y de utilización de 0,8 y 0,6 respectivamente obtenemos una $P = 864 \text{ W}$, que pasa a ser la potencia prevista para este circuito en cuanto al cálculo de sección y no la indicada inicialmente.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 2
- Longitud: 20 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 1600 W.
- Potencia de cálculo total: 864 W.
- $F_S = 0,8$; $F_U = 0,6$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^\circ\text{C}$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad. a } 40^\circ\text{C. según ITC-BT-19}} = 18,5 \text{ A}$

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (1600 / 230 \times 1) = 6,96 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 2 \cdot 6,96 \cdot 0,8 \cdot 0,6 = 6,68 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 20 \cdot 768) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,46 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a tomas de corriente que alimentaran motores: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (6,68 / 18,5)^2 = 43,9^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(43,9)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (43,9 - 20))) = 51,19 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,19)} \cdot S \cdot U)) = ((20 \cdot 768) / (51,19 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,59\text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,26\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C15.6.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 2,5mm²: 20mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de motores, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C16.1: iluminación.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 2
- Longitud: 6 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 200 W.
- Potencia de cálculo total: 150 W.
- $F_S = 0,75$; $F_U = 0,5$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad. a } 40^{\circ}C}$. según ITC-BT-19= 13,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (200/230 \times 1) = 0,87 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 2 \cdot 0,87 \cdot 0,75 \cdot 0,5 = 0,65 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9 \text{ V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 6 \cdot 150) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,03 \text{ mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado iluminación: 1,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable T} = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (0,84 / 13,5)^2 = 40^{\circ}C$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56 / (1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20})))) = C_{(40)} = (56 / (1 + (0,00393 \cdot (40 - 20)))) = 51,9 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((L \cdot P) / (C_{(51,9)} \cdot S \cdot U)) = ((6 \cdot 150) / (51,9 \cdot 1,5 \cdot 230)) = 0,05 \text{ V}$$

Porcentaje caída de tensión %AU = (AU · 100/U) = 0,021%

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C16.1.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo: 16mm.
- Prot. Térmica: I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Circuito C16.2: Tomas de corriente.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 4 m.
- Cos ρ: 1
- Potencia prevista por toma: 3450 W.
- Potencia de cálculo total: 172,5 W.
- F_S= 0,2; F_U= 0,25.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: α_{Cu}= 0,00393°C ; C_(T)= 48 m/Ω·mm²
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- I_{max.ad.} a 40°C. según ITC-BT-19= 18,5 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cosp}) = (3450 / 230 \times 1) = 15 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 15 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 0,75 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9V$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 4 \cdot 172,5) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,02\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado tomas de corriente: 2,5mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\max} - T_0) \cdot (I_B / I_{\max})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (0,75 / 18,5)^2 = 40^\circ\text{C}$$

$$\text{Conductividad del cobre } C_{(T)} = (56 / (1 + (\alpha_{\text{Cu}} \cdot (T - T_{20})))) = C_{(40)} = (56 / (1 + (0,00393 \cdot (40 - 20)))) = 51,90 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,90)} \cdot S \cdot U)) = ((4 \cdot 172,5) / (51,90 \cdot 2,5 \cdot 230)) = 0,03V$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100 / U) = 0,01\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C16.2.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 1,5mm²: 20mm.

- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a iluminación se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 16 A.

Circuito C16.3: Subcuadro depuradora.

Datos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Numero de tomas o receptores: 1
- Longitud: 4 m.
- Cos ρ : 1
- Potencia prevista por toma: 750 W.
- Potencia de cálculo total: 450 W.
- $F_S = 1$; $F_U = 0,6$.
- AU Permitida para este circuito: 3%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^\circ\text{C}$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.
- $I_{\text{max.ad.}}$ a 40°C . según ITC-BT-19= 32 A

Cálculos

$$I_a = (P/V \cdot \text{Cos}\rho) = (750 / 230 \times 1) = 3,26 \text{ A.}$$

$$I_B = N \cdot I_a \cdot F_S \cdot F_U = 1 \cdot 3,26 \cdot 1 \cdot 0,6 = 1,96 \text{ A}$$

$$\text{Caída de tensión AU} = ((V \cdot 3) / 100) = ((230 \cdot 3) / 100) = 6,9\text{V}$$

$$\text{Sección S} = ((2 \cdot L \cdot P) / (C_{(T)} \cdot AU \cdot U)) = ((2 \cdot 4 \cdot 450) / (48 \cdot 6,9 \cdot 230)) = 0,05\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a alimentar la depuradora de la piscina: 6mm^2 , sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión en condiciones reales:

$$\text{Temperatura cable } T = T_0 + (T_{\text{max}} - T_0) \cdot (I_B / I_{\text{max}})^2 = 40 + (70 - 40) \cdot (1,96 / 32)^2 = 40,11^\circ\text{C}$$

Conductividad del cobre $C_{(T)} = (56/1 + (\alpha_{Cu} \cdot (T - T_{20}))) = C_{(40,11)} = (56/1 + (0,00393 \cdot (40,11 - 20))) = 51,90 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Caída de tensión $AU = ((L \cdot P) / (C_{(51,90)} \cdot S \cdot U)) = ((4 \cdot 450) / (51,90 \cdot 6 \cdot 230)) = 0,025 \text{ V}$

Porcentaje caída de tensión $\%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,01\%$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19.

Selección Circuito C16.3.

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- Conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 6mm²: 25mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a destinado a la alimentación de una depuradora, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético Bipolar de intensidad 25 A.

4.4.3. PUESTA A TIERRA.

El cálculo de la puesta a tierra se realizará de acuerdo con lo establecido en la ITC-BT-18.

Antes de comenzar la cimentación se instalarán dos anillos unidos entre si mediante un conductor de unos 4m de longitud y con las mismas características que los anillos que se detallan a continuación.

En el fondo de las zanjas de cimentación de la vivienda se instalará un cable de cobre desnudo formando un anillo cerrado que cubra todo el perímetro de aproximadamente 72m.

En el fondo de las zanjas de cimentación de la zona de barbacoa se instalará un cable de cobre desnudo formando un anillo cerrado que cubra todo el perímetro de aproximadamente 54m.

Por tanto, utilizaremos una longitud total de 130m.

A estos anillos se le conectará la estructura metálica de los edificios. Las uniones se harán mediante soldadura aluminotérmica o autógena de forma que se asegure su fiabilidad. El conductor será de cobre desnudo de 35 mm².

El terreno al ser calizas blandas, la resistividad considerada es de 300Ω.m según la normativa REBT-18 Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Por lo tanto, la resistencia del electrodo será:

$$R_{\text{anillo}} = \frac{2 \cdot \rho}{L} = \frac{2 \cdot 300}{130} = 4,615\Omega$$

Donde:

ρ : resistividad del terreno (Ω·m)

R: resistencia (Ω)

L: longitud del conductor (m)

Consideraremos el interior de la vivienda como local seco. Por tanto, el valor de la tensión que se tiene que tener en cuenta es de 50V. Al tener el diferencial de la vivienda una sensibilidad de 30mA, será esta la intensidad que se tendrá en cuenta a la hora de dimensionar la puesta a tierra.

Para ello, tiene que cumplirse lo siguiente:

$$R_{PaT} \cdot I_d < U_c$$

$$4,615 \cdot 30 \cdot 10^{-3} < 50$$

$$0,14 < 50$$

R_{PaT}: resistencia de puesta a tierra (Ω)

I_d: corriente que garantiza el funcionamiento automático del dispositivo de protección (A)

U_c: tensión de contacto permitida (V)

Nuestra tensión de contacto máxima será de 0.14V aproximadamente, un valor muy alejado de los 50V máximos permitidos. Por lo tanto, no será necesario el uso de picas. Podemos decir que la instalación de puesta a tierra cumple toda la normativa y es completamente segura.

En la arqueta de conexión situada en la entrada de la vivienda justo antes de los dispositivos de mando y protección se realizará la conexión con el conductor de protección correspondiente.

4.5. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

4.5.1. NECESIDADES ELÉCTRICAS DE LA VIVIENDA.

Como se indica en el apartado 1.7, donde se ha analizado la previsión de la demanda eléctrica de la vivienda, para asegurar abastecer la demanda eléctrica incluso en las situaciones más desfavorables, obteniendo una necesidad de **15,097kw al día**.

4.5.2. ORIENTACIÓN DE LOS PANELES SOLARES.

Para la orientación de los paneles solares se debe determina la Inclinación y Acimut.

La Inclinación (β) de los paneles solares es el ángulo entre la superficie de los paneles y la horizontal, y depende directamente de la latitud del lugar de la instalación. Para la posición geográfica de nuestra vivienda (38.273, -0.644) se recomienda (según el PVGIS introduciendo los datos geográficos de la instalación) una inclinación de 35°, pero como nuestra instalación es fija con un consumo durante todo el año reduciremos el valor de la inclinación 5° para aprovechar mejor la irradiación solar en invierno, ya que analizando el consumo de nuestra vivienda y la irradiación solar se tiene que diciembre será el mes más desfavorable, dejando una inclinación de 30°

El Acimut (α) permite orientar los paneles solares hacia el Ecuador Terrestre, en el caso de la Península ibérica se recomienda (PVGIS) que el acimut sea 0°.

4.5.3. DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA.

Una vez conocidos todos los datos de partida necesarios para la instalación fotovoltaica, se procede al cálculo de los distintos elementos de la instalación para el suministro eléctrico de la vivienda.

La estructura de nuestro equipo fotovoltaico ha sido diseñada con el programa PVsys descrita en los anexos. Donde se han barajado todas las opciones disponibles en función al espacio disponible para la instalación de los módulos y las necesidades eléctricas de la vivienda.

4.5.3.1. SOLUCIÓN ADOPTADA.

Tanto la solución adoptada, así como su justificación y los pasos para llegar a dicha conclusión, se detallan minuciosamente en el anexo 7.3.

A continuación, se expone un breve resumen de ese apartado.

- ❖ **Angulo de inclinación de los módulos:** 30°
- ❖ **Numero de inversores:** 2 (uno por cadena)
- ❖ **Numero de cadenas:** 2
- ❖ **Numero de módulos por cadena:** 14
- ❖ **Número total de módulos:** 28
- ❖ **Modelo de inversor:** (HUAWEI 6,0kw 140-980V TL 50/60HZ SUN 2000-6KTL-M1)
- ❖ **Modelo de módulos:** (HAITAI 540wp 35V SI-Mono HTM 550 MH5-72)
- ❖ **Potencia instalada:** 15,12kWp
- ❖ **Potencia nominal:** 11,15 kWh
- ❖ **Energía anual que toma el usuario de red:** 50,86 MWh
- ❖ **Energía anual de la instalación fotovoltaica:** 24,54 MWh
- ❖ **Energía anual desperdiciada o vertida a red:** 0 MWh

4.5.3.2. DIMENSIONADO ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN.

Datos del módulo fotovoltaico

| | |
|---------------|--|
| Modelo | HAITAI 550wp 35V SI-Mono HTM 540 MH5-72 |
| Pmax/w | 540 |
| Voe/V | 49,53 |

| | |
|-------|-------|
| Isc/A | 13,63 |
| Vmp/V | 41,03 |
| Imp/A | 13,17 |
| % | 20,89 |

TABLA 4.9. CARACTERÍSTICAS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Datos del Inversor

| | |
|-----------------------------------|--|
| Modelo | HUAWEI 6,0kw 140-980V TL 50/60HZ SUN 2000-6KTL-M1 |
| Recommended max. PV power1 | 9000Wp |
| Max. input voltage 2 | 1,100 V |
| Operating voltage range 3 | 140 V ~ 980 V |
| Start-up voltage | 200 V |
| Rated input voltage | 600 V |
| Max. input current per MPPT | 11 A |
| Max. short-circuit current | 15 A |
| Number of MPP trackers | 2 |
| Max. input number per MPP tracker | 1 |

TABLA 4.10. CARACTERÍSTICAS INVERSOR

DIMENSIONADO DE MÓDULOS

Hemos dispuesto nuestra instalación de la siguiente forma:

- Tensión de cada rama

14 módulos en serie lo que nos dará una tensión

$$V_{rama} = V_{mpp} \cdot N^{\circ} \text{módulos} = 41,03V \cdot 14 = 574,42V$$

$$\mathbf{V_{rama} = 574,42V}$$

- Intensidad de cada rama

La intensidad del conjunto de módulos se mantiene constante en la rama, por tanto, tendremos 2 ramas de módulos, cada rama con una Intensidad (I_{mpp}) = 13,17A

$$I_{rama} = 13,17A$$

- Potencia de cada rama

$$P = V \cdot I = 574,42V \cdot 13,17A = 7565,11W$$

$$P_{rama} = 7565,11W$$

Como se ha explicado, contaremos con un inversor por rama, por tanto, cada inversor recibirá los siguientes valores en CC:

$$V_{entrada} = 574,42V$$

$$I_{entrada} = 13,17A$$

$$P_{entrada} = 7565,11W$$

Como se indica en la tabla 5.2 (Características del inversor seleccionado), este inversor es ideal para los valores de entrada seleccionados.

Haremos hincapié en que la instalación dispone de 2 inversores, los cuales recibirán los mismos valores eléctricos.

DIMENSIONADO DEL CABLEADO.

La longitud del cableado en los distintos circuitos que componen la instalación solar fotovoltaica será la mínima posible. Por ello el inversor y el cuadro de protección irán justo debajo de los paneles fotovoltaicos, en el trastero de la vivienda.

Esta optimización del cableado se debe a las pérdidas eléctricas que se producen a través de este. El cálculo de la sección del cableado se hará mediante la hipótesis la máxima caída de tensión admisible. Esta hipótesis se basa en que, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de continua deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, a los valores especificados a continuación:

Además, las mínimas secciones de cables en cada una de las líneas, será como mínimo de las secciones siguientes:

2,5 mm² del generador al inversor.

4 mm² del inversor al cuadro de protección fotovoltaico.

4.5.4. MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Aplicando la normativa del REBT-BT-40 para instalaciones generadoras de tensión en el apartado 5, los cables de conexión deberán estar dimensionadas para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5% para la intensidad nominal. Es por tanto que en el conjunto de la instalación fotovoltaica podrá haber un 1,5% de caída de tensión, tal y como se refleja en la siguiente tabla.

| Instalación Puesta a red | |
|---------------------------------|-------------------------|
| Circuito | Caída de tensión |
| Panel - Inversor | 1,5% |
| Inversor- Punto de conexión | 1,5% |

TABLA 4.11. CAÍDA DE TENSIÓN PERMITIDAS REBT-ITC-40

Para el cálculo de la caída de tensión en los conductores de la instalación fotovoltaica, se aplicarán las siguientes expresiones:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot I}{Y \cdot S} \quad (\text{En función de la Intensidad})$$

$$\Delta U = \frac{2 \cdot L \cdot P}{Y \cdot S \cdot V} \quad (\text{En función de la Potencia})$$

Donde

ΔU → Caída de tensión admisible en voltios (V)

L → Longitud de la línea (m)

S → Sección (mm²)

I → Intensidad que circula por el conductor en (A)

P → Potencia en vatios

U → tensión en voltios (V)

Y → Conductividad del material, como los cables son de cobre (48 Ω·mm²)

4.5.5. Intensidad de la instalación.

Como se ha explicado anteriormente, aplicando la normativa del REBT-BT-40 para instalaciones generadoras de tensión en el apartado 5, los cables de conexión deberán estar dimensionadas para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador

Para el cálculo de la Intensidad que circula por los conductores de la instalación fotovoltaica, se aplicarán las siguientes expresiones:

$$I = I_{\text{rama}} \cdot 1,25 \quad (\text{Para la parte de corriente continua "CC"})$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \phi} \quad (\text{Para el sistema trifasico})$$

Donde

I → Intensidad sobredimensionada un 1.25% que circula por el conductor en (A)

P → Potencia en vatios

U → tensión en voltios (V)

I_{rama} → Intensidad que aporta a la instalación una cadena de módulos

4.5.6. SECCIONES DE LOS CONDUCTORES.

Nuestra instalación fotovoltaica, está dividida en 5 tramos distintos, cada uno con una longitud distinta representados en la tabla 5.4. por tanto, tendremos que calcular cada uno de los tramos de forma individual.

| TRAMO | LONGITUD (m) |
|---|-----------------|
| Tramo entre paneles solares (continua) | 14m |
| Módulos – Inversor | 6m |
| Inversor- Cuadro de protección fotovoltaico | 2m |
| Cuadro de protección fotovoltaico- Cuadro general de mando y protección | 15m |

TABLA 4.12. TRAMOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para el cálculo de la sección, utilizaremos la formula ya conocida en el apartado 4.2.5. la cual si la despejamos quedara de la siguiente forma:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{Y \cdot AU} \quad (\text{En funcion de la Intensidad})$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{Y \cdot AU \cdot V} \quad (\text{En funcion de la Potencia})$$

Donde:

ΔU → Caída de tensión admisible en voltios (V)

L → Longitud de la línea (m)

S → Sección (mm^2)

I → Intensidad que circula por el conductor en (A)

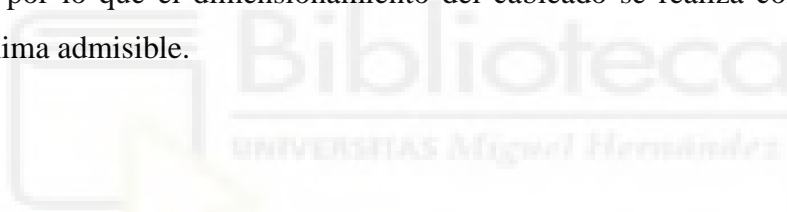
P → Potencia en vatios

U → tensión en voltios (V)

γ → Conductividad del material, como los cables son de cobre ($48 \Omega \cdot \text{mm}^2$)

Una vez calculada la sección de cada tramo, se calculará la caída de tensión “AU” para cada uno de los tramos según lo indicado en la tabla 4.12.

Al considerar las caídas de tensión anteriormente mencionadas se obtienen secciones de conductores sobredimensionados, no es necesario realizar el estudio de la capacidad térmica del conductor, por lo que el dimensionamiento del cableado se realiza con el criterio de intensidad máxima admisible.



4.5.7. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DEL CABLEADO

Tramo entre Módulos (circuito de continua).

Corresponde al tramo máximo que existe entre conductores, este representara la longitud de toda la rama y se instalaran una caja de conexión, de la que partirá una nueva línea hasta el inversor.

Datos

- Longitud: 14 m.
- V_{rama} : 578,34V
- I_{rama} : 13,31A
- P_{rama} : 7700W.
- AU Permitida para este circuito: 1,5%
- características del cobre: $\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393^\circ\text{C}$; $C_{(\gamma)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Cálculos

$$\text{Intensidad } I = (I_{\text{rama}} \cdot 1.25) = (13,31 \cdot 1.25) = 16,64\text{A}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 1,5) / 100) = ((578,34 \cdot 1) / 100) = 8,67\text{V}$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot I) / (\gamma \cdot AU)) = ((2 \cdot 14 \cdot 16,64) / (48 \cdot 8,67)) = 1,12\text{mm}^2$$

Sección elegida según las especificaciones técnicas del IDEA (Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía) para un circuito destinado a la interconexión de los módulos fotovoltaicos: 6mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior

Caída de tensión con la nueva sección:

$$\text{Caída de tensión } AU = ((2 \cdot L \cdot I) / (\gamma \cdot S)) = ((2 \cdot 14 \cdot 16,64) / (48 \cdot 6)) = 1,61\text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,28\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 1,5% las especificaciones técnicas del IDEA (Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía) para un circuito destinado a la interconexión de los módulos fotovoltaicos, así como en la ITC-BT-40

Selección Tramo entre Módulos (Circuito de continua).

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito, conductores solares flexible RV-K de 6 mm² de sección.

Tramo módulos - Inversor (Circuito de continua).

Corresponde al tramo máximo que existe entre conductores, este representara la longitud de toda la tirada que parte desde la caja de conexión y llegara hasta el inversor, concretamente, este es el tramo que parte desde los módulos situados sobre el tejado sur de la vivienda.

Datos

- Longitud: 6 m.
- Vrama: 578,34V
- Irama: 13,31A
- Prama: 7700W.
- AU Permitida para este circuito: 1,5%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$

Cálculos

$$\text{Intensidad } I = (I_{rama} \cdot 1.25) = (13,31 \cdot 1.25) = 16,64A$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 1,5) / 100) = ((578,34 \cdot 1,5) / 100) = 8,67V$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot I) / (\gamma \cdot AU)) = ((2 \cdot 6 \cdot 16,64) / (48 \cdot 8,67)) = 0,48\text{mm}^2$$

Sección elegida según las especificaciones técnicas del IDEA (Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía) para un circuito destinado a la interconexión de los módulos fotovoltaicos: 6mm^2 , sería correcta, puesto que la calculada es inferior

Caída de tensión con la nueva sección:

$$\text{Caída de tensión } AU = ((2 \cdot L \cdot I) / (\gamma \cdot S)) = ((2 \cdot 6 \cdot 16,64) / (48 \cdot 6)) = 0,7V$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,12\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 1,5% las especificaciones técnicas del IDEA (Instituto para la diversificación y Ahorro de la Energía) para un circuito destinado a la interconexión de los módulos fotovoltaicos, así como en la ITC-BT-40

Selección Tramo módulos - Inversor (Circuito de continua).

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito conductores solares flexible RV-K de 6 mm^2 de sección

Tramo Inversor – Cuadro de protección fotovoltaico

Corresponde al tramo que existe entre cada inversor y el cuadro de protección fotovoltaico.

En este tramo circula la corriente de salida del inversor, por tanto, la corriente ya es alterna.

Datos

- Longitud: 2 m.
- $\cos \rho$: 0,8
- V_{inversor} : 400V
- P_{inversor} : 7700W.
- AU Recomendada para este circuito: 1,5%
- características del cobre: $\alpha_{\text{Cu}} = 0,00393^{\circ}\text{C}$; $C_{(\tau)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalación (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.

Cálculos

$$\text{Intensidad } I = (P) / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \rho) = (7700) / (\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 400) = 13,89\text{A}$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 1,5) / 100) = ((400 \cdot 1,5) / 100) = 6\text{V}$$

$$\text{Sección } S = ((2 \cdot L \cdot I) / (\gamma \cdot AU)) = ((2 \cdot 2 \cdot 13,89) / (48 \cdot 6)) = 0,19\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de un Subcuadro: 6mm², sería correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión con la nueva sección:

$$\text{Caída de tensión } AU = ((2 \cdot L \cdot I) / (\gamma \cdot S)) = ((2 \cdot 2 \cdot 13,89) / (48 \cdot 6)) = 0,19\text{V}$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,05\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 3% marcado en la ITC-BT-19 y, por tanto, menos al 1,5% marcado por el IDEA.

Selección Tramo Inversor - Cuadro de protección fotovoltaico

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito conductores unipolares 4x6+TTx6mm²Cu con nivel aislamiento, 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K y se utilizara un diámetro exterior tubo según ITC-BT-25 para un circuito con una sección de 6 mm²: 50mm.

Tramo del (Cuadro de protección fotovoltaico - Cuadro general de mando y protección)

Corresponde al tramo que enlaza el cuadro de protección fotovoltaica con el mando de cuadro y protección de nuestra vivienda, el cual suministrara energía a la vivienda mientras los paneles estén produciendo energía.

Datos

- Longitud: 15 m.
- Vinversor: 400V
- Pinversor: 30800W.
- AU Recomendada para este circuito: 1,5%
- características del cobre: $\alpha_{Cu} = 0,00393^{\circ}C$; $C_{(T)} = 48 \text{ m}/\Omega \cdot \text{mm}^2$
- Tipo de instalacion (según tabla 4.3): B1, conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra.

Cálculos

$$\text{Intensidad } I_{\underline{}} = (P) / (\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \rho) = (30800) / (\sqrt{3} \cdot 0,8 \cdot 400) = 55,57A$$

$$\text{Caída de tensión } AU = ((V \cdot 1,5) / 100) = ((400 \cdot 1,5) / 100) = 6V$$

$$\text{Sección } S = ((L \cdot P) / (\gamma \cdot AU \cdot V)) = ((15 \cdot 30800) / (48 \cdot 6 \cdot 400)) = 4\text{mm}^2$$

Sección elegida según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de un Subcuadro: 25mm², seria correcta, puesto que la calculada es inferior.

Caída de tensión con la nueva sección:

$$\text{Caída de tensión } AU = ((L \cdot P) / (\gamma \cdot S \cdot V)) = ((15 \cdot 30800) / (48 \cdot 25 \cdot 400)) = 0,96V$$

$$\text{Porcentaje caída de tensión } \%AU = (AU \cdot 100/U) = 0,24\%$$

La sección escogida es correcta, puesto que AU es inferior al 1,5% marcado en la ITC-BT-19, por tanto, menor al 1,5% marcado por el IDEA.

Selección del tramo (Cuadro de protección fotovoltaico - Cuadro general de mando y protección)

Tras haber realizado los cálculos, se elige para este circuito:

- conductores Unipolares 4x25+TTx25mm²Cu con nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K
- Diámetro exterior tubo según ITC-BT-21 para un circuito con una sección de 25 mm²: 50mm.
- Según ITC-BT-25 para un circuito destinado a la alimentación de un Subcuadro, se instalará una protección térmica: Interruptor Magnético trifásico de intensidad 63 A.



4.5.7.1. SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES.

Para la selección de los conductores, se han tenido en cuenta las especificaciones técnicas del IDEA, para los tramos que comprenden desde los módulos de generación hasta el inversor, y para los tramos que comprenden desde el inversor, hasta el cuadro general de mando y protección de la vivienda, se ha tenido en cuenta la GUÍA - BT- 19 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) con todo ello, quedan las siguientes secciones normalizadas:

| TRAMO | LONGITUD (m) | SECCION CALCULADA (mm²) | SECCION NORMALIZADA (mm²) |
|---|-------------------------|---|---|
| Tramo entre módulos (continua) | 14 | 1,12 | 6 |
| Módulos-Inversor (tramo 1) | 30 | 2,4 | 6 |
| Módulos-Inversor (tramo 2) | 6 | 0,48 | 6 |
| Inversor- Cuadro de protección fotovoltaico | 2 | 0,19 | 6 |
| Cuadro de protección fotovoltaico- Cuadro general de mando y protección | 15 | 4 | 25 |

TABLA 4.13. SECCIONES NORMALIZADAS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

4.5.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBREINTENSIDADES.

En el circuito que va del generador fotovoltaico al inversor, la intensidad máxima que puede aparecer corresponde con la corriente de cortocircuito, limitada por el propio generador (IGsc). En las ramas o módulos fotovoltaicos en paralelo que forman el generador, también está limitada la corriente al valor de cortocircuito de un módulo (Isc). Como los conductores de conexión de todo el generador se dimensionan para soportar de forma permanente estas corrientes de cortocircuito, no es necesario incorporar protecciones frente a este tipo de sobreintensidades.

Sin embargo, dentro del generador fotovoltaico, si tiene más de tres módulos o ramas de módulos en paralelo, se pueden producir corrientes inversas en aquellas ramas o módulos en los que por algún motivo disminuya su tensión de circuito abierto con respecto a la del generador. Para proteger a cada rama o módulo en paralelo frente a esta situación se pueden poner diodos de bloqueo. Sin embargo, no es nuestro caso, pues no disponemos de ramas en paralelo ya que cada rama está conectada a un inversor.

Sistema de desconexión de las ramas del generador

Se sitúa en el principio de cada rama en paralelo del generador y se usaran Bases portafusibles seccionables Cumplen la doble función de proporcionar un sistema de desconexión de la rama y al mismo tiempo incorporar al cartucho fusible de protección contra sobreintensidades. Las bases portafusibles tendrán las mismas características que los fusibles, son bipolares con un solo polo protegido mediante fusible, incorporando en el otro polo una barra de neutro que solo cumple la función de seccionamiento.

4.5.9. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Para la protección contra sobreintensidades que pueden producirse en el generador fotovoltaico por descargas atmosféricas se deben instalar protectores contra sobretensiones en la caja de conexiones del generador, conectados entre el positivo y negativo y la toma de tierra, el inversor cuenta ya con un sistema de protección contra sobretensiones.

4.5.10. AISLAMIENTO Y PUESTA A TIERRA

Para la protección contra sobretensiones que pueden producirse en el generador fotovoltaico por descargas atmosféricas se deben instalar protectores contra sobretensiones en la caja de conexiones del generador, conectados entre el positivo y negativo y la toma de tierra, el regulador de carga cuenta ya con un sistema de protección contra sobretensiones.

4.5.10.1. PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN.

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica será la misma que la puesta a tierra de la instalación eléctrica de la vivienda.

Los cálculos ya están realizados en el apartado 4.4.3 del presente proyecto.

De la cual se ha concluido, tal y como indicamos en el apartado 4.5.3 del presente proyecto, que Nuestra tensión de contacto máxima será de 0.14V aproximadamente, un valor muy alejado de los 50V máximos permitidos. Por lo tanto, no será necesario el uso de picas. Podemos decir que la instalación de puesta a tierra cumple toda la normativa y es completamente segura.

En la arqueta de conexión situada en el almacén de la vivienda antes de los dispositivos de mando y protección se realizará la conexión con el conductor de protección correspondiente.

4.5.10.2. PUESTA A TIERRA DE LA ESTRUCTURA.

Se considera la estructura de soporte como local húmedo, por tanto, el valor de tensión que se tiene que tener en cuenta es de 24V.

Para el cálculo de la resistencia máxima se ha considerado el mismo valor de intensidad de defecto que para el caso de las viviendas. La resistividad del terreno es de $300\Omega\cdot\text{m}$.

Por lo tanto:

$$R_{\max} = \frac{V}{I} = \frac{24}{0.030} = 800 \Omega$$

Una vez obtenida la resistencia máxima permitida, se calcula la resistencia que se obtendría con el electrodo de puesta a tierra:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{300}{1} = 300 \Omega < R_{\max}$$

Por último, se comprueba que el voltaje no excede del máximo del local húmedo.

$$V = R \cdot I = 300 \cdot 0,03 = 9V < 24V$$

4.5.10.3. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN Y PUESTA A TIERRA.

Se aplicará lo indicado en la ITC-BT-19. Como ejemplo, para los conductores de protección que estén constituidos por el mismo metal que los conductores de fase o polares, tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla 2.9 indicada en el apartado 2.4.9 del presente proyecto.

Por tanto, la sección mínima de los conductores de protección quedará del siguiente modo:

| TRAMO | LONGITUD (m) | SECCION CALCULADA (mm ²) | SECCION NORMALIZADA (mm ²) | SECCION PROTECCION (mm ²) |
|--|--------------|--------------------------------------|--|---------------------------------------|
| Tramo entre módulos (continua) | 14 | 1,12 | 6 | 6 |
| Módulos – Inversor (tramo 1) | 30 | 2,4 | 6 | 6 |
| Módulos – Inversor (tramo 2) | 6 | 0,48 | 6 | 6 |
| Inversor- Cuadro de protección fotovoltaico | 2 | 0,19 | 6 | 6 |
| Cuadro de protección fotovoltaico- Cuadro general de mando y protección | 15 | 4 | 25 | 16 |

TABLA 4.14. SECCIONES FINALES SELECCIONADAS

4.5.11. PROTECCIÓN DEL INVERSOR Y LOS CIRCUITOS DE UTILIZACIÓN.

Son circuitos de c.a. y las protecciones son contra sobrecargas y cortocircuitos mediante interruptores automáticos magnetotérmicos y contra contactos directos e indirectos mediante interruptor diferencial. La corriente y la tensión de servicio de estos dispositivos se determinan en función de la potencia y tensiones nominal del inversor. Se recomiendan interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

4.5.12. DIMENSIONAMIENTO DE DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN.

4.5.12.1. PROTECCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

Hay 1 fila de módulos en paralelo y 1 módulos en serie en cada fila. Como se ha comentado en el punto 4.6.9. protección contra sobreintensidades, si tiene más de tres módulos o ramas de módulos en paralelo, se pueden producir corrientes inversas en aquellas ramas o módulos en los que por algún motivo disminuya su tensión de circuitoabierto con respecto a la del generador.

Este no es nuestro caso, pues el modelo de inversor seleccionado dispone de las protecciones necesarias para nuestra instalación, sin embargo, se opta por colocar al final de cada cadena de módulos en serie fusibles en bases portafusibles seccionables en el interior de una caja de conexiones, con la finalidad de que protejan a la línea que va hasta el inversor.

Para ello tenemos que calcular la tensión que ha de soportar el fusible y la intensidad nominal.

Tensión

$$V_{DC \text{ Fusible}} = V_{OC} \cdot M \cdot 1,2$$

Donde

$V_{DC \text{ Fusible}}$ → Tensión soportada por el fusible (V)

V_{OC} → Tensión de circuito abierto de los paneles fotovoltaicos

M → Numero de los paneles fotovoltaicos en serie.

$$V_{DC \text{ Fusible}} = 49,83 \cdot 14 \cdot 1,2 = 837,144V$$

Intensidad

$$I_{\text{Nominal Fusible}} \geq \frac{I_{sc} \cdot N}{0,9}$$

Donde

I_{sc} → Intensidad de cortocircuito de los paneles fotovoltaicos (A)

N → Numero de paneles fotovoltaicos en paralelo

$$I_{\text{Nominal Fusible}} \geq \frac{13,80 \cdot 1}{0,9} = 15,33\text{A}$$

Finalmente, con estos valores de tensión e intensidad, seleccionamos un fusible solar 15A 1000VDC 10x38 ZTPV-25, estos fusibles se instalarán en los portafusibles dobles 10x38 1000V.



5. PLIEGO DE CONDICIONES.

5.1. CONDICIONES GENERALES.

Los materiales, sistemas y ejecución del montaje deberán ajustarse a las normas oficiales de ámbito nacional o local de obligado cumplimiento. Si durante el período transcurrido entre la firma del contrato y la recepción provisional de la instalación fuesen dictadas normas o recomendaciones oficiales nuevas, modificadas o complementadas las ya existentes de forma tal que afectasen total o parcialmente a la instalación, el industrial adjudicatario queda obligado a la adecuación de la instalación para el cumplimiento de las mismas, comunicándolo por escrito a la Dirección Técnica para que ésta tome las medidas que crea oportunas.

Deberá tenerse particularmente en cuenta los siguientes reglamentos y normativas vigentes:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (Decreto 842/2002 de 2 de agosto. B.O.E. nº 224, 18 de septiembre de 2002) e Instrucciones Complementarias.
- Normas UNE.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.

5.2. CARACTERISTICAS DE LA EMPRESA INSTALADORA

La instalación eléctrica será realizada por una empresa instaladora de electricidad, facultativa o no, con carné de empresa instaladora de electricidad en vigor, expedido por la Dirección General de Industria de la Comunidad Valenciana.

5.3. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los materiales y equipos de origen industrial deberán cumplir las condiciones de funcionalidad y calidad fijadas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así

como las correspondientes Normas y Disposiciones vigentes relativas a la fabricación y control industrial, o en su defecto, a las Normas UNE específicas para cada uno de ellos.

5.3.1. CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

- **Conductores para tensiones de 1000 V y con aislamiento y cubiertas de policloruro de vinilo.**

CONDUCTOR.

Según la sección, cada conductor estará formado por uno o varios alambres de cobre recocido o de aluminio. El material responderá a las especificaciones que sobre características físicas, mecánicas y eléctricas se recogen en las Normas UNE 21.011 y 21.014.

AISLAMIENTO.

Lo constituirá una mezcla termoplástica de policloruro de vinilo, según las especificaciones y ensayos previstos en la Norma UNE 21.117 (mezcla AV3).

CUBIERTA.

La constituirá una mezcla termoplástica de policloruro de vinilo, según las especificaciones de la Norma UNE 21.117 (mezcla CV2).

- **Conductores de cobre con aislamiento de cloruro de polivinilo para instalaciones hasta 750 v.**

Los conductores empleados en la instalación cumplirán la norma UNE 21.031.74, por lo que sus características principales serán:

CONDUCTOR.

Será de cobre recocido, según las características físicas, mecánicas y eléctricas previstas en la norma UNE 21.011.

AISLAMIENTO.

Estará constituido por una mezcla termoplástica de policloruro de vinilo, según las especificaciones y ensayos previstos en la norma UNE 21.117.74. Sus características físicas corresponderán a lo indicado en el párrafo 5.2.2 de la Norma UNE 21.031.7I 4N

CUBIERTA.

La cubierta protectora de los cables deberá estar constituida por una mezcla termoplástica de policloruro de vinilo, según las especificaciones de la Norma UNE 21.117.74. Sus características físicas responderán a lo indicado en el párrafo 5.3.2 de la Norma UNE 21.031.74.

Los colores del recubrimiento serán azul para el neutro, marrón, gris o negro para las fases y amarillo y verde para la protección.

5.3.2. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Se aplicará lo indicado en la ITC-BT-19, y se seguirán las indicaciones establecidas en el pliego de condiciones descrito en el apartado 5 del presente proyecto.

En nuestro caso, se utilizarán conductores de la misma sección que los conductores de fase y neutro de cada uno de los circuitos.

5.3.3. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.

Los colores de los conductores aislados estarán de acuerdo con la Norma UNE 21.089 y son los siguientes:

- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo-Verde para el conductor de protección.
- Marrón, Negro y Gris para las fases.
- Rojo para los de mando y maniobra.

El conductor con color amarillo-verde debe ser exclusivamente para la puesta a tierra y no debe ser usado para ninguna otra función.

El conductor con color azul claro viene usado como conductor neutro. En ausencia de neutro, el conductor de color azul claro puede ser utilizado para otras funciones, excepto como conductor de protección o toma de tierra.

5.3.4. TUBOS DE PROTECCIÓN

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos protectores en instalaciones enterradas

En las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas están indicadas en la siguiente tabla.

| CARACTERISTICAS | CODIGO | GRADO |
|---|---------------|--|
| Resistencia a la compresión | NA | 250N / 450N / 750N |
| Resistencia al impacto | NA | Ligero/ Normal/ Normal |
| Temperatura mínima de instalación y servicio | NA | NA |
| Temperatura máxima de instalación y servicio | NA | NA |
| Resistencia al curvado | 1-2-3-4 | Cualquiera de las especificadas |
| Propiedades eléctricas | 0 | No declaradas |
| Resistencia a la penetración de objetos solidos | 4 | Protegido contra objetos $D \geq 1\text{mm}$ |
| Resistencia a la penetración del agua | 3 | Protegido contra el agua en forma de lluvia |
| Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos | 2 | Protección interior y exterior media |
| Resistencia a la tracción | 0 | No declarada |
| Resistencia a la propagación de la llama | 0 | No declarada |
| Resistencia a las cargas suspendidas | 0 | No declarada |
| <i>Notas:</i> NA: No aplicable. Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero. Para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado normal. Para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado normal. | | |

TABLA 5.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS TUBOS

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la siguiente Tabla figuran los diámetros exteriores

mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

| Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²) | Diámetro exterior de los tubos (mm) | | | | |
|--|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| | Número de conductores | | | | |
| | ≤ 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1,5 | 25 | 32 | 32 | 32 | 32 |
| 2,5 | 32 | 32 | 40 | 40 | 40 |
| 4 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 |
| 6 | 50 | 50 | 50 | 63 | 63 |
| 10 | 63 | 63 | 63 | 75 | 75 |
| 16 | 63 | 75 | 75 | 75 | 90 |
| 25 | 90 | 90 | 90 | 110 | 110 |
| 35 | 90 | 110 | 110 | 110 | 125 |
| 50 | 110 | 110 | 125 | 125 | 140 |
| 70 | 125 | 125 | 140 | 160 | 160 |
| 95 | 140 | 140 | 160 | 160 | 180 |
| 120 | 160 | 160 | 180 | 180 | 200 |
| 150 | 180 | 180 | 200 | 200 | 225 |
| 185 | 180 | 200 | 225 | 225 | 250 |
| 240 | 225 | 225 | 250 | 250 | -- |

TABLA 5.2. DIÁMETRO EXTERIOR DE LOS TUBOS

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en un mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN 50.086 -2-2.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinadas únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En ningún caso se permitirá la unión de conductores como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores, aunque se produzca un retorcimiento parcial

de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60.998.

- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- 1) Pantallas de protección calorífuga.
- 2) Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
- 3) Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.
- 4) Modificación del material aislante a emplear.

5.3.5. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratueras y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de

tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

5.3.6. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.

Todos los aparatos de mando y maniobra que se incorporen a estas instalaciones deberán cumplir las siguientes condiciones mínimas:

- Serán de marca de reconocida solvencia en el mercado. En caso de dudas podrán ser requeridas todas las informaciones y verificaciones de ensayos, homologados oficialmente, que se consideren oportunas.
- Todos los aparatos instalados deberán tener impresos, de modo indeleble e inconfundible, sus características fundamentales, coincidiendo éstas con las especificadas en proyecto.

5.3.7. APARATOS DE PROTECCIÓN.

Para los aparatos de protección rigen las indicaciones dadas en el apartado anterior incrementadas con las siguientes:

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tener una posición intermedia entre los correspondientes a los de apertura y cierre.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición sin peligro alguno.

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estarán sometidos, presentando el grado de protección que les corresponde de acuerdo a sus condiciones de instalación.
- Las características técnicas y de instalación se ajustarán escrupulosamente a las indicaciones dadas en el proyecto y en caso de duda se consultará a la Dirección de Obra.

5.4. CONDICIONES TECNICAS PARA LA EJECUCIÓN Y MONTAJE DE INSTALACIÓN ELECTRICA EN B.T.

5.4.1. DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN.

El conexionado entre los dispositivos de protección, situados en los cuadros de distribución, se realizará ordenadamente, procurando disponer regletas de conexionado para los conductores activos y para el de protección.

5.4.2. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA.

Se pondrá especial cuidado en la instalación de los aparatos de mando y maniobra para que no queden partes descubiertas en tensión, accesibles al personal no especializado.

Una vez realizado el montaje deberán colocarse los rótulos necesarios para que el usuario pueda accionar de forma correcta los aparatos.

5.4.3. CONEXIONADO DE INTERRUPTORES.

La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre los conductores de fase y no se utilizará un mismo conductor de neutro para varios circuitos.

Todo conductor, se podrá seccionar en cualquier punto de la instalación en que se derive.

5.4.4. TOMAS DE CORRIENTE.

Las tomas de corriente en una misma habitación deberán estar conectadas a la misma fase, en caso contrario, entre las tomas alimentadas por distinta fase, deberá existir una separación mínima de 1'5 m.

Las secciones utilizadas serán como mínimo de 2'5 mm².

5.4.5. CANALIZACIONES.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limiten el recinto instalado.

Se procurará que los recorridos horizontales queden a 50 cm, como máximo de suelos y techos, y las verticales a menos de 20 cm de esquinas, ángulos o bordes de huecos de la construcción.

Las curvas practicadas a los tubos en ningún caso estrangularán el paso causando disminuciones de sección inadmisibles.

En todos los casos deberá ser fácil la introducción y retirada de los conductores.

En las instalaciones se dispondrán cajas de registro no pudiendo estar distanciadas más de 15 m en tramos rectos.

El número de curvas en ángulo recto, entre dos cajas de registro, no excederá de tres. Los conductores se colocarán con posterioridad a la instalación de los tubos.

Cuando en un tubo estén instalados más de cinco conductores o que sean de secciones diferentes, la sección interior del tubo será, como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

5.4.6. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN.

Las cajas de registro podrán servir simultáneamente como cajas de derivación de otros tubos y cajas de empalme.

Los empalmes se realizarán siempre mediante piezas adecuadas y no con encintados o por torsión de hilos.

Los empalmes se situarán siempre en las cajas de derivación y nunca en el interior de tubos o cajas de mecanismos.

Las tapas de las cajas de registro y conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra.



5.5. CONDICIONES TECNICAS PARA LA EJECUCION Y MONTAJE DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA.

5.5.1. ESTRUCTURA DE SOPORTE.

Se dispondrán de las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.

La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.

La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustitución de elementos.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de agentes ambientales.

La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.

La tornillería empleada deberá de ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirá tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de los módulos, y la propia estructura, no arrojaran sombra sobre los módulos. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirán la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

5.5.2. INVERSOR.

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija.

Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de las mismas.

El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente en aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque, sin interferir en su correcta operación ni en el resto de las cargas.

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2% de la potencia nominal de salida.

Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5% del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos la siguiente información:

- Potencia nominal.
- Tensión nominal de entrada.
- Tensión y frecuencia nominales de salida.

- Fabricante y número de serie.
- Polaridad y terminales.

5.5.3. CONDUCTORES.

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre y serán siempre aislados.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso,

aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

5.5.4. CONEXIONES.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación.

Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes.

Los terminales, empalmes y conexiones de las canalizaciones presentarán un grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4.

5.5.5. PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

Protección por aislamiento de las partes activas

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las

personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- o Bien con la ayuda de una llave o de una herramienta; o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes; bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el

grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección contra contactos indirectos

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

5.6. PRUEBAS, ENSAYOS Y VERIFICACIONES REGLAMENTARIAS.

Antes de la recepción de las instalaciones se realizarán las siguientes comprobaciones y mediciones:

- Se verificará el aislamiento que presenta la instalación, con relación a tierras y entre conductores, así como respecto a las corrientes de fuga que se produzcan en los receptores de uso simultáneo conectadas a la misma. Los valores obtenidos no serán inferiores a 380.000Ω en lo que se refiere a la resistencia de aislamiento. Las corrientes de fuga no serán superiores a la sensibilidad de los interruptores diferenciales.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra, obteniendo un valor mínimo de 37Ω .
- Comprobación de disparo de los interruptores diferenciales.
- Comprobación de disparo de los interruptores magnetotérmicos.

- Comprobación de la continuidad del conductor de protección en todas las tomas de corriente.

Estas pruebas serán realizadas por una Empresa Autorizada, extendiendo un certificado en el que conste el resultado de la comprobación.

5.7. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Al finalizar la instalación, el técnico autor del proyecto de instalación emitirá un certificado donde se acredite que toda la instalación se ha realizado de acuerdo con el correspondiente proyecto.

Igualmente, se hubieran realizado, por razones que el técnico responsable hubiere considerado oportunas, modificaciones sobre el proyecto original, éste lo hará constar mediante certificado. Todo ello de acuerdo con los modelos de la Resolución de 4 de noviembre de 2002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología, Industria y comercio, por la que se adoptan medidas de normalización en la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.

5.8. LIBRO DE ORDENES.

Durante la ejecución de las instalaciones la Dirección Técnica facilitará, si lo cree conveniente, a pie de obra, un Libro de Ordenes en donde se recogerán todas las notas, modificaciones y observaciones que se estimen oportunas. Estas notas irán firmadas por el director de Obra y por el receptor de la información, quedando constancia de ello en un calco matriz.

6. PRESUPUESTOS

6.1. INTRODUCCIÓN.

El objeto del presente presupuesto es el de indicar el precio total de la instalación de baja tensión, así como de la instalación solar fotovoltaica y determinar la viabilidad económica del proyecto.

6.2. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CIRCUITOS VIVIENDAS B.T.

| DESCRIPCION COMPONENTES | | | | |
|-------------------------|---|----------------------|----------|--------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| Conductor | | | | |
| 1 | Cable unipolar H07V-K flexible 1,5 mm ² Azul | 0,24€/m ² | 126m | 30,24 € |
| 2 | Cable unipolar H07V-K flexible 1,5 mm ² Negro | 0,24€/m ² | 126m | 30,24 € |
| 3 | Cable unipolar H07V-K flexible 1,5 mm ² Verde-Amarillo | 0,24€/m ² | 126m | 30,24 € |
| 4 | Cable unipolar H07V-K flexible 1,5 mm ² Gris | 0,24€/m ² | 100m | 24,00 € |
| 5 | Cable unipolar H07V-K flexible 1,5 mm ² Marrón | 0,24€/m ² | 100m | 24,00 € |
| 6 | Cable unipolar H07V-K flexible 2,5 mm ² Azul | 0,39€/m ² | 350m | 136,50 € |
| 7 | Cable unipolar H07V-K flexible 2,5 mm ² Negro | 0,39€/m ² | 350m | 136,50 € |
| 8 | Cable unipolar H07V-K flexible 2,5 mm ² Verde-Amarillo | 0,39€/m ² | 450m | 175,50 € |
| 9 | Cable unipolar H07V-K flexible 6 mm ² Azul | 0,79€/m ² | 400m | 316,00 € |
| 10 | Cable unipolar H07V-K flexible 6 mm ² Negro | 0,79€/m ² | 400m | 316,00 € |
| 11 | Cable unipolar H07V-K flexible 6 mm ² Verde-Amarillo | 0,79€/m ² | 400m | 316,00 € |
| 12 | Cable unipolar H07V-K flexible 6 mm ² Marrón | 0,79€/m ² | 100m | 79,00 € |
| 13 | Cable unipolar H07V-K flexible 6 mm ² Gris | 0,79€/m ² | 100m | 79,00 € |
| 14 | Cable unipolar H07V-K flexible 16 mm ² Azul | 2,08€/m ² | 50m | 104,00 € |

| | | | | |
|-----------------------------|--|----------------------|--------|----------|
| 15 | Cable unipolar H07V-K flexible 16 mm ² Negro | 2,08€/m ² | 50m | 104,00 € |
| 16 | Cable unipolar H07V-K flexible 16 mm ² Marrón | 2,08€/m ² | 50m | 104,00 € |
| 17 | Cable unipolar H07V-K flexible 16 mm ² Gris | 2,08€/m ² | 50m | 104,00 € |
| Material conexionado | | | | |
| 18 | Regleta de empalme 12 conexiones diámetro 6mm | 0,95 € | 100uds | 95,00 € |
| 19 | Regleta de empalme 12 conexiones diámetro 16mm | 1,95 € | 100uds | 195,00 € |
| 20 | Regleta de empalme 12 conexiones diámetro 25mm | 4,95 € | 100uds | 495,00 € |
| 21 | Cinta aislante 20x19 PVC | 1,25 € | 20uds | 25,00 € |
| 22 | Bridas de Nylon 4,8x188cm | 0,06 € | 200uds | 12,00 € |
| Cajas y Arquetas | | | | |
| 23 | Caja mecanismos 64x64x44 | 0,16 € | 140uds | 22,40 € |
| 24 | Caja de registro y empalme empotrar 175x114x50 | 1,50 € | 35uds | 52,50 € |
| 25 | Caja estanca solera 716plexo 153x110x65 | 4,39 € | 12uds | 52,68 € |
| 26 | Arqueta cuadrada 200x200 gewiss gris | 11,80 € | 20uds | 236,00 € |
| Tubo | | | | |
| 27 | Tubo corrugado 16 Rollo 100m | 12 € | 1uds | 12,00 € |
| 28 | Tubo corrugado 20 Rollo 100m | 13,55 € | 4uds | 54,20 € |
| 29 | Tubo corrugado 25 Rollo 75m | 13,55 € | 3uds | 40,65 € |
| 30 | Tubo corrugado rojo exterior 50 Rollo 50m | 30,00 € | 5uds | 150,00 € |
| 31 | Tubo corrugado rojo exterior 63 Rollo 100m | 75,00 € | 1uds | 75,00 € |
| Puesta a tierra | | | | |
| 32 | Cable Cobre desnudo de 35mm ² | 5,50€/m | 130m | 715,00 € |
| 33 | Grapa de cobre para toma tierra | 1,57 € | 8uds | 12,56 € |

| Mano de obra | | | | |
|---|-------------------------------|-------|-----|-------------------|
| 34 | Técnico superior electricista | 35€/h | 25h | 875,00 € |
| 35 | Técnico superior electricista | 35€/h | 25h | 875,00 € |
| 36 | Técnico medio electricista | 28€/h | 25h | 700,00 € |
| 37 | Técnico medio electricista | 28€/h | 25h | 700,00 € |
| TOTAL, INSTALACIÓN BT CIRCUITOS VIVIENDA | | | | 7.504,21 € |

TABLA 6.1. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CIRCUITO VIVIENDA BT

6.3. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CUADROS VIVIENDA B.T.

| DESCRIPCION COMPONENTES | | | | |
|-------------------------|--|-----------------|----------|--------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| cajas | | | | |
| 1 | Caja de distribución con puerta metálica para 56 elementos 4 filas, dimensiones de empotrar 333 x 752 x 88mm, incluye dispositivo de conexión a tierra | 88,00 € | 1uds | 88,00 € |
| 2 | Caja de empotrar para automáticos 16 módulos, dimensiones de 358 x 227 x 98mm | 18,00 € | 2uds | 36,00 € |

| | | | | |
|--------------|--|----------|-------|----------|
| 3 | Caja de empotrar para automáticos 8 módulos, dimensiones de 188 x 218 x 72mm | 12,00 € | 1uds | 12,00 € |
| Protecciones | | | | |
| 5 | Diferencial Schneider ID 4P 63A 300mA Clase-A | 219,00 € | 1uds | 219,00 € |
| 6 | Diferencial Schneider 4P 40A 30mA clase-AC | 61,80 € | 3uds | 185,40 € |
| 7 | Diferencial Schneider 4P 25A 30mA Tipo A | 35,00 € | 3uds | 105,00 € |
| 8 | Interruptor automático. P.I.A 4P, 40A, Curva C | 84,00 € | 3uds | 252,00 € |
| 9 | Interruptor automático. P.I.A 2P, 10A, Curva C | 9,50 € | 6uds | 57,00 € |
| 10 | Interruptor automático. P.I.A 2P, 16A, Curva C | 13,50 € | 16uds | 216,00 € |
| 11 | Interruptor automático. P.I.A 2P, 25A, Curva C | 14,20 € | 5uds | 71,00 € |
| Mano de obra | | | | |
| 12 | Técnico superior electricista | 35€/h | 3h | 105,00 € |
| 13 | Técnico superior electricista | 35€/h | 3h | 105,00 € |

| | | | | |
|---|----------------------------|-------|----|-------------------|
| 14 | Técnico medio electricista | 28€/h | 3h | 84,00 € |
| TOTAL, INSTALACIÓN CUADROS VIVIENDA BT | | | | 1.535,40 € |

TABLA 6.2. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CUADROS VIVIENDA BT

6.4. PRESUPUESTO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN VIVIENDA.

| DESCRIPCION COMPONENTES | | | | |
|-----------------------------|--------------------------|-----------------|----------|--------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| Iluminación exterior | | | | |
| 1 | Baliza Negra Nane 60w | 15,00 € | 3 | 45,00 € |
| 2 | Farola Dunia 18W | 350,00 € | 6 | 2.100,00 € |
| 3 | Farolillo pared LED 60W | 11,00 € | 8 | 88,00 € |
| Iluminación Recinto Piscina | | | | |
| 4 | Farola Dunia 18W | 350,00 € | 2 | 700,00 € |
| 5 | Farolillo pared LED 60W | 11,00 € | 5 | 55,00 € |
| 6 | Panel LED Lindby 36W | 99,00 € | 1 | 99,00 € |
| Iluminación Zona Barbacoa | | | | |
| 7 | Plafón Dorett 60W | 30,00 € | 6 | 180,00 € |
| 8 | Panel LED Lindby 36W | 99,00 € | 1 | 99,00 € |
| 9 | Foco Filiz LED E14 4,5W | 69,00 € | 3 | 207,00 € |
| 10 | Mirka LED 5W | 75,00 € | 2 | 150,00 € |
| 11 | Panel LED Lindby 40W | 110,00 € | 4 | 440,00 € |
| Planta Baja | | | | |
| 12 | Aplique LED Exterior 11W | 132,00 € | 3 | 396,00 € |
| 13 | Lámpara colg. Lindby 40W | 31,00 € | 2 | 62,00 € |
| 14 | Lámpara colg. Lindby 40W | 31,00 € | 3 | 93,00 € |
| 15 | Panel LED Lindby 36W | 99,00 € | 2 | 198,00 € |
| 16 | Foco Filiz LED E14 4,5W | 69,00 € | 3 | 207,00€ |
| 17 | Mirka LED (Lindby) 5W | 75,00 € | 2 | 150,00 € |
| 18 | Lámpara Byron 36W | 55,00 € | 2 | 110,00 € |
| 19 | Lámpara LED Solvie 20W | 79,00 € | 2 | 158,00 € |
| 20 | Arcchio Nieva 33W | 27,00 € | 3 | 81,00 € |
| 21 | Plafón Borneo LED 12W | 33,00 € | 3 | 99,00 € |
| 22 | Plafón Borneo LED 12W | 33,00 € | 2 | 66,00 € |

| | | | | |
|--|-------------------------------|----------|-----|-----------------|
| 23 | Plafón Borneo LED 12W | 33,00 € | 2 | 66,00 € |
| 24 | Downlight LED 40W | 57,00 € | 1 | 57,00 € |
| 25 | Foco Filiz LED E14 4,5W | 69,00 € | 3 | 207,00 € |
| 26 | Mirka LED (Lindby) 5W | 75,00 € | 2 | 150,00 € |
| 27 | Lámpara LED Elaina 22,5W | 137,00 € | 1 | 137,00 € |
| 28 | Lámpara Opalo 120W | 100 € | 1 | 100,00 € |
| 29 | Arcchio Raku 7W | 43,00 € | 4 | 172,00 € |
| 30 | Plafón LED Joline 26W | 54,00 € | 2 | 108,00 € |
| 31 | Panel LED (Lindby) 36W | 99,00 € | 2 | 198,00 € |
| Planta Superior | | | | |
| 32 | Panel LED (Lindby) 36W | 99,00 € | 2 | 198,00 € |
| 33 | Foco Filiz LED E14 4,5W | 69,00 € | 3 | 207,00 € |
| 34 | Mirka LED (Lindby) 5W | 75,00 € | 2 | 150,00 € |
| 35 | Lámpara LED Elaina 22,5W | 137,00 € | 1 | 137,00 € |
| 36 | Lámpara LED Elaina 22,5W | 137,00 € | 1 | 137,00 € |
| 37 | Lámpara LED Elaina 22,5W | 137,00 € | 1 | 137,00 € |
| 38 | Plafon Sebatin Tela 33W | 119,00 € | 2 | 238,00 € |
| 39 | Plafón Mendosa LED 12W | 33,00 € | 3 | 99,00 € |
| 40 | Plafón Mendosa LED 12W | 33,00 € | 2 | 66,00 € |
| 41 | LED Artist set 3 ud 9W | 23,00 € | 2 | 46,00 € |
| 42 | Downlight LED 40W | 57,00 € | 1 | 57,00 € |
| Mano de obra | | | | |
| 43 | Técnico superior electricista | 35€/h | 20h | 700,00 € |
| 44 | Técnico superior electricista | 35€/h | 20h | 700,00 € |
| 45 | Técnico medio electricista | 28€/h | 20h | 560,00 € |
| 46 | Técnico medio electricista | 28€/h | 20h | 560,00 € |
| TOTAL, INSTALACIÓN DE ILUMINACIÓN | | | | 10.970 € |

TABLA 6.3. PRESUPUESTO INSTALACIÓN ILUMINACIÓN VIVIENDA

6.5. PRESUPUESTO INSTALACIÓN MECANISMOS VIVIENDA.

| DESCRIPCIÓN COMPONENTES | | | | |
|---|--|-----------------|----------|-------------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| Mecanismos | | | | |
| 1 | Cruzamiento Schneider Miluz | 4,39€/ud | 6uds | 26,34 € |
| 2 | Conmutador Schneider Miluz | 3,09€/ud | 32uds | 98,88 € |
| 3 | Interruptor Schneider Miluz | 3,09€/ud | 26uds | 80,34 € |
| Videoportero Timbre | | | | |
| 4 | Videoportero Timbre TMEZON | 256€/ud | 1uds | 256,00 € |
| 5 | Cableado videoportero RVV4 (4hilos de núcleo) 100m | 41€/ud | 1uds | 41,00 € |
| Tomas de corriente | | | | |
| 6 | Toma de corriente SIEMENS 16A 2P+T IP20 C2 | 3,4€/ud | 64uds | 217,60 € |
| 7 | Toma de corriente SIEMENS 25A 2P+T IP20 C3 | 7,12€/ud | 5uds | 35,60 € |
| Mano de obra | | | | |
| 8 | Técnico superior electricista | 35€/h | 14h | 490,00 € |
| 9 | Técnico superior electricista | 35€/h | 14h | 490,00 € |
| 10 | Técnico medio electricista | 28€/h | 14h | 392,00 € |
| 11 | Técnico medio electricista | 28€/h | 14h | 392,00 € |
| TOTAL, INSTALACIÓN DE MECANISMOS | | | | 2.519,76 € |

TABLA 6.4. PRESUPUESTO INSTALACIÓN MECANISMOS VIVIENDA

6.6. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN VIVIENDA.

| DESCRIPCIÓN COMPONENTES | | | | |
|---|--|---------------------|----------|-------------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| Aparatos | | | | |
| 1 | Aire acondicionado EQUATION SILVER 4500 FRIGORIAS + maquina exterior | 689,00 € | 2 uds | 1.378,00 € |
| 2 | Aire acondicionado HTW ix39b R32 3000f + maquina exterior | 389,00 € | 1 uds | 389,00 € |
| 3 | Aire acondicionado Aire + 09EV - TR -W + maquina exterior | 329,00 € | 1 uds | 329,00 € |
| 4 | Máquina de conductos TOSHIBA Spa DI 140 + maquina exterior | 2.991,00€ | 1 uds | 2.991,00 € |
| Materiales instalación | | | | |
| 5 | Rejilla de ventilación. | 14,95 € | 6 uds | 89,70 € |
| 6 | Chapa galvanizada de 0,6 mm de espesor, y juntas transversales con vaina deslizante tipo bayoneta, para la formación de conductos autoportantes para la distribución de aire en ventilación y climatización. | 7,8€/m ² | 17m | 132,60 € |
| Mano de obra | | | | |
| 7 | Oficial 1ª Instalador aire acondicionado | 20,5€/h | 15h | 143,50 € |
| 8 | Ayudante Instalador aire acondicionado | 18,2€/h | 15h | 127,40 € |
| TOTAL, INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN | | | | 5.580,20 € |

TABLA 6.5. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CLIMATIZACIÓN VIVIENDA

6.7. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CPM.

| DESCRIPCIÓN COMPONENTES | | | | |
|-------------------------------|--|-----------------|----------|-----------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| Elementos | | | | |
| 1 | Caja medida CPM2-D/E4-M Paninter 1 Trifásico Empotrar | 134,74 € | 1 | 134,74 € |
| 2 | Bases portafusibles BUC | 11,25 € | 3 | 33,75 € |
| 3 | Fusibles cuchilla NH AC-00 63A Clase GG | 10,70 € | 3 | 32,10 € |
| Mano de obra | | | | |
| 4 | Técnico superior electricista | 35€/h | 4h | 140,00 € |
| 5 | Técnico medio electricista | 28€/h | 4h | 112,00 € |
| TOTAL, INSTALACIÓN CPM | | | | 452,59 € |

TABLA 6.6. PRESUPUESTO INSTALACIÓN CPM

6.8. PRESUPUESTO INSTALACIÓN ZANJAS.

| DESCRIPCIÓN COMPONENTES | | | | |
|-------------------------|------------------------------|-----------------|----------|--------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| Movimiento de tierras | | | | |
| 1 | Apertura de zanjas | 4,3€/m | 130m | 559,00 € |
| 2 | Tendido de tubos | 1,8€/m | 130m | 234,00 € |
| 3 | Instalación de arquetas | 24€/uds | 20uds | 480,00 € |
| 4 | Tendido de cable | 1,8€/m | 130m | 234,00 € |
| 5 | Cimentaciones farolas | 25€/uds | 8uds | 200,00 € |
| 6 | Cierre de zanjas | 2,1€/m | 130m | 273,00 € |
| Maquinaria utilizada | | | | |
| 8 | Fresadora de cables | 89€/h | 7h | 623,00 € |
| 9 | Taladro perforador de tierra | 45€/h | 5h | 225,00 € |
| 10 | Grupo electrógeno | 100€/día | 2 días | 200,00 € |
| 11 | Retroexcavadora | 72€/h | 5h | 360,00 € |
| Mano de obra | | | | |

| | | | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|-------|-----|-------------------|
| 12 | Operario retroexcavadora | 35€/h | 20h | 700,00 € |
| 13 | Operario Fresadora cables | 35€/h | 20h | 700,00 € |
| 14 | técnico superior electricista | 28€/h | 20h | 560,00 € |
| 15 | técnico medio electricista | 28€/h | 20h | 560,00 € |
| 16 | Operario taladro perforador de tierra | | | |
| TOTAL, INSTALACIÓN ZANJAS | | | | 5.908,00 € |

TABLA 6.7. PRESUPUESTO INSTALACIÓN ZANJAS

6.9. PRESUPUESTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

| DESCRIPCIÓN COMPONENTES | | | | |
|-----------------------------|---|----------------------|----------|--------------|
| Numeración | Descripción | Precio unitario | Unidades | Precio total |
| Elementos de la instalación | | | | |
| 1 | Módulos HAITAI 540WP 35V | 310€/ud | 28uds | 8680,00 € |
| 2 | Bornes de conexión MC4 | 3,95€/ud | 30uds | 118,50 € |
| 3 | Inversor HUAWEI SUN 2000-6KTL-M1 | 1795€/ud | 2uds | 3590,00 € |
| 4 | Smart Power Sensor | 299€/ud | 1ud | 299,00€ |
| Conductores | | | | |
| 5 | Cable solar flexible RV-K de 6mm ² | 1,40€/m ² | 50m | 70,00 € |
| 6 | Cable unipolar H07V-K flexible 2.5 mm ² Verde-Amarillo | 0,39€/m ² | 80m | 31,20 € |
| 7 | Cable unipolar H07V-K flexible 16 mm ² Verde-Amarillo | 2,77€/m ² | 50m | 138,50 € |
| Protecciones Continua | | | | |
| 8 | Caja modular estanca Legrand | 20,5€/ud | 2 | 41,00 € |
| 9 | Fusible solar 15A 1000VDC | 5,04€/ud | 2 | 10,08 € |
| 10 | portafusibles 10x38 1000V. | 14,88€/ud | 2 | 28,76 € |
| Protecciones Alterna | | | | |
| 11 | Caja de empotrar para automáticos 16 módulos, dimensiones de 358 x 227 x 98mm | 18€/ud | 1uds | 18,00 € |
| 12 | Interruptor automático Schneider 4P 63A Clase - C | 59,90€/ud | 1uds | 59,90 € |
| 13 | Diferencial Schneider 4P 63A Clase - AC | 220€/ud | 1uds | 220,00 € |
| 14 | Smart Power Sensor TRIFASICO Hawei DTSU666-H | 194€/ud | 1uds | 194,00 € |
| Estructura | | | | |

| | | | | |
|--|---|----------|---------|--------------------|
| 15 | Perfil SUNFER estructura solar G1 fijación con escuadra químico | 25€/m | 120m | 3000,00 € |
| 16 | SUNFER S01 | 6,85€/m | 32m | 219,20 € |
| 17 | Presor SUNFER S12 | 2,60€/ud | 120/uds | 312,00 € |
| 18 | Pack tornillería cabeza hexagonal x 40uds | 7€/ud | 7uds | 49,00 € |
| Maquinaria | | | | |
| 19 | Elevador paneles solares GEDA Sodar Lift | 150€/dia | 3dias | 450,00 € |
| Mano de obra | | | | |
| 20 | Técnico superior electricista | 35€/h | 20h | 700,00 € |
| 21 | Técnico medio electricista | 28€/h | 20h | 560,00 € |
| 22 | Instalador superior mecánico | 39€/h | 35h | 1.365,00 € |
| 23 | Instalador superior mecánico | 39€/h | 35h | 1.365,00 € |
| TOTAL, INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA | | | | 21.519,14 € |

TABLA 6.8. PRESUPUESTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

6.10. RESUPUESTO TOTAL.

| NUMERACION | ACTIVIDAD | PRECIO ACTIVIDAD |
|------------|--|--------------------|
| 1 | Total, Instalación Circuitos vivienda BT | 7.504,21 € |
| 2 | Total, instalación Cuadros vivienda BT | 1.535,40 € |
| 3 | Total, instalación Iluminación | 10.970,00 € |
| 4 | Total, instalación Mecanismos | 2.519,76 € |
| 5 | Total, instalación Climatización | 5.580,20 € |
| 6 | Total, instalación Motores | 2.042,50 € |
| 7 | Total, instalación CPM | 452,59 € |
| 8 | Total, instalación Zanjas | 5.908,00 € |
| 9 | Total, instalación Fotovoltaica | 21.519,14 € |
| 10 | TOTAL | 58.031,80 € |
| | | IVA 21% |
| 11 | TOTAL, CON IVA | 70.218,48 € |

TABLA 6.9. PRESUPUESTO TOTAL DE LA INSTALACIÓN

El presupuesto del presente proyecto será de 70.218,48€(SETENTA MIL DOSCIENTOS DIECIOCHO CON CUARENTA Y OCHO EUROS)

7. ANEXOS

7.1. ANEXO PROGRAMA PVGIS

7.1.1. INTRODUCCIÓN.

Se utilizará la web <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/> “Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS)” para la introducción de los datos correspondientes a la irradiancia en el lugar donde se encuentra la instalación.

PVGIS es una iniciativa de la comisión europea que pretende recoger información del potencial solar fotovoltaico de Europa y África.

7.1.2. CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA CON PVGIS.

Para obtener la irradiación solar se utiliza la web de PVGIS citada anteriormente.

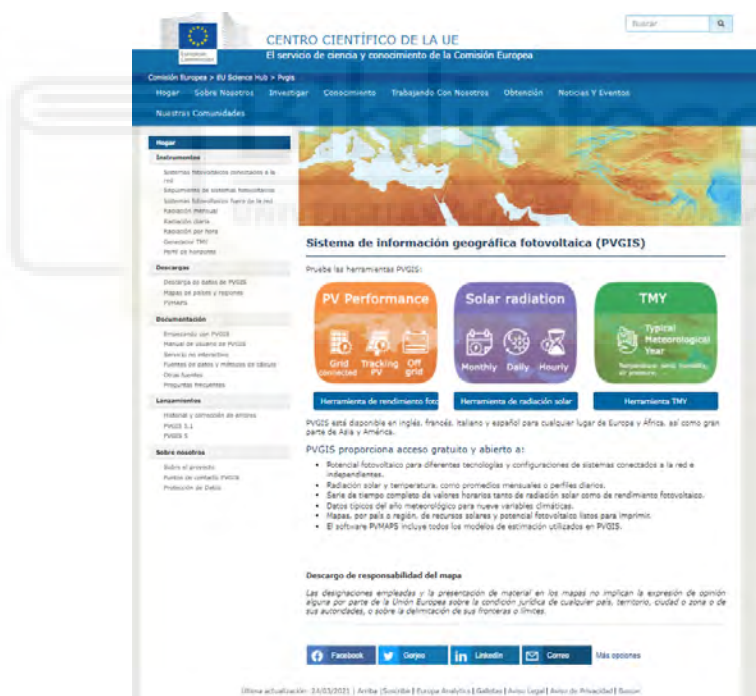


ILUSTRACIÓN 7.1 WEP PVGIS

Una vez en la web, se debe entrar en el apartado “Conectado a RED”.

Dentro de la aplicación se encuentran las distintas opciones de configuración, donde se definen los siguientes campos:

- **Latitud:** 38.280 & **Longitud:** -0.628 (Latitud y longitud correspondiente a la vivienda donde se va a realizar la instalación)
- **inclinación:** 30° (Inclinación de los paneles solares)
- **Azimut:** 0° (Angulo respecto al sur)
- **Perdidas del sistema:** 13%
- Los demás valores se dejan por defecto.

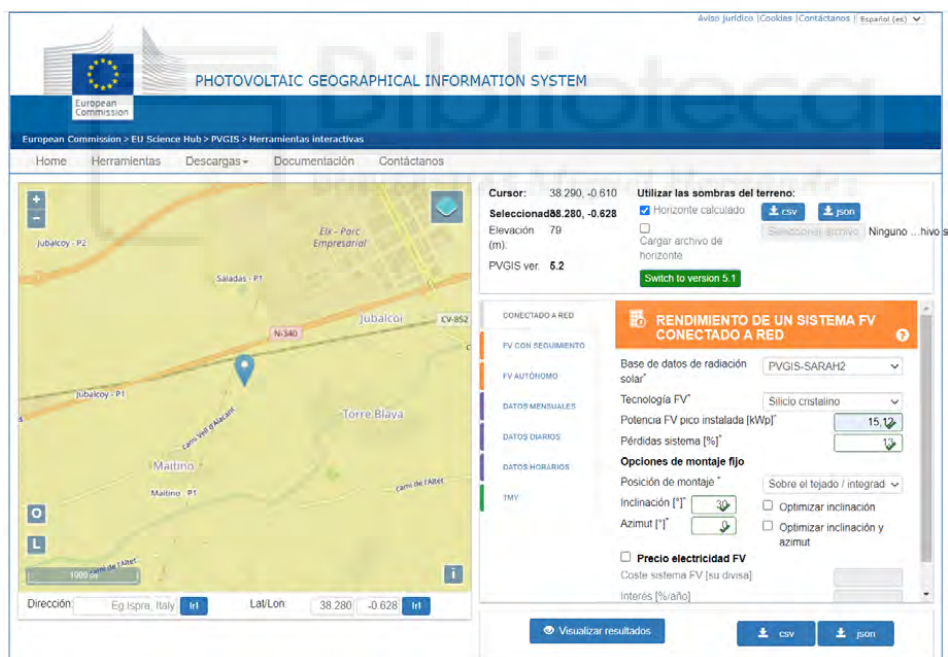


ILUSTRACIÓN 7.2. INTRODUCCIÓN DE COORDENADAS EN PVGIS

Una vez introducidos los datos se pulsa “Visualizar resultados” para obtener los valores de nuestra zona.

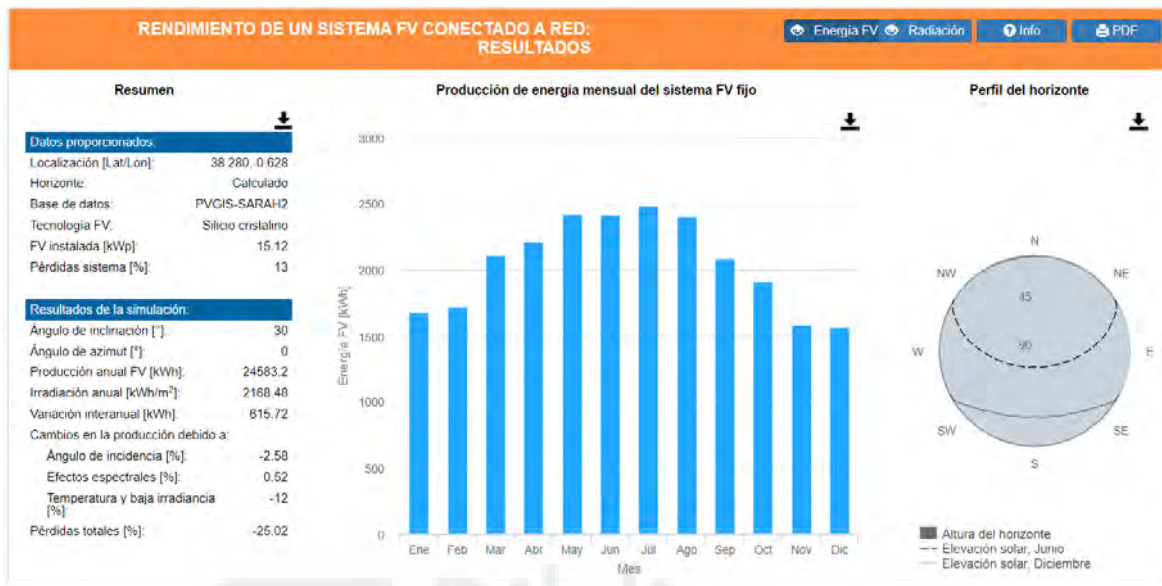


ILUSTRACIÓN 7.3. GRAFICA DE RADIACIÓN EN NUESTRA ZONA

Con este paso, ya tendríamos los valores de producción de nuestra instalación fotovoltaica para nuestra zona.

7.1.3. CÁLCULO DE LA IRRADIANCIA MENSUAL

A continuación, vamos a extraer los datos de irradiancia de otra forma para obtener una irradiancia más acorde con nuestras necesidades, introduciendo los parámetros de nuestra instalación que hemos citado anteriormente, en el apartado “Instalación conectada a red”

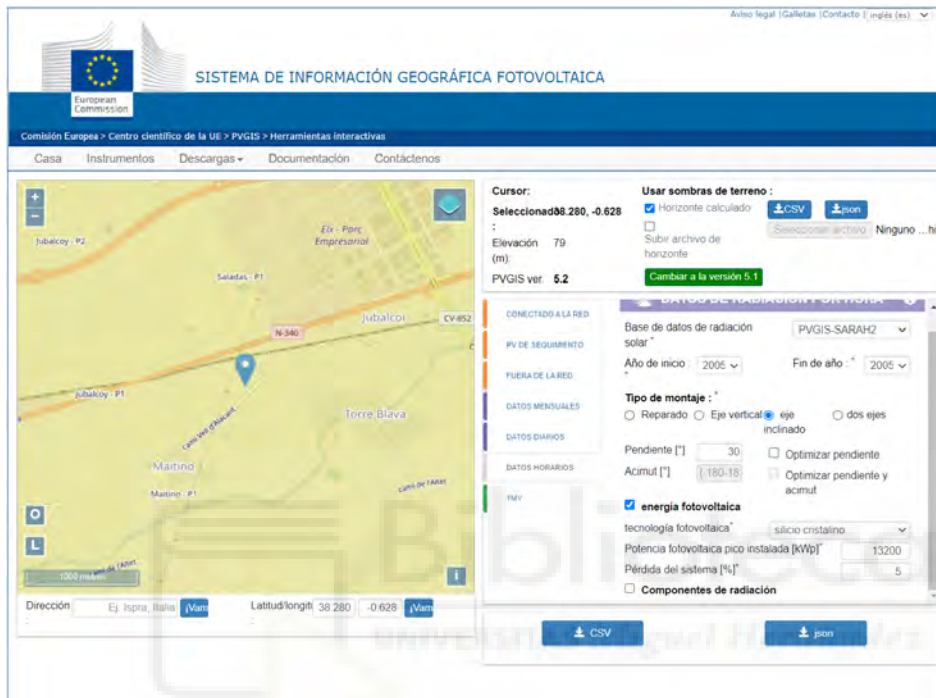


ILUSTRACIÓN 7.4. DATOS RADIACIÓN EN NUESTRA ZONA

Criterio de los 500w/m²

Según el criterio utilizado por la parte de ingeniería del presente proyecto, vamos a trabajar con las horas del día en que la irradiancia sea superior a 500w/m² para ello, hemos seleccionado base datos de PVgis y hemos descargado la base de datos meteorológica correspondiente a esta zona.

Se aplica entonces el criterio para contabilizar únicamente las horas a lo largo de todo un año, en las que la irradiancia sea igual o supere los 500 w/m² pues consideramos que toda

producción por debajo de este valor es prácticamente despreciable, obteniendo la siguiente tabla.

| MES | Irradiancia promedio | Horas irradiancia mes | DIAS | HSP |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|------|--------------------|
| Enero | 680,5 | 151 | 31 | 4,870967742 |
| Febrero | 788,75 | 137 | 28 | 4,892857143 |
| Marzo | 814,31 | 171 | 31 | 5,516129032 |
| Abril | 848,86 | 197 | 30 | 6,566666667 |
| Mayo | 838,22 | 211 | 31 | 6,806451613 |
| Junio | 814 | 228 | 30 | 7,6 |
| Julio | 815,16 | 229 | 31 | 7,387096774 |
| Agosto | 827,98 | 223 | 31 | 7,193548387 |
| Septiembre | 828,5 | 197 | 30 | 6,566666667 |
| Octubre | 775,86 | 165 | 31 | 5,322580645 |
| Noviembre | 723,77 | 147 | 30 | 4,9 |
| Diciembre | 734,73 | 143 | 31 | 4,612903226 |
| TOTAL PROMEDIO | 790,8866667 | 183,25 | | 6,019655658 |

TABLA 7.1. HPS MENSUAL

Donde

Irradiancia promedio: Se refiere al promedio de irradiancia dentro de las horas en las que la irradiancia es superior a 500 w/m^2

Horas de irradiancia al mes: Se refiere al promedio de horas en que la irradiancia es superior a 500 w/m^2

Días: número de días de los que se compone un mes.

HPS: son las horas que consideramos más aprovechables a lo largo del día

Horas solar Pico, promedio de horas mensuales en las que se ha superado la irradiancia de 500 w/m^2

Finalmente, se han obtenido un total de 2204 HSP a lo largo del año lo que nos da una media diaria de 6,02 HSP

7.1.4. CÁLCULO DE LA POTENCIA PICO INSTALADA

Una vez calculadas las horas solar pico promedio HSP de la ubicación y teniendo en cuenta el consumo diario promedio de la vivienda, calculamos la potencia fotovoltaica teórica a instalar.

$$\text{POTENCIA FOTOVOLTAICA} = \frac{\text{CONSUMO DIARIO}}{\text{HSP Promedio}} = \frac{206554\text{w}}{6,02} = 34311\text{w} = 34,31\text{kw}$$

Aplicaremos ahora un **factor de autoconsumo**, que será la parte de la demanda total que queremos que sea cubierta por nuestra instalación fotovoltaica, este factor de autoconsumo será de 0,44. Se ha escogido este factor porque en caso de colocar uno superior, nuestra instalación generaría por encima del consumo que tendría, y al no disponer de baterías ni inyectar a red, esta opción no sería viable económicamente.

$$\text{Factor de Autoconsumo (FA)} = 0,44$$

Aplicando este factor, se calculará la potencia pico a instalar.

$$P. \text{ Generador} = P. \text{ fotovoltaica} \cdot \text{FA} = 34311,32 \cdot 0,44 = 15,097\text{kw}$$

Tras aplicar nuestro FA, tenemos clara la potencia necesaria que hemos de instalar a modo de paneles fotovoltaicos.

Los módulos seleccionados son Haitai 540w, como se puede apreciar, tras los cálculos realizados con el programa PVsys, finalmente se han seleccionado un total de 28 módulos, repartidos en dos ramas de 14 módulos cada una contando con un inversor por rama.

De forma que se instalara la siguiente potencia pico:

Potencia Pico: $P \text{ modulo fotovoltaico} \times N^{\circ} \text{ módulos fotovoltaicos} = 540\text{wp} \cdot 28 = 15120\text{Wp}$
 $= 15,12\text{kw}$

CONCLUSIÓN

Se instalarán 28 módulos de 540wp repartidos en dos filas de 14 módulos cada fila.

Potencia pico de la instalación = 15,12kw



7.2. ANEXO ESTUDIO CON PROGRAMA PVSYS

7.2.1. INTRODUCCIÓN.

En el presente documento se pretende calcular la instalación fotovoltaica aislada por medio del programa “PVSystem” donde explicará paso a paso la introducción de cada dato introducido, así como su origen.

Realizaremos varios estudios y varias simulaciones con el fin de escoger la opción más adecuada tanto eléctricamente como económicamente.

7.2.2. EXPLICACIÓN DEL MANEJO DEL PROGRAMA PVSYS

7.2.2.1. PROGRAMA PVSYS.

Para realizar el estudio se ha decidido utilizar un software de cálculo que permita obtener un resultado más preciso que el que se pudiera obtener realizándolo manualmente.

Tras una búsqueda minuciosa de los posibles métodos a usar para realizar el dimensionado de la instalación, se ha llegado a la conclusión de que el software más adecuado en este caso es el software PVSystem versión 7.2.4.

Los datos usados para el completo desarrollo del proyecto presente, como el número de paneles a instalar, ramas en paralelo, etc, han sido obtenidos a través de este software.

7.2.2.2. USO DEL PROGRAMA (INTRODUCCIÓN DE DATOS).

Al iniciar el programa, esta muestra un menú con las distintas opciones de cálculo de los que dispone.

1º Paso, Introducimos las coordenadas de nuestra instalación.

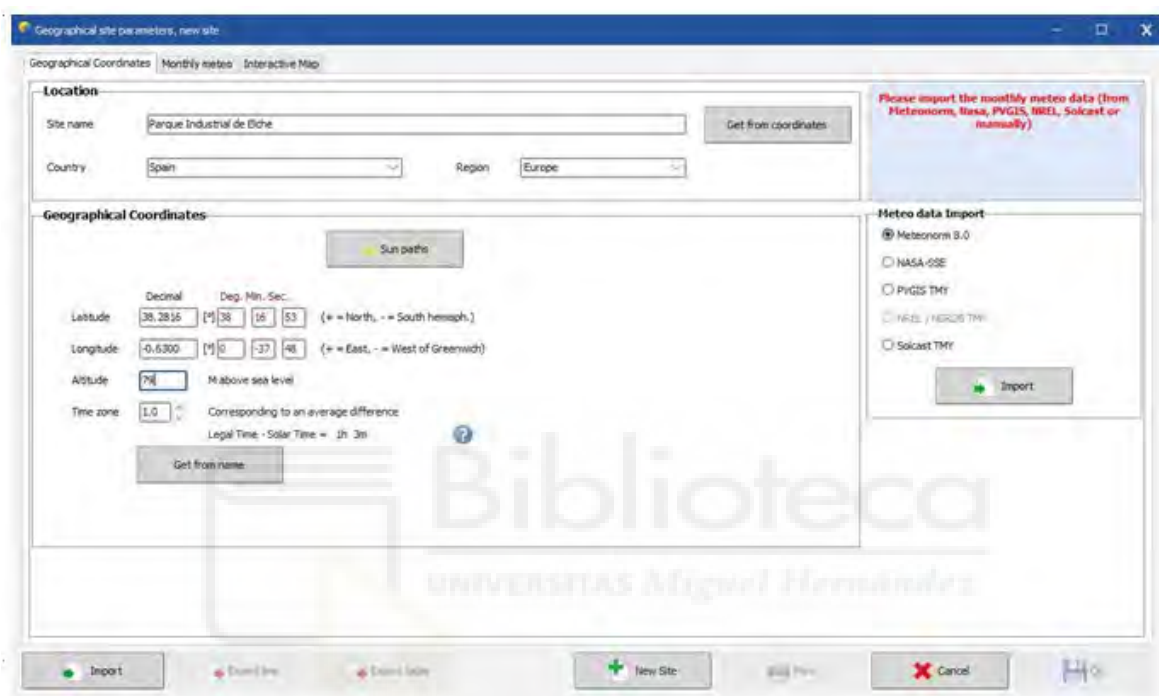


ILUSTRACIÓN 7.5.

Introducimos las coordenadas a mano y clicamos en la pestaña “Get from coordinates”.

A continuación, selecciono la base de datos (Meteonorm 8.0), ya que es gratuita y fiable.

Una vez seleccionados estos datos, clicamos en la pestaña “Import”.

2º Paso. Datos climatológicos de la zona donde se ubica nuestra instalación.

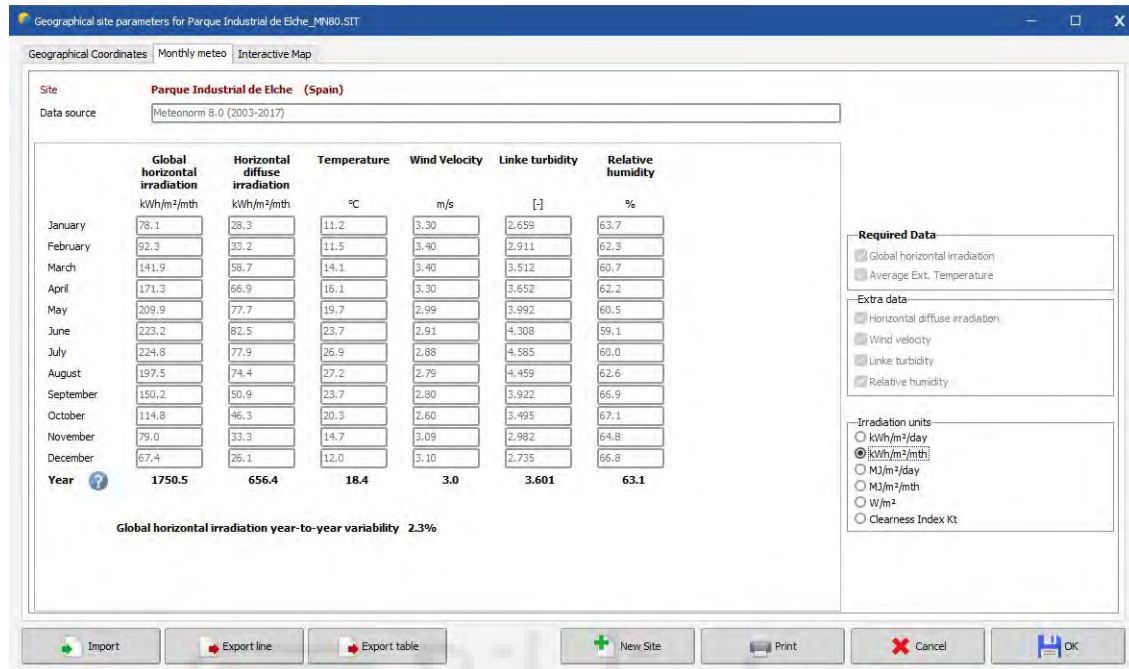


ILUSTRACIÓN 7.6.

En función de las coordenadas introducidas, el programa nos muestra la simulación de las condiciones climatológicas de la zona durante un año.

Por defecto toma el año 1900, puesto que no nos interesa un año en concreto, solamente los valores recogidos durante un año.

Por defecto, dejamos las unidades en kWh/m²/mth.

3º Paso. Pantalla general de instalación.

Una vez cargados los datos de coordenadas y climatologicos, nos aparece la siguiente pantalla.

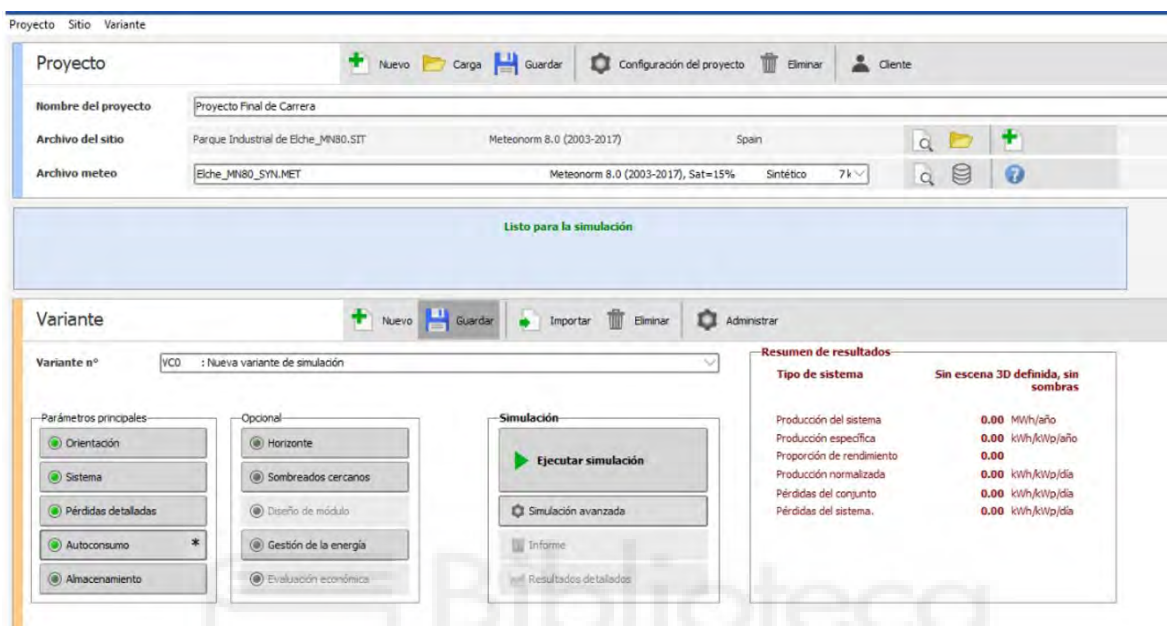


ILUSTRACIÓN 7.7.

En esta, se ha seleccionado la base de datos *Elche_MN80_SYN.MET* que corresponde a la base de datos de Elche, esta es la base de datos mas cercana a las coordenadas de nuestra instalacion y por tanto mas precisa.

Aquí podemos apreciar en la parte superior, los datos comunes del proyecto y en la parte inferior tengo los apartados de las variantes de calculo, las cuales podemos modificar independientemente para hacer distintas simulaciones.

4º Paso. Orientación.

Accedemos a esta pantalla clicando en la pestaña “Orientation”

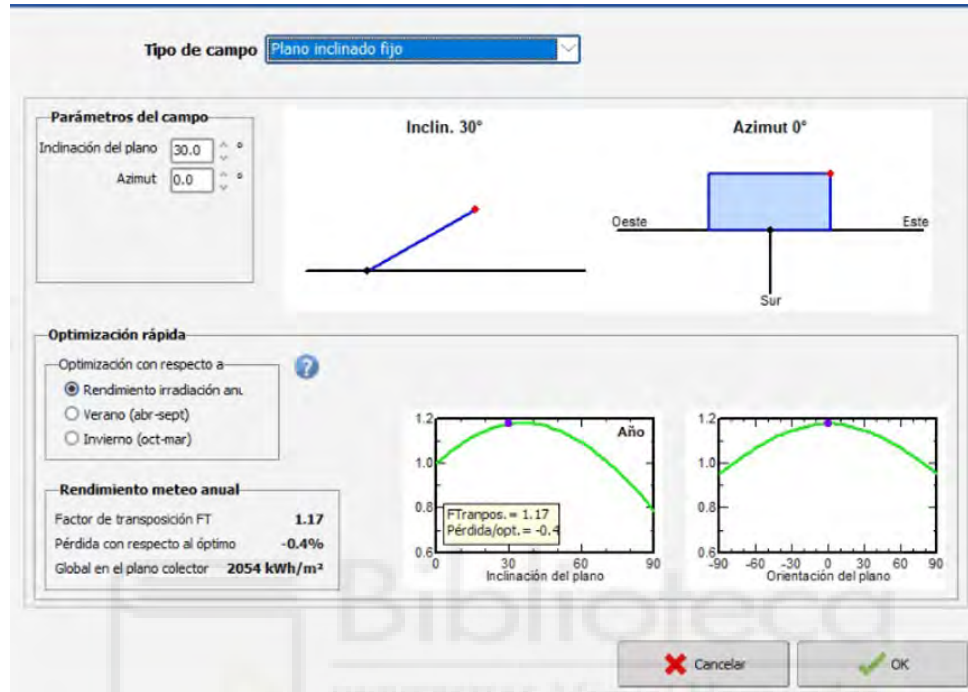


ILUSTRACIÓN 7.8.

Aquí, podemos seleccionar la orientación y plano de inclinación del módulo en función de las características de nuestra instalación.

En este caso, hemos seleccionado $Azimut = 0$, ya que nuestra orientación de los paneles es hacia el sur.

Buscando un rendimiento óptimo para todo el año, introduciremos la inclinación de nuestros paneles, en la pestaña *Plane Tilt* = 30° .

Esta inclinación es la idónea a la hora del montaje de los módulos, puesto que es el Angulo de construcción de nuestro tejado.

5º Paso. System.

Accedemos a esta pantalla clicando en la pestaña “System”

aquí podremos seleccionar los componentes de nuestra instalación y ver los resultados de la configuración de los Strings

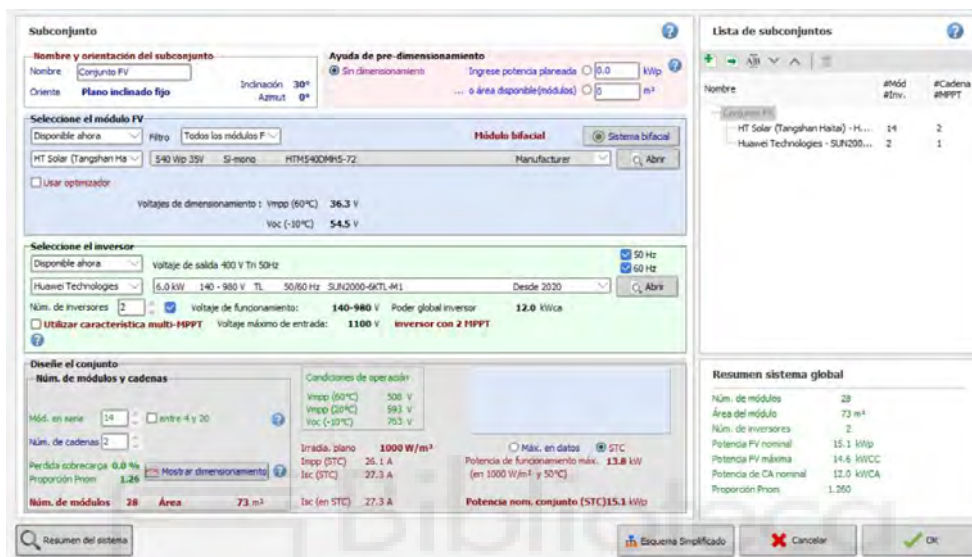


ILUSTRACIÓN 7.9.

Hemos seleccionado el módulo HTM540 ya que es de los más modernos y que mejor rendimiento da en función de su tamaño.

Tras poner el modelo del módulo que necesito, en función de sus características, el programa me recomienda el rango de módulos que puedo poner en serie. En este caso la selección ha sido de *14 módulos en serie*.

A continuación, vamos a seleccionar el inversor, por simplicidad de la instalación se instalará un inversor de 6Kw por string, además de que por las necesidades de la instalación no existe un módulo con mis características concretas.

Con esta elección obtenemos 1,26 Pnom ratio, como el programa nos lo muestra en color verde, sabemos que este valor es óptimo.

6º Paso. Detailed Losses.

Accedemos a esta pantalla clicando en la pestaña “Detailed Losses”.

Aquí se nos abren varias ventanas en las que podremos introducir cada una de las pérdidas estimadas por nosotros.

- **Thermal parameter.**

Aquí introducimos el valor del coeficiente de disipación de calor que le pongo a mi instalación.

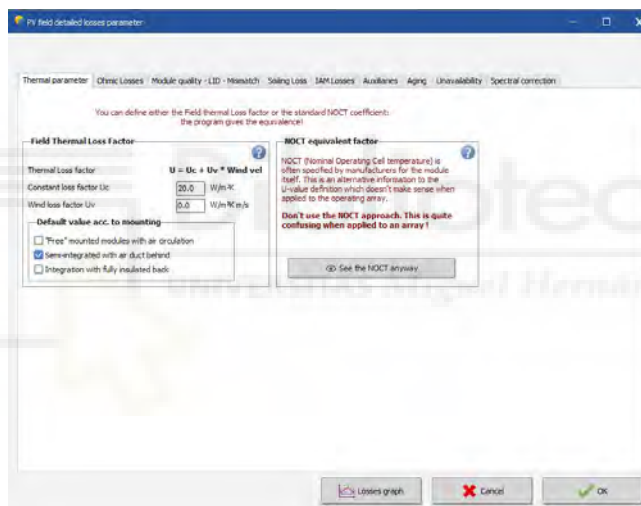


ILUSTRACIÓN 7.10.

El programa me da tres opciones, se ha escogido la intermedia “Semi-integrated with air duct behind” que, en otras palabras, sería, sistema semiintegrado.

Esto es en función de las características de la instalación, ya que los módulos se instalarán sobre el tejado, pero no directamente, sino sobre unos herrajes, lo que nos permitirá que fluya una corriente de aire que actuara como refrigerador del módulo.

- Ohmic Losses.

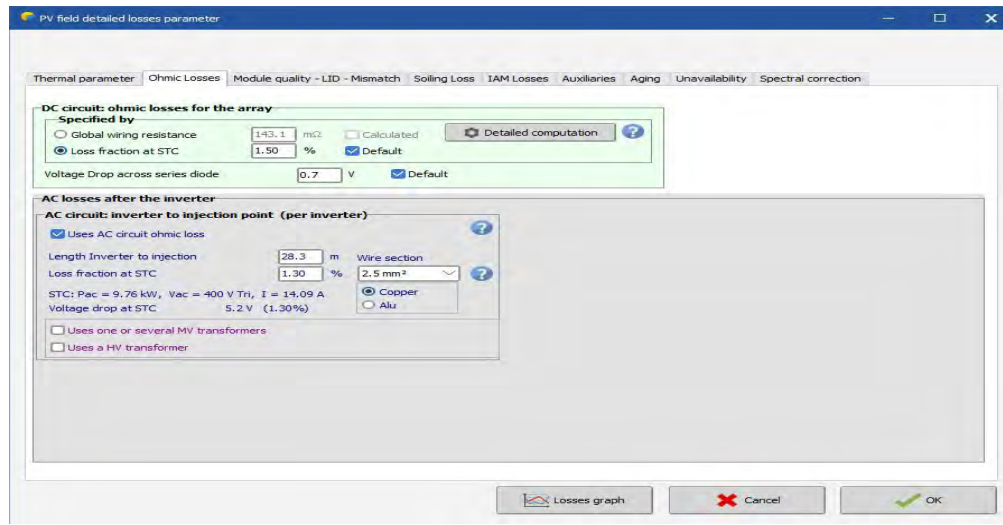


ILUSTRACIÓN 7.12.

- Module quality- LID- Mismatch

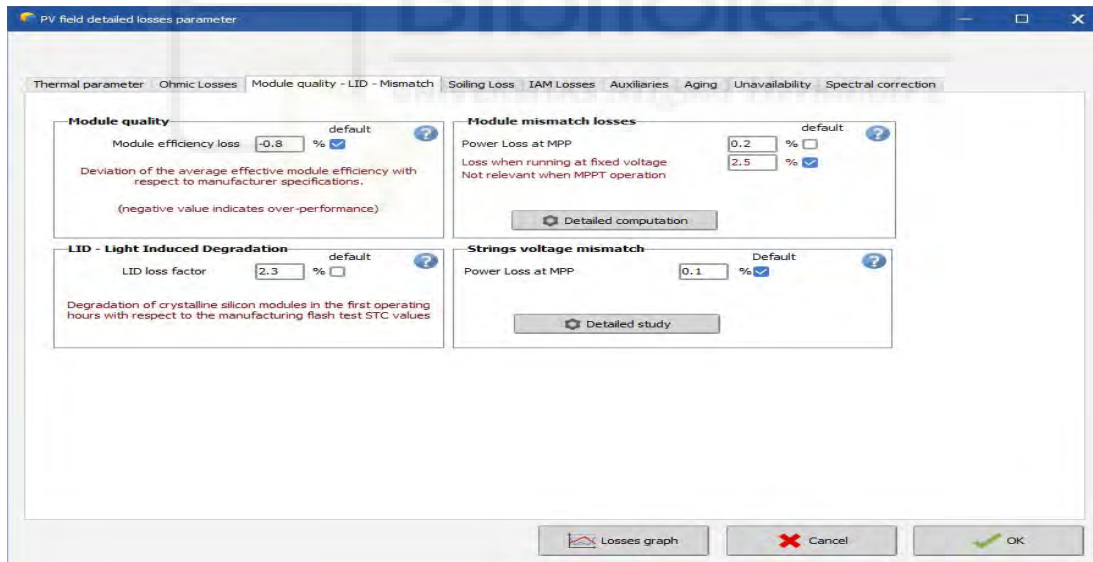


ILUSTRACIÓN 7.11.

- **Soiling Loss.**

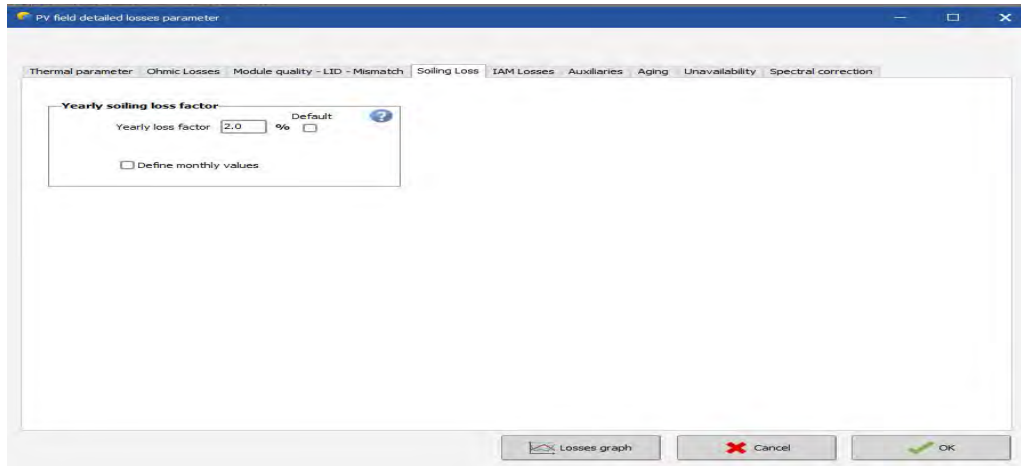


ILUSTRACIÓN 7.12.

- **Unavailability**

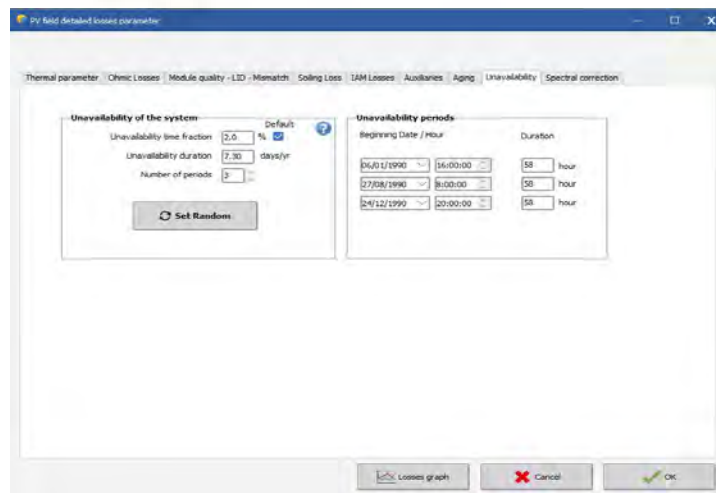


ILUSTRACIÓN 7.13.

7º Self-consumption.

Accedemos a esta pantalla clicando en la pestaña “Self-consumption”.

Aquí se nos abren varias ventanas en las que podremos introducir la potencia de consumo de la vivienda estimadas por nosotros.

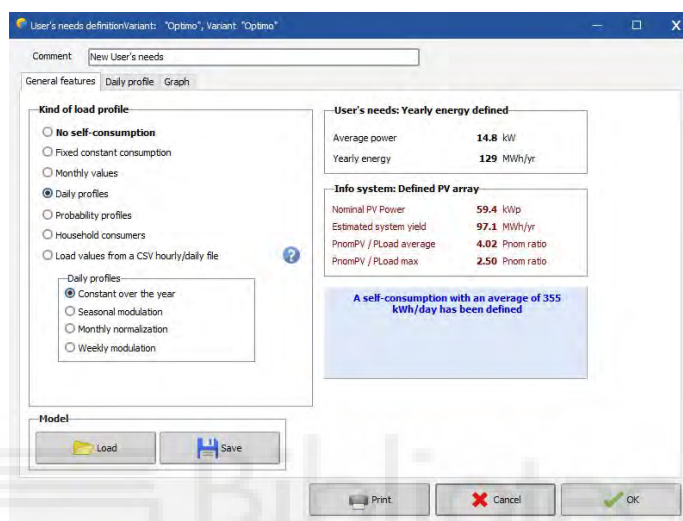


ILUSTRACIÓN 7.14.

Se ha escogido la opción “Daily profiles” (perfil diario) en esta opción podemos ajustar los consumos que tengo, ya que los tenemos diarios y constantes para todo el año, es decir, que se ha estimado la misma carga de consumo para todos los meses, de esta forma, se dimensionara la instalación para el mes donde más consumo se demande.

8º Self-consumption.

Finalmente, de vuelta a la pantalla inicial, clicamos sobre la pestaña “Run Simulation”.

A continuación, le damos a la pestaña generar informe, aquí se genera el informe con todos los datos que se han introducido manualmente y los resultados.

El informe generado se adjunta en el anexo 7.5 del presente proyecto el cual se explica detalladamente en el anexo 7.2.4

7.2.3. DATOS DE PERDIDAS APLICADAS PVSYST.

Valores de perdidas

Los valores de pérdidas en una planta fotovoltaica varían en función de las condiciones climáticas, topografía del terreno (sombras), valores de tensiones de trabajo, equipos y configuración elegida, entre otros. No obstante, se pueden definir los tipos de pérdidas detallados en el próximo apartado como los más comúnmente utilizados en este tipo de simulaciones.

Uno de los conceptos más importantes que cualquier usuario de PVSyst debería dominar supone el hecho de evaluar las pérdidas que el sistema fotovoltaico va a tener. Resulta muy importante tener en cuenta que, al introducir un valor de pérdidas, por ejemplo, pérdidas en el cableado de DC, dicho valor está referido a condiciones STC (*Standard Test Conditions*) tal como se muestra en el informe que se genera tras la simulación.

Las condiciones STC se dan en muy pocos instantes al año, por tanto, lo que PVSyst ejecuta internamente es un balance de energía horario ajustando los valores de pérdidas introducidos a las condiciones meteorológicas que se dan en ese instante (radiación y temperatura, principalmente). Finalmente, el porcentaje que se muestra en el diagrama de pérdidas anual mostrado en el informe de PVSyst refleja el % de pérdidas acorde a las condiciones climáticas del emplazamiento y a los valores introducidos @ STC.

- **Comportamiento térmico.** (Valor utilizado $U_c=20 \text{ W/ m}^2\cdot\text{K}$)

Este parámetro tiene en cuenta si los módulos están montados de forma “libre” con completa circulación de aire a su alrededor, con un conducto de aire constante circulando sobre una superficie del módulo o integrado en alguna superficie. Es un parámetro que influirá en la refrigeración del módulo y que puede causar pérdidas por sobrecalentamiento.

- **Perdidas óhmicas.**

Son las pérdidas que se producen en el cableado tanto AC como DC y en el transformador incluido en el centro de transformación.

- Fracción perdida en STC = $20\text{W/m}^2 \cdot \text{K}$
- Caída de voltaje a través de diodo en serie = 0,7 (por defecto)

- **Parámetros relativos a los módulos LID**

En este apartado hay tres valores que influyen en el valor de pérdidas que se verá reflejado, el primero es la pérdida de eficiencia de los módulos, el segundo un valor llamado LID (light induced degradation) que es la degradación que sufren los módulos y las pérdidas por Mismatch.

- Pérdida de eficiencia del módulo = -0.8% (Por defecto)
- Pérdida de potencia en MPP= 0.2 (En modulo)
- Factor de perdidas LID= 2.3%
- Pérdidas de potencia en MPP (Desajuste de voltaje en las cadenas) =0.1% (Por defecto)

- **Perdidas por suciedad.** = 2%

Si los módulos tienen suciedad, polvo o algún tipo de partículas o manchas en su superficie, se reduce su producción y rendimiento de forma significativa.

Este valor depende de factores como el emplazamiento y el plan de mantenimiento que se llevará cabo, pero se suele usar un valor estándar de 2%

- **IAM Losses.**

Este parámetro indica las pérdidas producidas por el ángulo de incidencia sobre los módulos.

- **Indisponibilidad**

Este valor de pérdidas refleja la falta de energía producida en períodos de indisponibilidad donde la planta (o parte de ella) no está disponible o funcionando correctamente.



7.2.4. EXPLICACIÓN DE LOS APARTADOS DEL INFORME PVSIS.

1) Resumen del proyecto.

En este primer apartado nos muestra los datos de la zona geográfica donde se ha realizado la instalación fotovoltaica la cual coincide con la localización de la vivienda unifamiliar objeto del presente proyecto.

| Resumen del proyecto | | |
|---|---|--|
| Sitio geográfico Parque Industrial de Elche España | Situación Latitud 38.28 °N Longitud -0.63 °W Altitud 79 m Zona horaria UTC+1 | Configuración del proyecto Albedo 0.20 |
| Datos meteo Elche Meteonorm 8.0 (2003-2017), Sat=15% - Sintético | | |

2) Resumen del sistema.

Aquí el programa nos da una visión general del sistema generado en función de las necesidades de potencia del usuario y las características de nuestra instalación.

| Resumen del sistema | | |
|---|--|---|
| Sistema conectado a la red | Sin escena 3D definida, sin sombras | |
| Orientación campo FV Plano fijo Inclinación/Azimut 30 / 0 ° | Sombreados cercanos Sin sombreados | Necesidades del usuario Perfil diario Constante durante el año Promedio 207 kWh/Día |
| Información del sistema Conjunto FV Núm. de módulos 28 unidades Pnom total 15.12 kWp | Inversores Núm. de unidades 2 unidades Pnom total 12.00 kWca Proporción Pnom 1.260 | |

3) Resumen de resultados.

En este apartado podemos ver la energía producida por nuestro sistema fotovoltaico a lo largo del año y el dato mas importante que sería el **“PR” Performance Ratio** de nuestra

instalación que aporta información sobre la eficiencia energética y la fiabilidad de la instalación fotovoltaica.

Cuanto más cercano al 100 % sea el valor del coeficiente de rendimiento calculado para una instalación fotovoltaica, de forma más efectiva trabajará esta instalación fotovoltaica. No obstante, no es posible alcanzar un valor real del 100 % puesto que durante la operación de la instalación fotovoltaica se producen siempre pérdidas inevitables (p.ej. pérdidas térmicas por el calentamiento de los módulos fotovoltaicos).

Sin embargo, las instalaciones fotovoltaicas eficientes alcanzan un coeficiente de rendimiento de hasta el 80 %.

En nuestro caso el PR es del 79,68% por tanto, podemos garantizar la eficiencia de nuestra instalación.

| Resumen de resultados | | | | | |
|-----------------------|---------------|-----------------------|------------------|---------------------|---------|
| Energía producida | 24.54 MWh/año | Producción específica | 1623 kWh/kWp/año | Proporción rend. PR | 79.68 % |
| Energía usada | 75.39 MWh/año | | | Fracción solar (SF) | 32.55 % |

4) Tabla de contenido.

Representa el índice de todos los apartados del informe.

| Tabla de contenido | |
|--|---|
| Resumen de proyectos y resultados | 2 |
| Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema. | 3 |
| Necesidades detalladas del usuario | 5 |
| Resultados principales | 6 |
| Diagrama de pérdida | 7 |
| Gráficos especiales | 8 |
| Evaluación P50 - P90 | 9 |

5) Parámetros generales.

Aquí se describen los parámetros que hemos introducido en función de las características externas de nuestra instalación.

| Parámetros generales | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|-------|-------|--|-------|------|------|------|--------------------------------|-------|-------|-------|----|
| Sistema conectado a la red | | | | Sin escena 3D definida, sin sombras | | | | | | | | | |
| Orientación campo FV | | | | Configuración de cobertizos | | | | | Modelos usados | | | | |
| Orientación | | | | Sin escena 3D definida | | | | | Transposición Perez | | | | |
| Plano fijo | | | | | | | | | Difuso Perez, Meteonorm | | | | |
| Inclinación/Azímüt 30 / 0 ° | | | | | | | | | Circunsolar separado | | | | |
| Horizonte | | | | Sombreados cercanos | | | | | Necesidades del usuario | | | | |
| Horizonte libre | | | | Sin sombreados | | | | | Perfil diario | | | | |
| | | | | | | | | | Constante durante el año | | | | |
| | | | | | | | | | Promedio 207 kWh/Día | | | | |
| Carga por hora | 0 h | 1 h | 2 h | 3 h | 4 h | 5 h | 6 h | 7 h | 8 h | 9 h | 10 h | 11 h | |
| | 5.97 | 3.15 | 3.35 | 3.35 | 3.35 | 4.37 | 5.52 | 7.95 | 8.28 | 10.18 | 10.39 | 10.84 | kW |
| | 12 h | 13 h | 14 h | 15 h | 16 h | 17 h | 18 h | 19 h | 20 h | 21 h | 22 h | 23 h | |
| | 13.03 | 13.70 | 12.71 | 10.88 | 10.46 | 9.85 | 9.08 | 8.63 | 9.65 | 11.45 | 10.68 | 9.73 | kW |

6) Características del conjunto FV.

Representa las características de los elementos que hemos seleccionado para nuestra instalación. Tipo de modulo y de inversor.

| Características del conjunto FV | | | |
|---|----------------------------|------------------------------------|---------------------|
| Módulo FV | | Inversor | |
| Fabricante | HT Solar (Tangshan Haitai) | Fabricante | Huawei Technologies |
| Modelo | HTM540DMH5-72 | Modelo | SUN2000-6KTL-M1 |
| (Definición de parámetros personalizados) | | (Base de datos PVsyst original) | |
| Unidad Nom. Potencia | 540 Wp | Unidad Nom. Potencia | 6.00 kWca |
| Número de módulos FV | 28 unidades | Número de inversores | 2 unidades |
| Nominal (STC) | 15.12 kWp | Potencia total | 12.0 kWca |
| Módulos | 2 Cadenas x 14 En series | Voltaje de funcionamiento | 140-980 V |
| En cond. de funcionam. (50°C) | | Potencia máx. (=>47°C) | 6.60 kWca |
| Pmpp | 13.84 kWp | Proporción Pnom (CC:CA) | 1.26 |
| U mpp | 529 V | | |
| I mpp | 26 A | | |
| Potencia FV total | | Potencia total del inversor | |
| Nominal (STC) | 15 kWp | Potencia total | 12 kWca |
| Total | 28 módulos | Número de inversores | 2 unidades |
| Área del módulo | 72.6 m² | Proporción Pnom | 1.26 |
| Área celular | 66.6 m² | | |

7) Perdidas del conjunto.

Aquí se representan los valores de pérdida que hemos estimado en función de las condiciones climáticas, valores de tensiones de trabajo, equipos y configuración elegida, entre otros.

| Pérdidas del conjunto | | | | | | | | |
|--|-------|-------|--|-------|-------|---|-------|-------|
| Factor de pérdida térmica | | | Pérdidas de cableado CC | | | Pérdida diodos serie | | |
| Temperatura módulo según irradiancia | | | Res. conjunto global 336 mΩ | | | Caída de voltaje 0.7 V | | |
| Uc (const) 15.0 W/m²K | | | Frac. de pérdida 1.5 % en STC | | | Frac. de pérdida 0.1 % en STC | | |
| Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s | | | | | | | | |
| Pérdida de calidad módulo | | | Pérdidas de desajuste de módulo | | | Pérdidas de desajuste de cadenas | | |
| Frac. de pérdida 1.5 % | | | Frac. de pérdida 2.0 % en MPP | | | Frac. de pérdida 0.1 % | | |
| Factor de pérdida IAM | | | | | | | | |
| Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290 | | | | | | | | |
| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
| 1.000 | 0.999 | 0.987 | 0.962 | 0.892 | 0.816 | 0.681 | 0.440 | 0.000 |

8) Pérdidas del sistema.

Se ha estimado un 2% que serían unos 7 días al año, este dato se estima como previsión del tiempo necesario que hay que tener en cuenta a la hora de reparar averías.

| Pérdidas del sistema. | |
|-------------------------------------|------------|
| Indisponibilidad del sistema | |
| Frac. de tiempo | 2.0 % |
| | 7.3 días, |
| | 3 periodos |

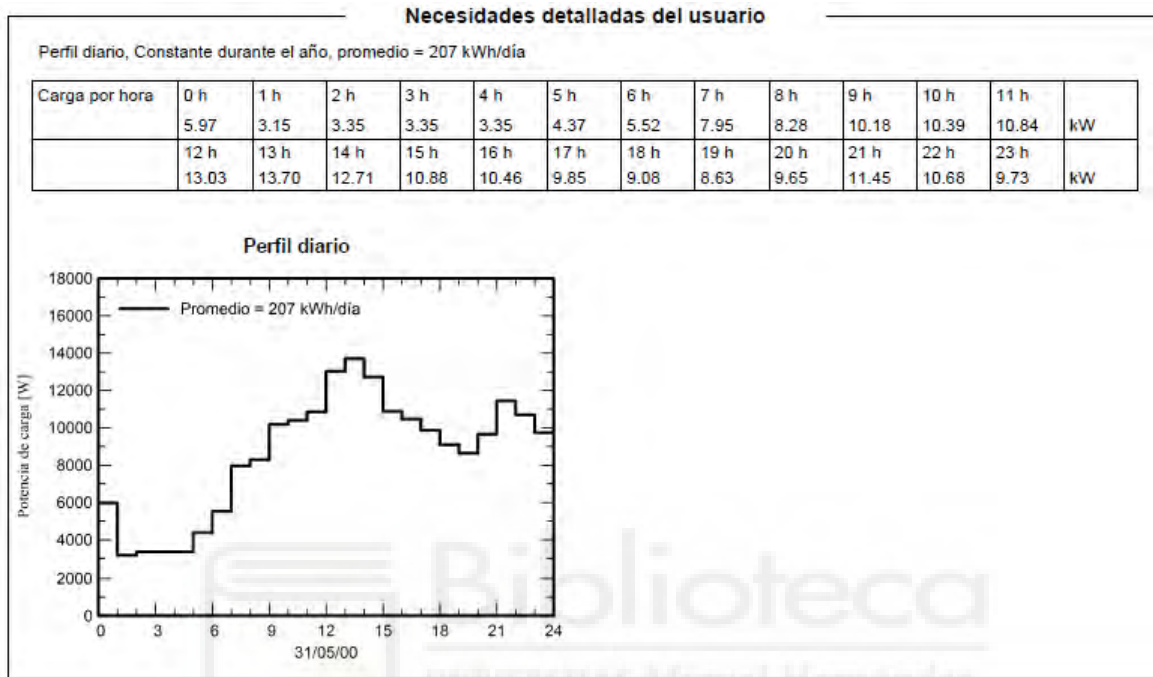
9) Pérdidas de cableado CA.

Representa las pérdidas ocasionadas por el cableado en función de la sección y la longitud estimada.

| Pérdidas de cableado CA | |
|---|---------------------|
| Línea de salida del inv. hasta el punto de inyección | |
| Voltaje inductor | 400 Vca tri |
| Frac. de pérdida | 1.50 % en STC |
| Inversor: SUN2000-6KTL-M1 | |
| Sección cables (2 Inv.) | Cobre 2 x 3 x 2 mm² |
| Longitud media de los cables | 26 m |

10) Necesidades detalladas del usuario.

Estos datos son los extraídos de la curva de carga en función de las necesidades y hábitos del propietario de la vivienda.



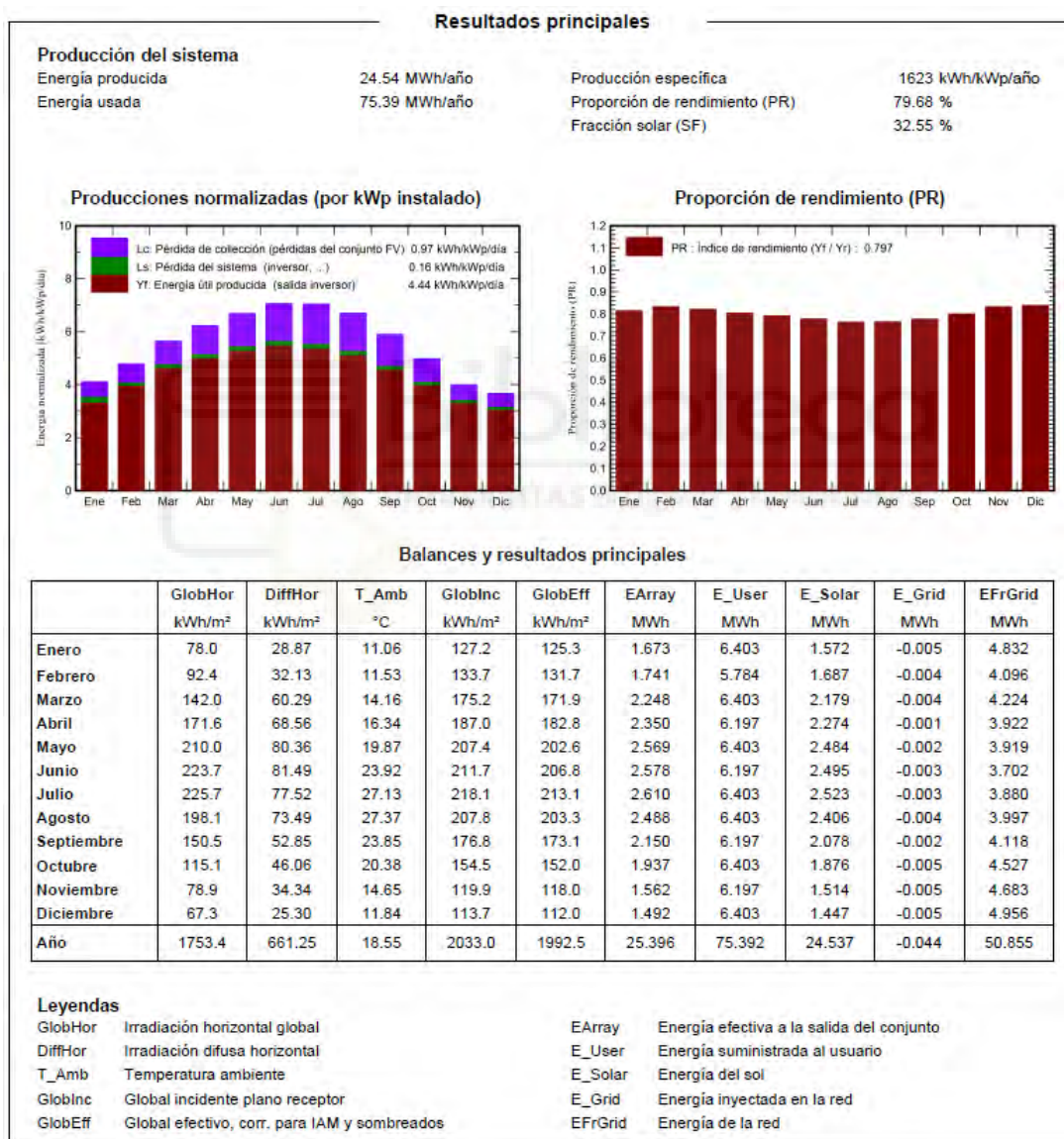
11) Resultados principales.

En este apartado aparecen una serie de gráficas y tablas a modo de resumen de los resultados. La primera gráfica muestra las producciones normalizadas por kWh instalado, donde apreciamos el porcentaje de pérdidas del generador fotovoltaico y del inversor. En general las pérdidas son mayores en los meses de mayor producción energética, ya que son porcentuales.

En la segunda gráfica se muestra el factor de rendimiento, que se encuentra en torno al 0,79, disminuyendo en los meses verano, debido a que pese a aumentar la irradiación incidente sobre las placas, la producción energética evoluciona proporcionalmente pero no en la misma magnitud. Con lo que, paradójicamente, en los meses de mayor producción obtenemos el menor rendimiento.

La tabla inferior que incluye el informe presenta los datos mensuales de Irradiación global horizontal, temperatura ambiente, la irradiación global incidente en el plano receptor y la efectiva, así como la energía a la salida del generador, la reinyectada en la red y las eficiencias del campo generador y del sistema.

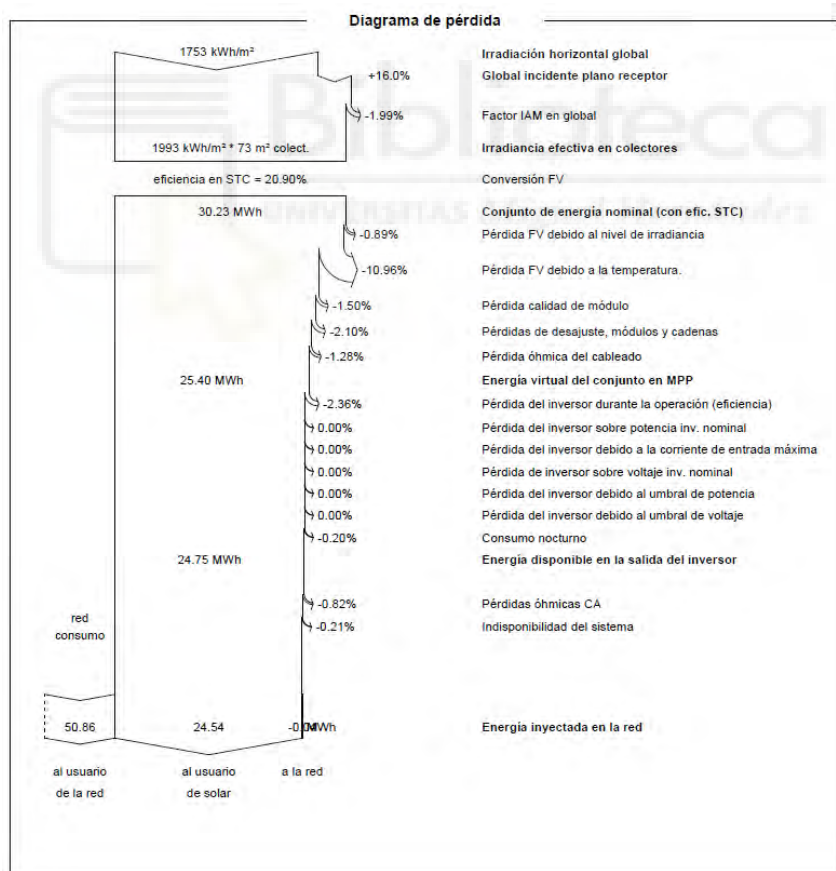
Estos datos pueden resultarnos útiles para estudios concretos.



12) Diagrama de perdida.

En un sistema energético es importante lograr un buen rendimiento en el sistema de producción y en los equipos que lo componen, ya que un mayor rendimiento conlleva menos pérdidas y con ello una mayor eficiencia. Como se ha detallado anteriormente, esta eficiencia se representa mediante el parámetro PR *Performance Ratio*.

En los sistemas de producción fotovoltaica los factores que pueden conllevar a una pérdida de eficiencia son varios, desde la irradiación solar que reciben los paneles, que es un factor que está fuera de dominio, pasando por las pérdidas por sombreado o el cableado de la instalación. Por todo esto, es conveniente hacer un análisis de los puntos susceptibles a pérdidas, para así poder minimizarlas en la medida de lo posible.



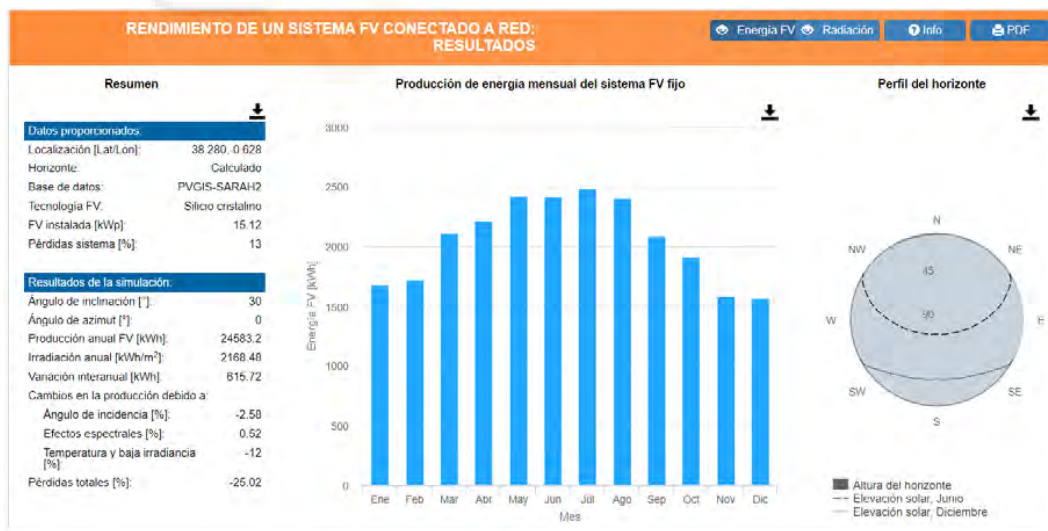
7.2.5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS.

Se ha instalado una potencia pico de 15,12Wp, ya que es la potencia máxima que se puede instalar para no verter a red según las previsiones de consumo de nuestra vivienda, finalmente en el diagrama de pérdidas del informe que hemos explicado en el apartado anterior, podemos ver que efectivamente, el vertido que se hace a red a lo largo del año es de 0kw, mientras que la energía que se consume de la instalación fotovoltaica es de 24,5MWh al año, lo que da una media de 67kwh al día que si dividimos entre las HSP que son de 6,02 según se ha calculado en el apartado 1.8. del presente proyecto, nos da una producción media de 11,15kwh

7.2.6. CONTRASTE DE DATOS PVGIS – PVSIS

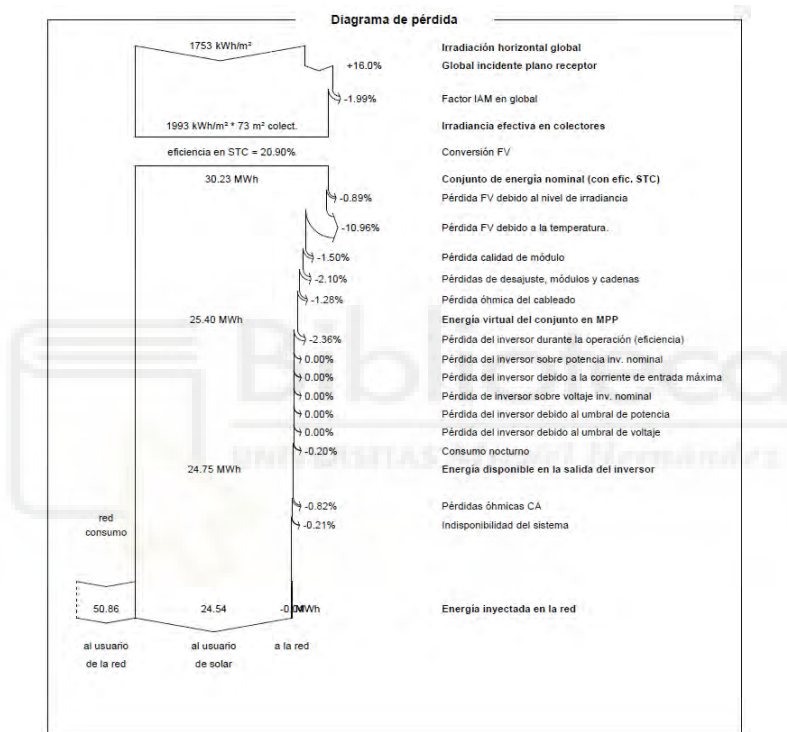
Tras haber introducido los datos de mi instalación, tanto en PVGIS, como en PVSIS, podemos hacer una comparativa a simple vista con los resultados obtenidos.

Resultados de la simulación PVGIS



- Destacaremos los siguientes datos:
- Producción anual FV: 24583,2kWh
- Irradiación anual: 2168,48kWh/m²
- Pérdidas totales: -25,02%

Resultados de la simulación con PVSIS



- Destacaremos los siguientes datos:
- Producción anual FV: 24540kWh
- Irradiación anual: 1993kWh/m²
- Pérdidas totales: -20,36%

En la siguiente tabla se hace un resumen de los resultados obtenidos en cada simulación.

| | POTENCIA PICO INSTALADA (kwp) | IRRADIACIÓN ANUAL (kwh/m ²) | PRODUCCIÓN ANUAL FV (kw/h) | PERDIDAS TOTALES (%) |
|-------|----------------------------------|--|----------------------------------|-------------------------|
| PVGIS | 15,12 | 2168,48 | 24583,2 | 25,02 |
| PVSYs | 15,12 | 1993 | 24540 | 20,36 |

TABLA 7.2. COMPARATIVA SIMULACIÓN PVGIS-PVSYs

Vamos a comentar la diferencia entre estas dos simulaciones:

Irradiación anual

Podemos apreciar que es practicante igual en las dos simulaciones, la variación es debida a que en cada programa se ha utilizado una base de datos meteorológica distinta.

Producción anual

Podemos apreciar que es practicante igual en las dos simulaciones, la variación es debida a que en cada programa se ha utilizado una base de datos meteorológica distinta.

Pérdidas totales

Podemos apreciar que hay una diferencia de un 5% de perdidas, el motivo es que PVGIS, utiliza valores estándar para calcular las perdidas mientras que PVSYs utiliza valores concretos cedidos por el fabricante de los elementos, con lo cual se puede afinar mas las perdidas.

7.2.7. CONCLUSIÓN.

Tras realizar los cálculos, comparando ambas simulaciones y escogiendo los datos de PVSIS, nuestra instalación fotovoltaica quedara de la siguiente manera:

- ❖ **Angulo de inclinación de los módulos: 30°**
- ❖ **Numero de inversores: 2 (uno por cadena)**
- ❖ **Numero de cadenas: 2**
- ❖ **Numero de módulos por cadena: 14**
- ❖ **Número total de módulos: 28**
- ❖ **Modelo de inversor: (HUAWEI 6,0kw 140-980V TL 50/60HZ SUN 2000-6KTL-M1)**
- ❖ **Modelo de módulos: (HAITAI 540wp 35V SI-Mono HTM 540 MH5-72)**
- ❖ **Potencia instalada: 15,12kWp**
- ❖ **Potencia nominal: 11,15 kWh**
- ❖ **Energía anual que toma el usuario de red: 50,86 MWh**
- ❖ **Energía anual de la instalación fotovoltaica: 24,54 MWh**
- ❖ **Energía anual desperdiciada o vertida a red: 0 MWh**



7.2.8. AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

Para obtener el período de retorno de la instalación se tiene en cuenta la vida útil del sistema que, en nuestro caso, establecemos que es de 25 años, teniendo en cuenta una degradación de la instalación del 3% anual, según las características de los módulos fotovoltaicos, inversores, pérdidas de cableado... seleccionados, como podemos ver en la siguiente grafica extraída de esas características.

Se tendrá en cuenta un aumento del precio de la energía de un 4,5% anual sobre el precio medio del kWh. Establecemos el precio medio en 0,25 €/kWh (precio medio del año 2022).

Y como se ha reflejado en el apartado 7.2.6. del presente proyecto, la producción estimada de nuestra instalación fotovoltaica a lo largo de un año será de **24540kw**.

Como podemos ver en el apartado “PRESUPUESTOS” el precio de la instalación fotovoltaica ascienda a 21.519,14 € + 21% IVA. Nos quedara un coste total de la instalación de 26038,16€

A continuación, se muestra la tabla donde hemos calculado los años que tardaríamos en recuperar la inversión de la instalación fotovoltaica.

| AÑO | REND (%) | Producción (kWh) | PRECIO MEDIO kWh (€) | AORRO (€) | FLUJO ANUAL (€) | FLUJO ACUMULADO |
|-----|----------|------------------|----------------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26038,16 | -26038,16 |
| 1 | 100% | 24540 | 0,23 | 5644,2 | 5644,2 | -20393,96 |
| 2 | 97% | 23803,8 | 0,275 | 6546,045 | 6546,045 | -13847,915 |
| 3 | 94% | 23067,6 | 0,320 | 7381,632 | 7381,632 | -6466,283 |
| 4 | 91% | 22331,4 | 0,365 | 8150,961 | 8150,961 | 1684,678 |
| 5 | 88% | 21595,2 | 0,410 | 8854,032 | 8854,032 | 10538,71 |
| 6 | 85% | 20859 | 0,455 | 9490,845 | 9490,845 | 20029,555 |
| 7 | 82% | 20122,8 | 0,500 | 10061,4 | 10061,4 | 30090,955 |
| 8 | 79% | 19386,6 | 0,545 | 10565,697 | 10565,697 | 40656,652 |
| 9 | 76% | 18650,4 | 0,590 | 11003,736 | 11003,736 | 51660,388 |
| 10 | 73% | 17914,2 | 0,635 | 11375,517 | 11375,517 | 63035,905 |

| | | | | | | |
|----|-----|---------|-------|-----------|-----------|------------|
| 11 | 70% | 17178 | 0,680 | 11681,04 | 11681,04 | 74716,945 |
| 12 | 67% | 16441,8 | 0,725 | 11920,305 | 11920,305 | 86637,25 |
| 13 | 64% | 15705,6 | 0,770 | 12093,312 | 12093,312 | 98730,562 |
| 14 | 61% | 14969,4 | 0,815 | 12200,061 | 12200,061 | 110930,623 |
| 15 | 58% | 14233,2 | 0,860 | 12240,552 | 12240,552 | 123171,175 |
| 16 | 55% | 13497 | 0,905 | 12214,785 | 12214,785 | 135385,96 |
| 17 | 52% | 12760,8 | 0,950 | 12122,76 | 12122,76 | 147508,72 |
| 18 | 49% | 12024,6 | 0,995 | 11964,477 | 11964,477 | 159473,197 |
| 19 | 46% | 11288,4 | 1,040 | 11739,936 | 11739,936 | 171213,133 |
| 20 | 43% | 10552,2 | 1,085 | 11449,137 | 11449,137 | 182662,27 |
| 21 | 40% | 9816 | 1,130 | 11092,08 | 11092,08 | 193754,35 |
| 22 | 37% | 9079,8 | 1,175 | 10668,765 | 10668,765 | 204423,115 |
| 23 | 34% | 8343,6 | 1,220 | 10179,192 | 10179,192 | 214602,307 |
| 24 | 31% | 7607,4 | 1,265 | 9623,361 | 9623,361 | 224225,668 |
| 25 | 28% | 6871,2 | 1,310 | 9001,272 | 9001,272 | 233226,94 |

TABLA 7.3. AÑOS DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

Donde

- El **año** es el número de años de la vida útil considerada de la instalación, dada por el fabricante de los módulos y el inversor.
- En el **rendimiento** (%) se considera la pérdida de éste a lo largo de la vida útil de la instalación.
- La **producción** (kWh) es la producción estimada de la instalación fotovoltaica (apartado 7.2.8)
- El **precio medio del kWh** (€) es el precio medio de los periodos punta y valle considerando un aumento del 0,04% anual.
- El **ahorro** (€) se refiere al ahorro aproximado que se produce cada año.
- El **flujo anual** (€) coincide con el ahorro ya que consideramos despreciables los costes de mantenimiento.
- El **flujo acumulado** (€) parte de la inversión de la instalación y se le suma el flujo anual.

Finalmente, se observa que el plazo de recuperación de la inversión es de 5 años. Este es el tiempo que se tardará para que el valor de la inversión inicial sea superado mediante los flujos de caja, es decir, es el tiempo que tendrá que pasar para recuperar la inversión inicial de nuestra instalación fotovoltaica

Periodo de retorno =5 años



7.3. ANEXOS PLANOS

7.3.1. PLANO SITUACIÓN

7.3.2. PLANO EMPLAZAMIENTO

7.3.3. PLANO EXTERIOR

7.3.4. PLANO INSTALACIONES ENLACE RED Y FOTOVOLTAICA

7.3.5. PLANO INSTALACIONES EXTERIORES

7.3.6. PLANO DETALLE PLANTA BAJA

7.3.7. PLANO DETALLE PLANTA SUPERIOR

7.3.8. PLANO MOBILIARIO PLANTA BAJA

7.3.9. PLANO MOBILIARIO PLANTA SUPERIOR

7.3.10. PLANO ILUMINACIÓN PLANTA BAJA

7.3.11. PLANO ILUMINACIÓN PLANTA SUPERIOR

7.3.12. PLANO TOMAS DE CORRIENTE PLANTA BAJA

7.3.13. PLANO TOMAS DE CORRIENTE PLANTA SUPERIOR

7.3.14. PLANO MECANISMOS PLANTA BAJA

7.3.15. PLANO MECANISMOS PLANTA SUPERIOR

7.3.16. PLANO MECANISMOS DE EXTERIOR

7.3.17. PLANO CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA

7.3.18. PLANO CLIMATIZACIÓN PLANTA SUPERIOR

**7.3.19. ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE MANDO Y
PROTECCIÓN**

7.3.20. ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO PLANTA SUPERIOR

7.3.21. ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO BARBACOA

7.3.22. ESQUEMA UNIFILAR SUBCUADRO PISCINA

7.3.23. ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

7.3.24. PLANO RED EQUIPOTENCIAL

7.3.25. CONEXIÓN DE CONDUCTORES A ESTRUCTURAS METÁLICAS

7.3.26. PLANO PUESTA A TIERRA

7.3.27. PLANO ZANJAS

7.3.28. SECCIÓN TRANSVERSAL ZANJAS

7.3.29. PLANO DISTANCIAS MECANISMOS INTERIORES

7.3.30. PLANO EMPLAZAMIENTO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

7.4. ANEXOS FICHAS TÉCNICAS

7.4.1. FICHA TÉCNICA CPM

7.4.2. FICHA TÉCNICA MODULO FOTOVOLTAICO

7.4.3. FICHA TÉCNICA INVERSOR



7.4.4. FICHA TÉCNICA *SMART POWER SENSOR DTSU666-H*

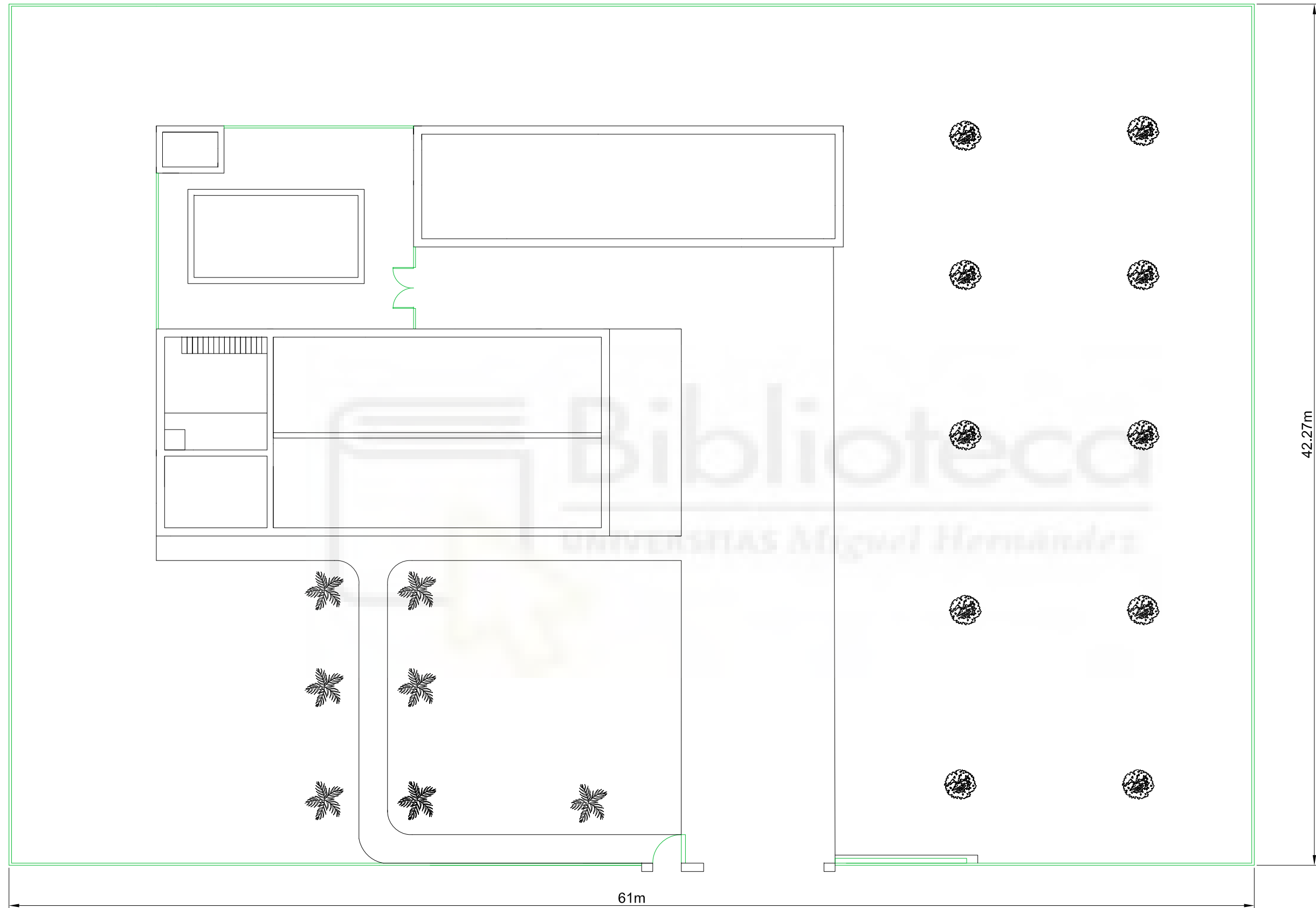
7.5. INFORME DE SIMULACIÓN PVSYSY



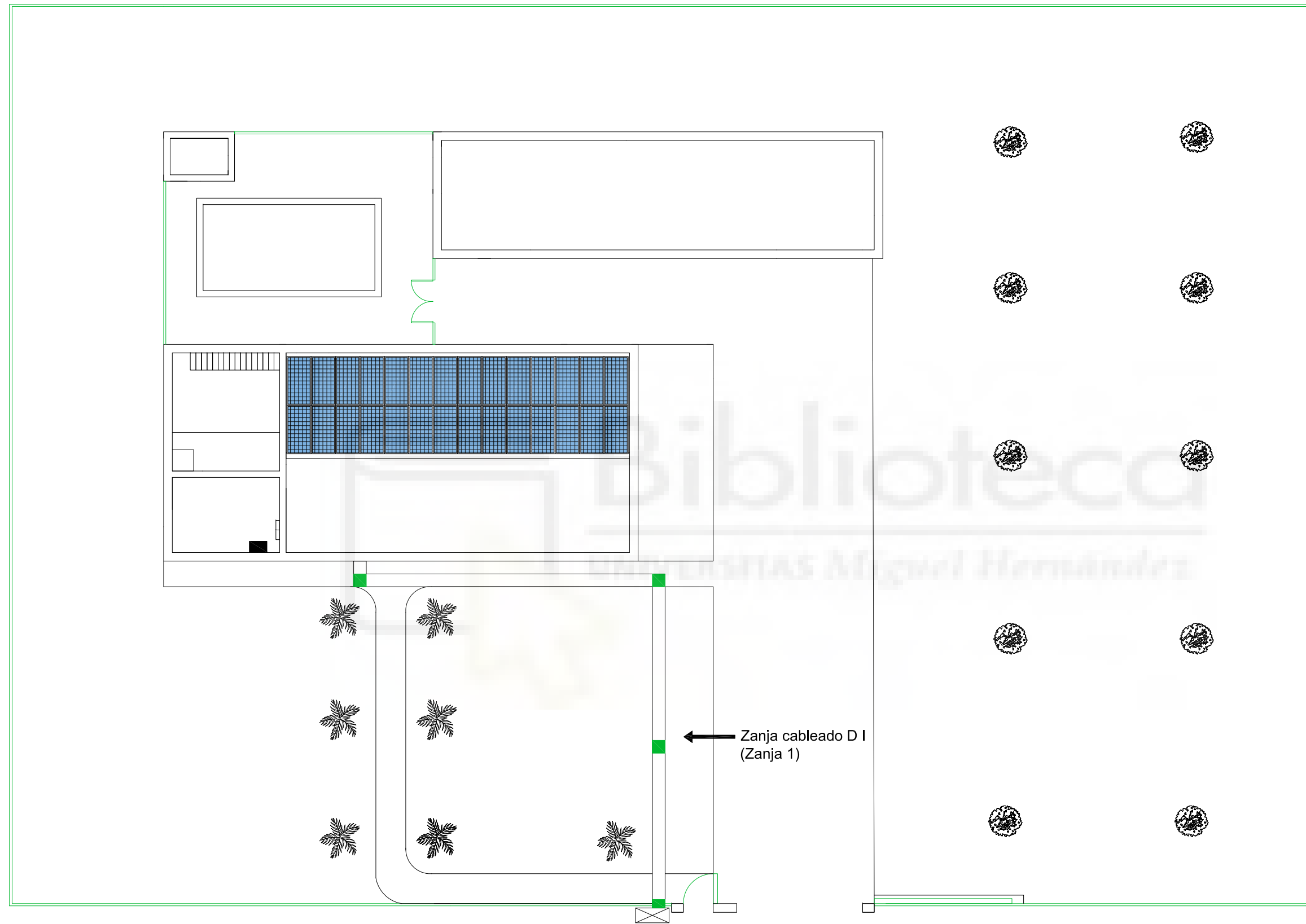


| | |
|-------------------------|--------------------|
| PLANO DE EMPLAZAMIENTO | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: SIN ESCALA |

| | |
|---|-----------|
| ESCUOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° 2 |
|   | |



| | | | |
|-------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO EXTERIOR | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:200 | | 3 |



| LEYENDA | |
|---------|---------------------------------|
| | CGPM |
| | CUADRO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA |
| | INVERSOR HUAWEI 6,0Kw |
| | MODULO HTM530-540MH5-72 |
| | ARQUETA |



PLANO INSTALACIONES ENLACE
RED Y FOTOVOLTAICA

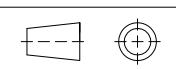
ALBERTO ESTEVE TRIGUERO

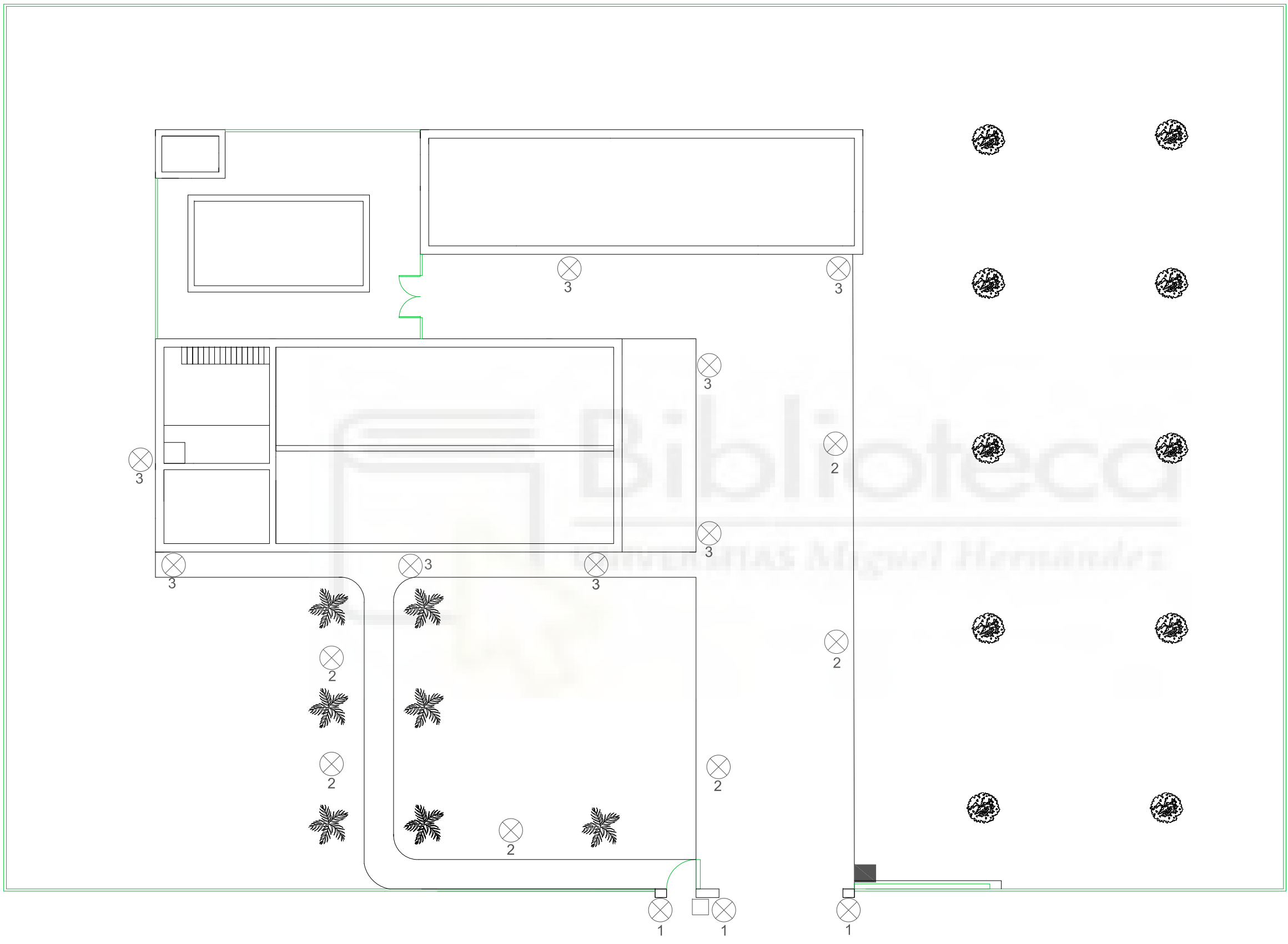
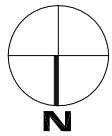
FECHA: 10/05/2022

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DE ELCHE

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Hoja Nº
4

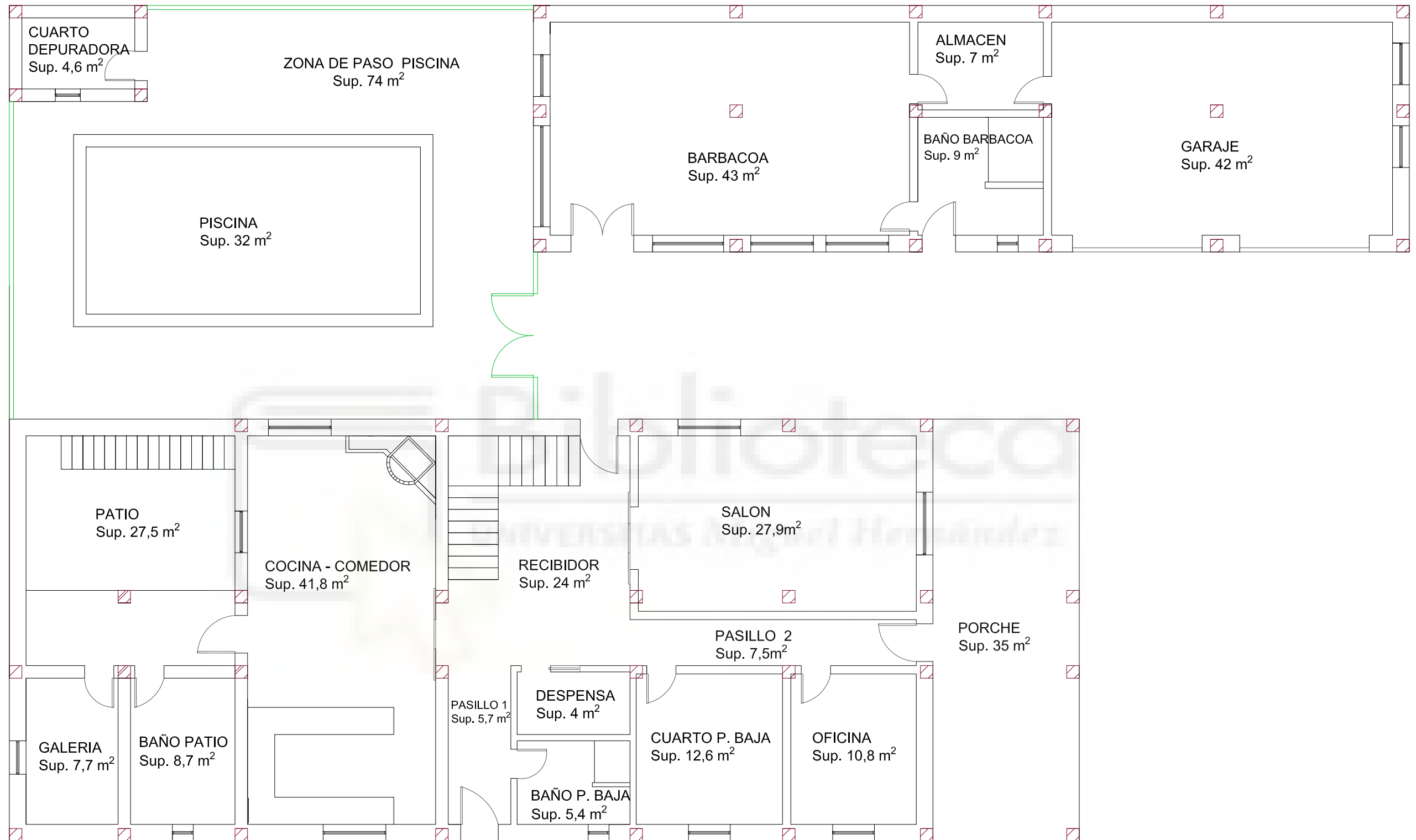




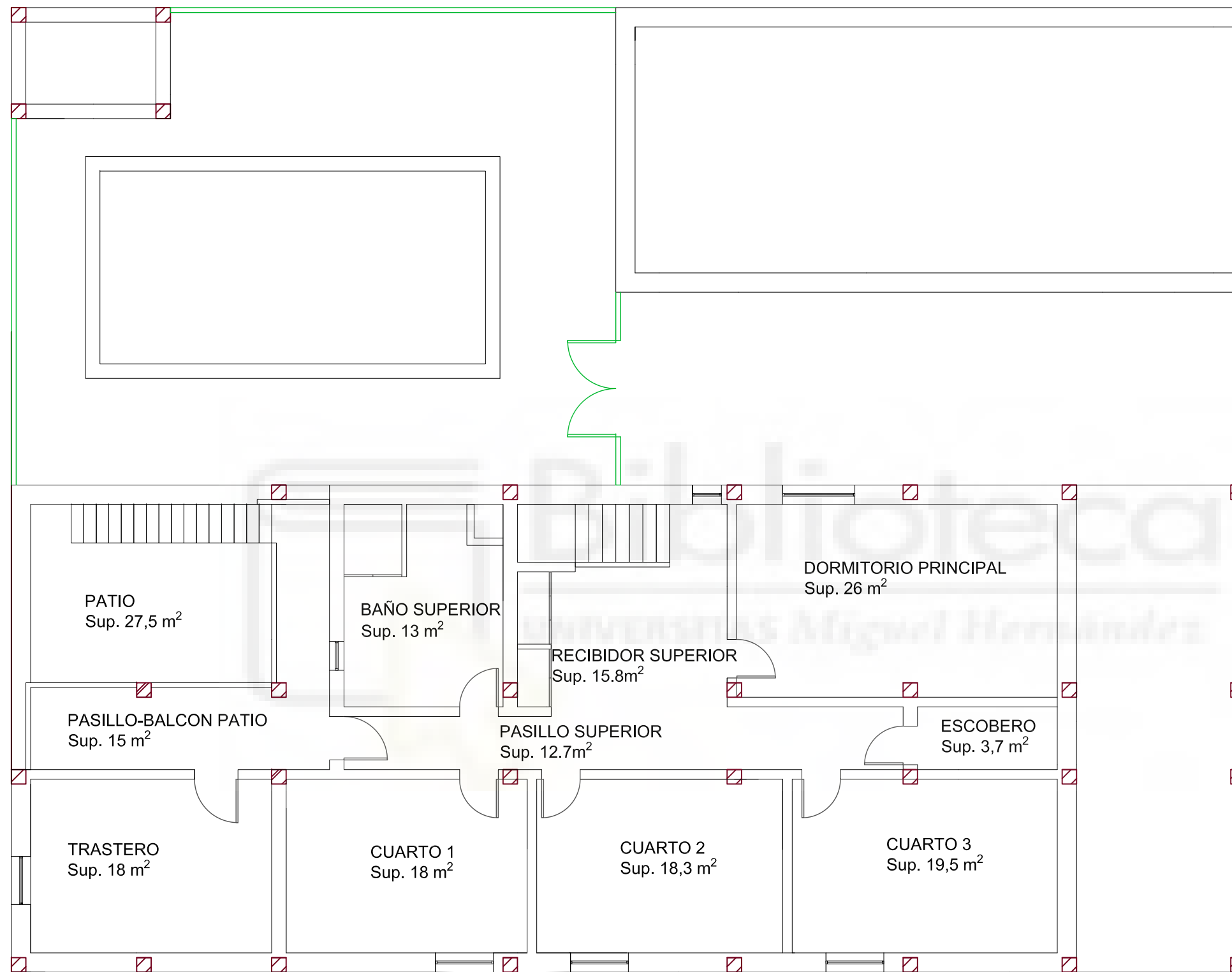
| LEYENDA | |
|---------|-----------------------------|
| ⊗ 1 | Baliza negra Nane |
| ⊗ 2 | Farola Dunia |
| ⊗ 3 | Farolillo Pared LED |
| ■ | Motor AC 600 |
| □ | Monitor videoportero TMEZON |



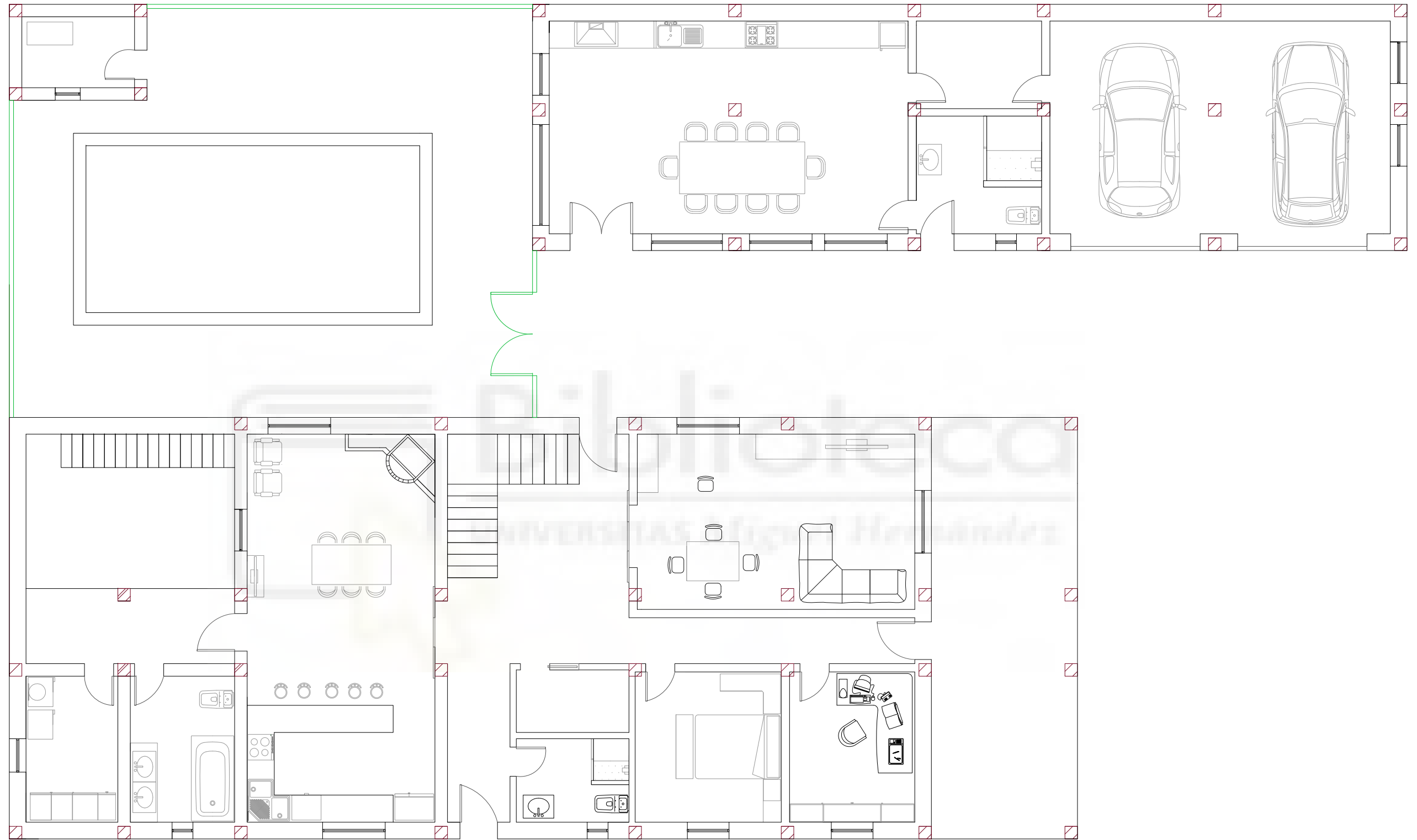
| | | | |
|--------------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------|
| PLANO INSTALACIONES EXTERIORES | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº 5 |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:200 | | |



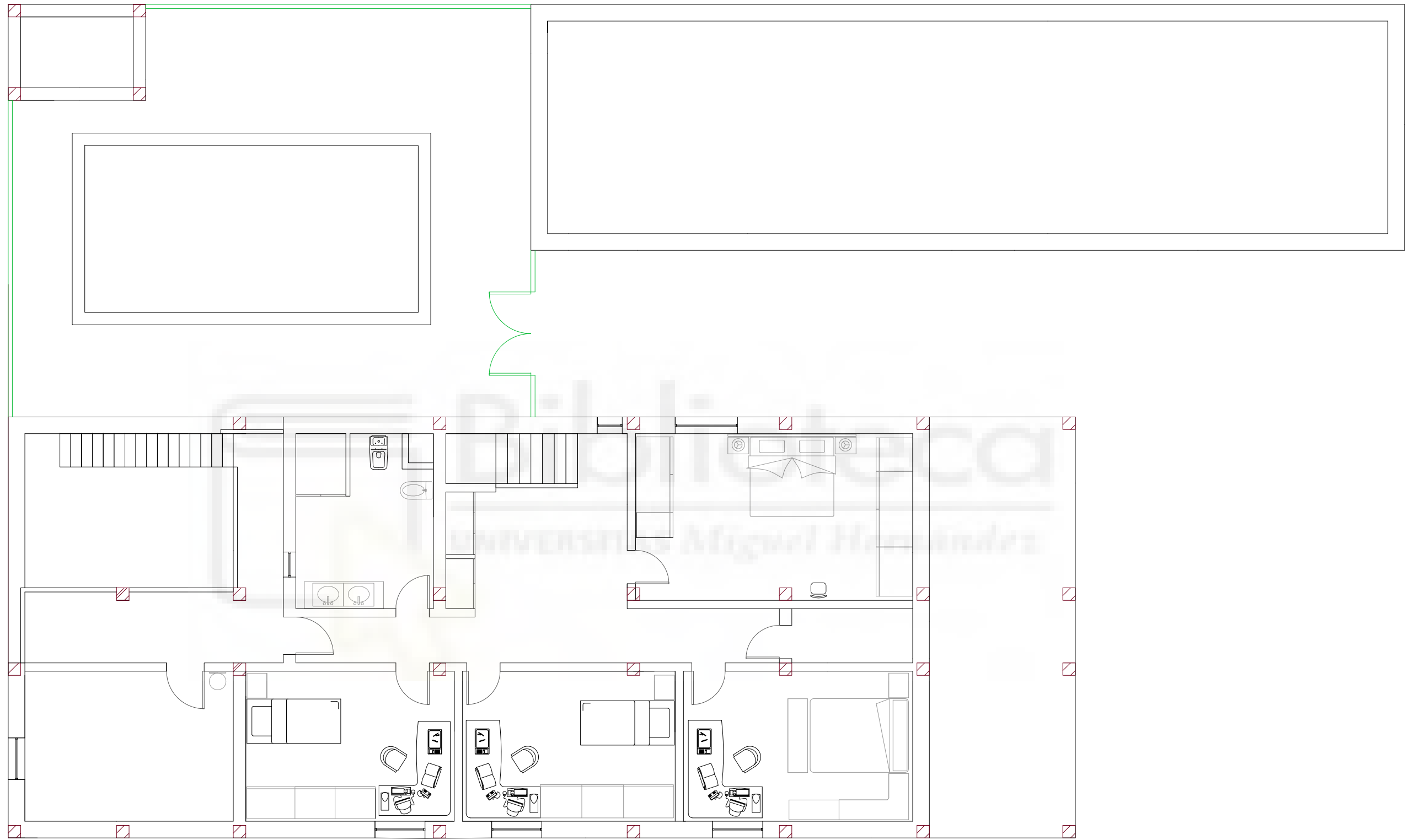
| | | | |
|---------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO DETALLE PLANTA BAJA | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | 6 |



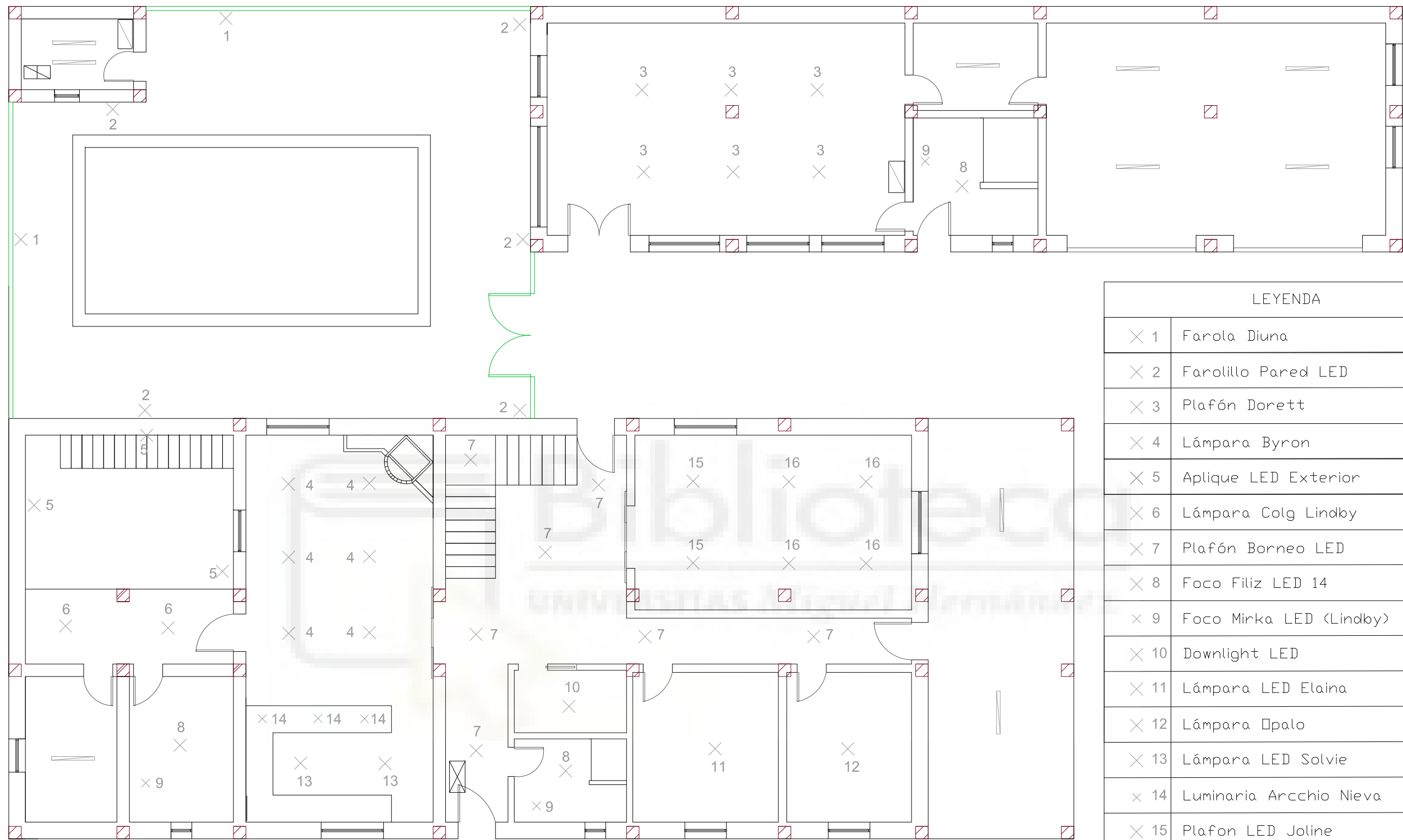
| | | | |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO DETALLE PLANTA SUPERIOR | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | 7 |



| | | | | | |
|------------------------------|--|------------------------------|--|---------------------------------------|--|
| UNIVERSIDAD Miguel Hernández | | PLANO MOBILIARIO PLANTA BAJA | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | | Hoja Nº 8 | |
| FECHA: 10/05/2022 | | ESCALA: 1:100 | | | |



| | | | |
|----------------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------|
| PLANO MOBILIARIO PLANTA SUPERIOR | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº 9 |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | |



| LEYENDA | |
|---------|-----------------------------------|
| × 1 | Farola Diuna |
| × 2 | Farolillo Pared LED |
| × 3 | Plafón Dorett |
| × 4 | Lámpara Byron |
| × 5 | Aplique LED Exterior |
| × 6 | Lámpara Colg Lindby |
| × 7 | Plafón Borneo LED |
| × 8 | Foco Filiz LED 14 |
| × 9 | Foco Mirka LED (Lindby) |
| × 10 | Downlight LED |
| × 11 | Lámpara LED Elaina |
| × 12 | Lámpara Opalo |
| × 13 | Lámpara LED Solvie |
| × 14 | Luminaria Arcchio Nieva |
| × 15 | Plafon LED Joline |
| × 16 | Lámpara Archio Raku |
| | Panel LED Lindby |
| | Cuadro General mando y protección |
| | Subcuadro de mando y protección |
| | Subcuadro depuradora |



PLANO ILUMINACIÓN PLANTA BAJA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

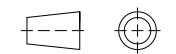
ALBERTO ESTEVE TRIGUERO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

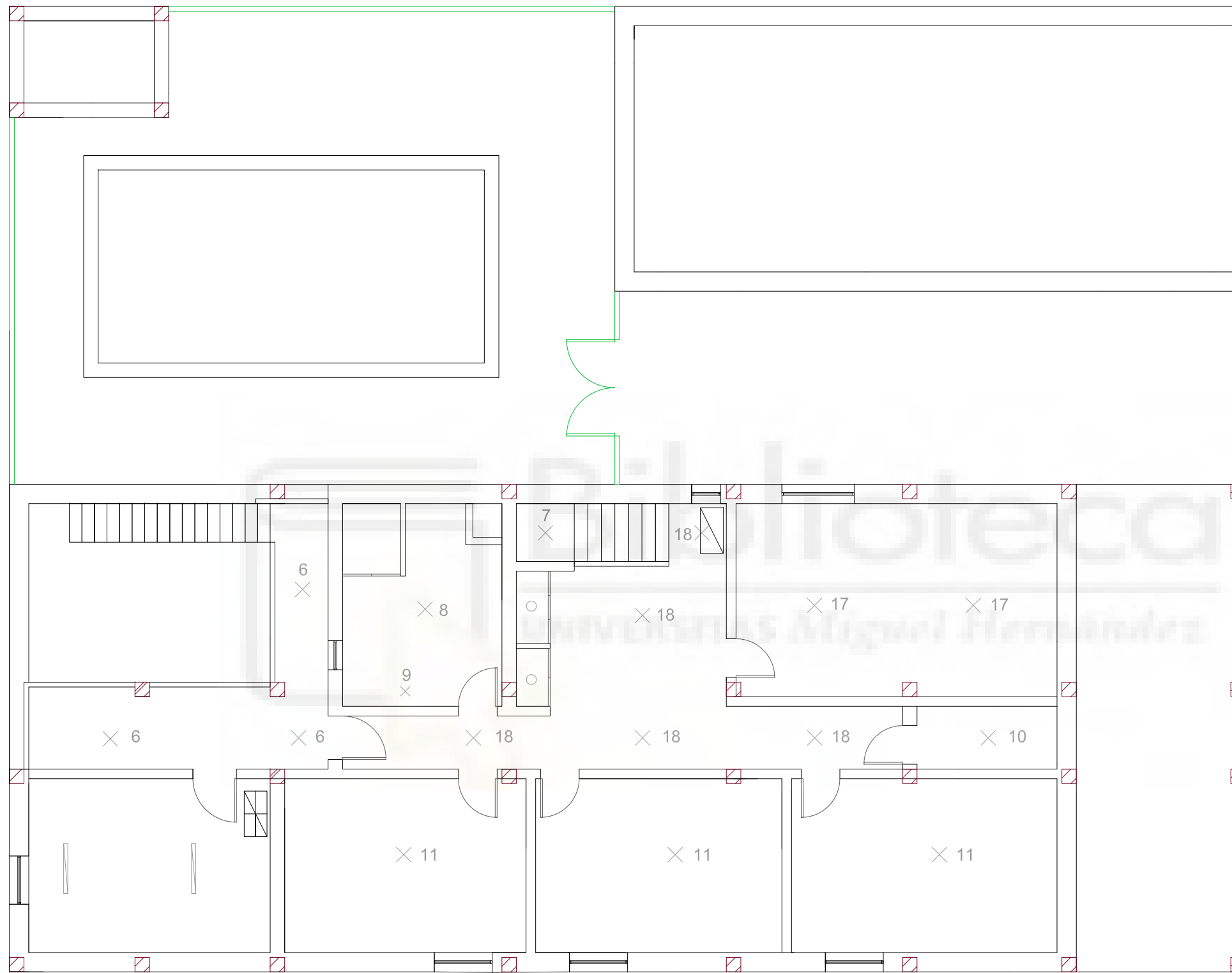
Hoja Nº

FECHA: 10/05/2022

ESCALA: 1:100



10



| LEYENDA | |
|---------|------------------------------------|
| × 6 | Lámpara Colg Lindby |
| × 7 | Plafón Borneo LED |
| × 8 | Foco Filiz LED 14 |
| × 9 | Foco Mirka LED (Lindby) |
| × 10 | Downlight LED |
| × 11 | Lámpara LED Elaina |
| × 17 | Plafón Sebatin Tela |
| × 18 | Plafón Mendosa LED |
| ○ | LED Artist |
| | Panel LED Lindby |
| | Subcuadro Instalación fotovoltaica |
| | Subcuadro de mando y protección |



PLANO ILUMINACION P. SUPERIOR

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

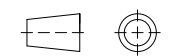
ALBERTO ESTEVE TRIGUERO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

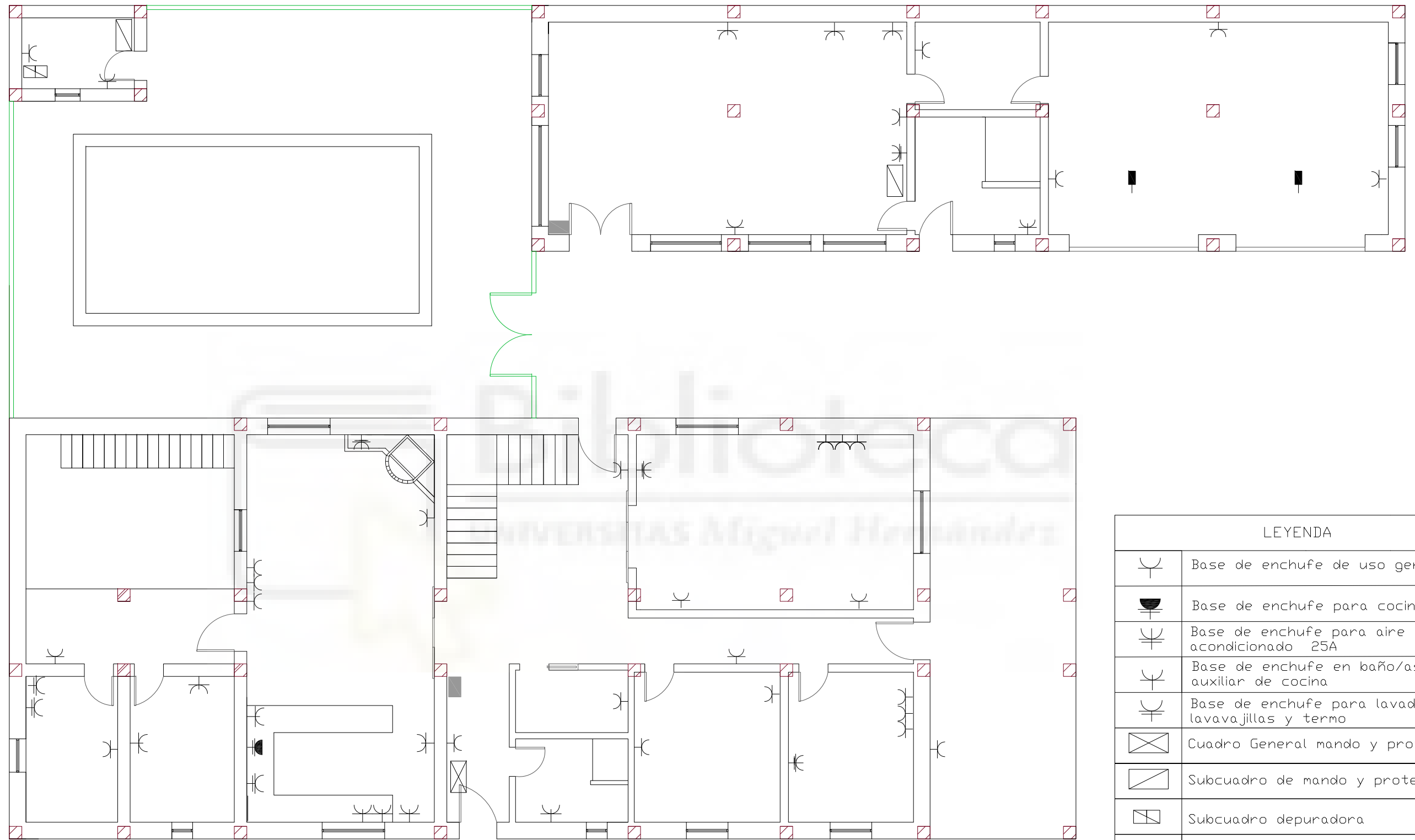
Hoja Nº

FECHA: 10/05/2022

ESCALA: 1:100



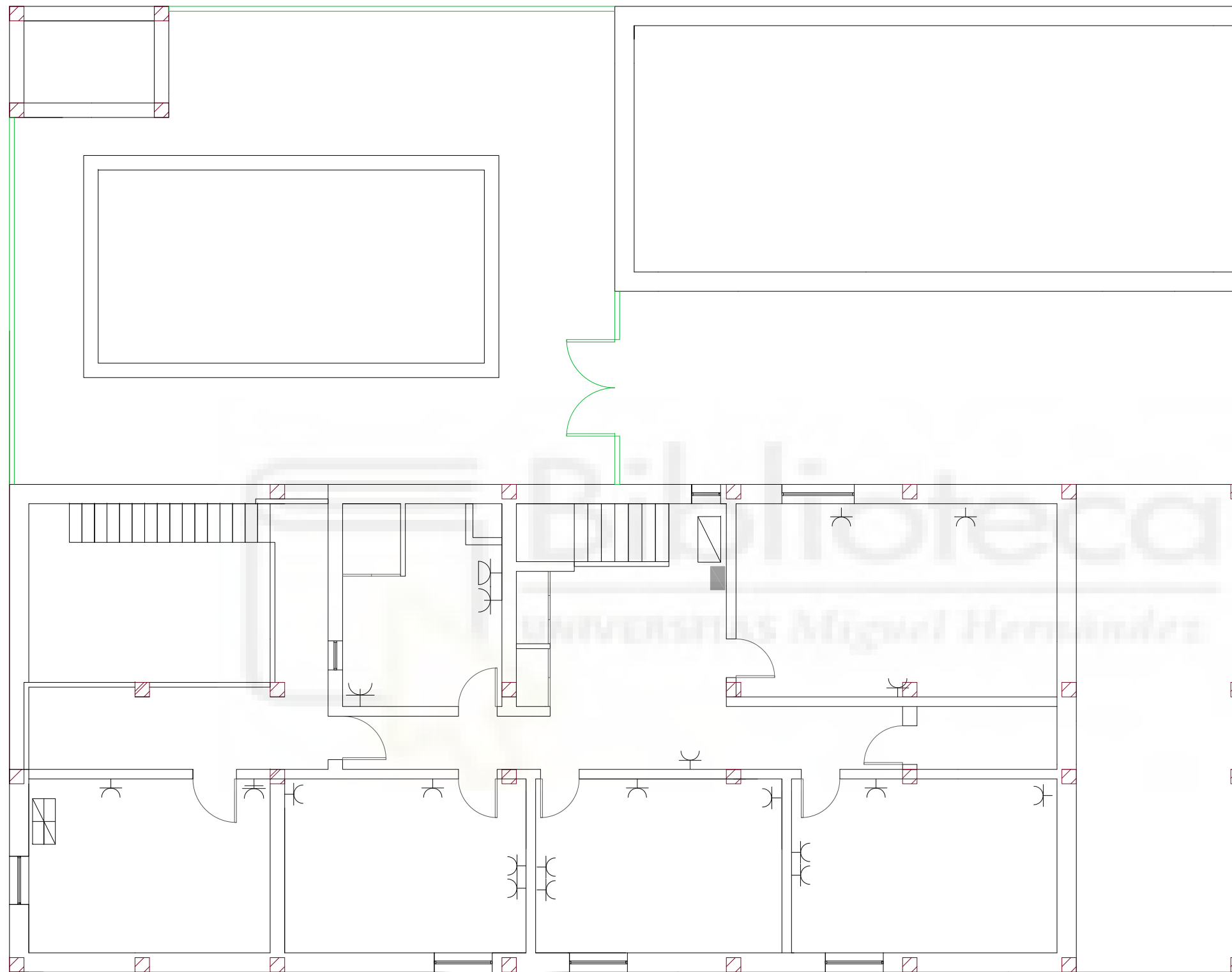
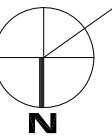
11



| LEYENDA | |
|---------|---|
| | Base de enchufe de uso general |
| | Base de enchufe para cocina/horno |
| | Base de enchufe para aire acondicionado 25A |
| | Base de enchufe en baño/aseo o auxiliar de cocina |
| | Base de enchufe para lavadora, lavavajillas y termo |
| | Cuadro General mando y protección |
| | Subcuadro de mando y protección |
| | Subcuadro depuradora |
| | Videoportero |
| | Motor puerta cochera |



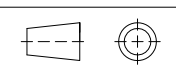
| | | | |
|-------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO TOMAS CORRIENTE P. BAJA | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | 12 |

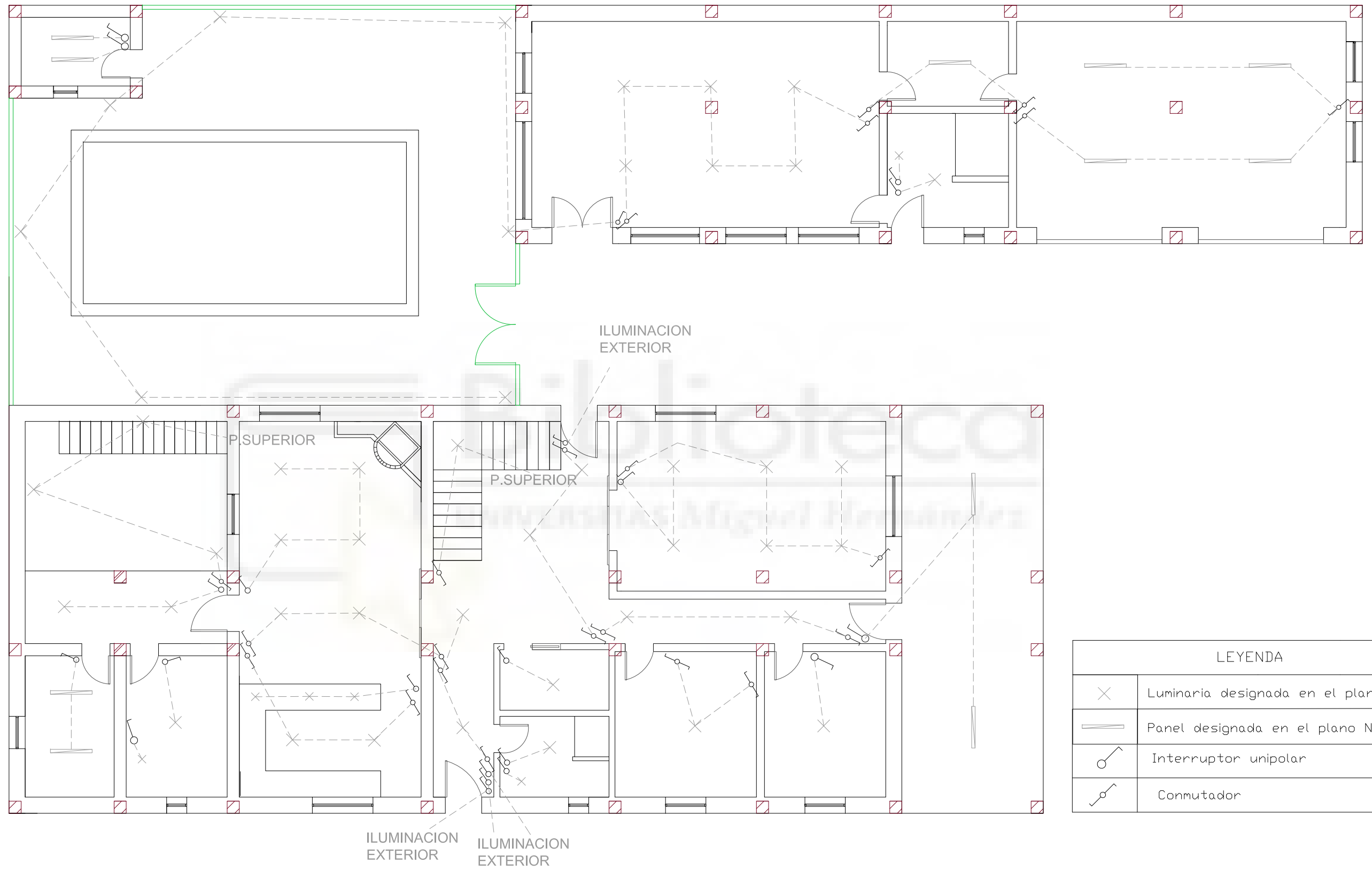


| LEYENDA | |
|---------|------------------------------------|
| | Base de enchufe de uso general |
| | Base de enchufe en baño/aseo |
| | Toma aire de conductos 25A |
| | Base de enchufe para termo |
| | Subcuadro de mando y protección |
| | Subcuadro Instalación fotovoltaica |
| | Videoportero |



| | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO TOMAS CORRIENTE P. SUPER. | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | 13 |

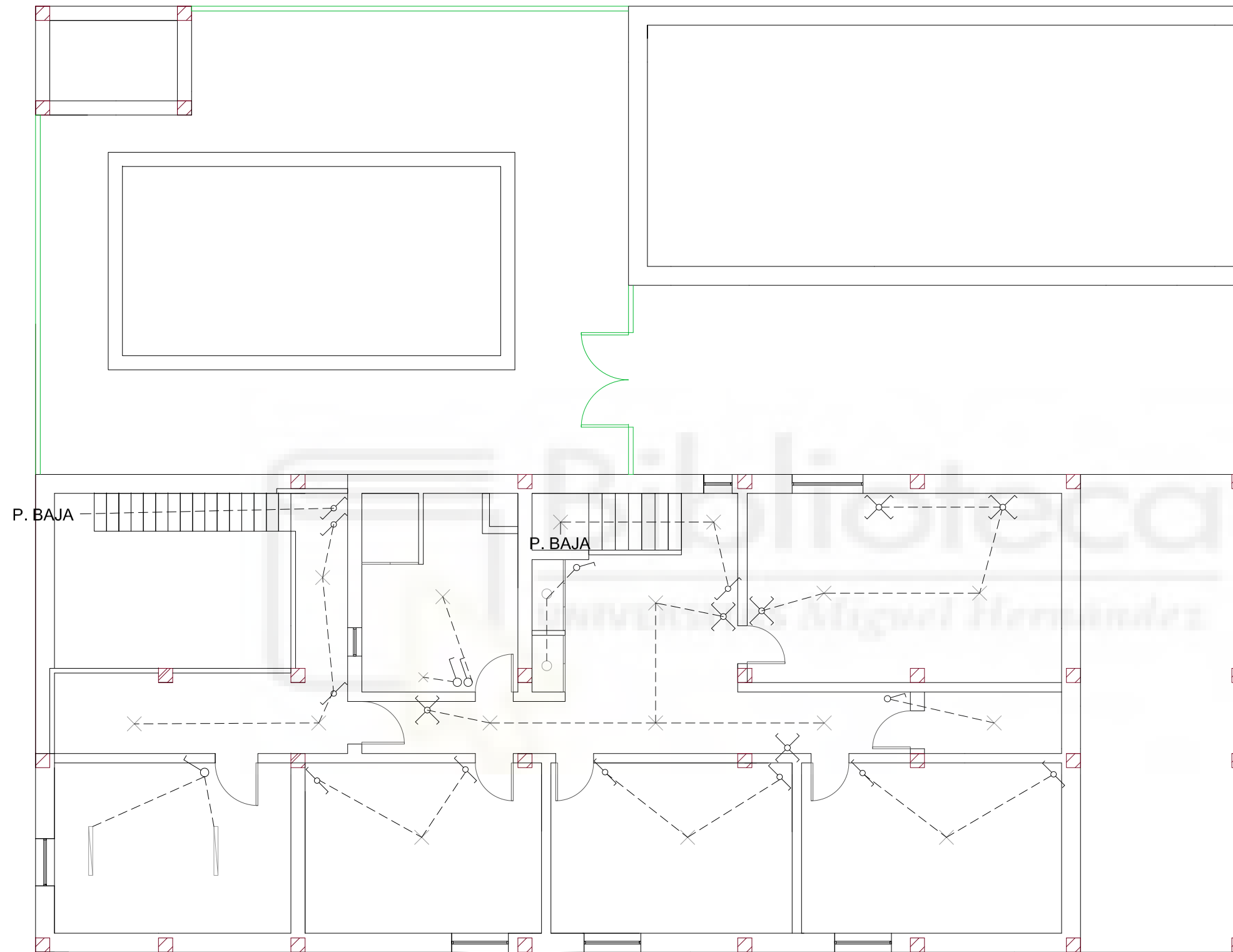




| LEYENDA | |
|---------|--------------------------------------|
| X | Luminaria designada en el plano N°10 |
| — — | Panel designada en el plano N°10 |
| ⊗ | Interruptor unipolar |
| ⊕ | Conmutador |



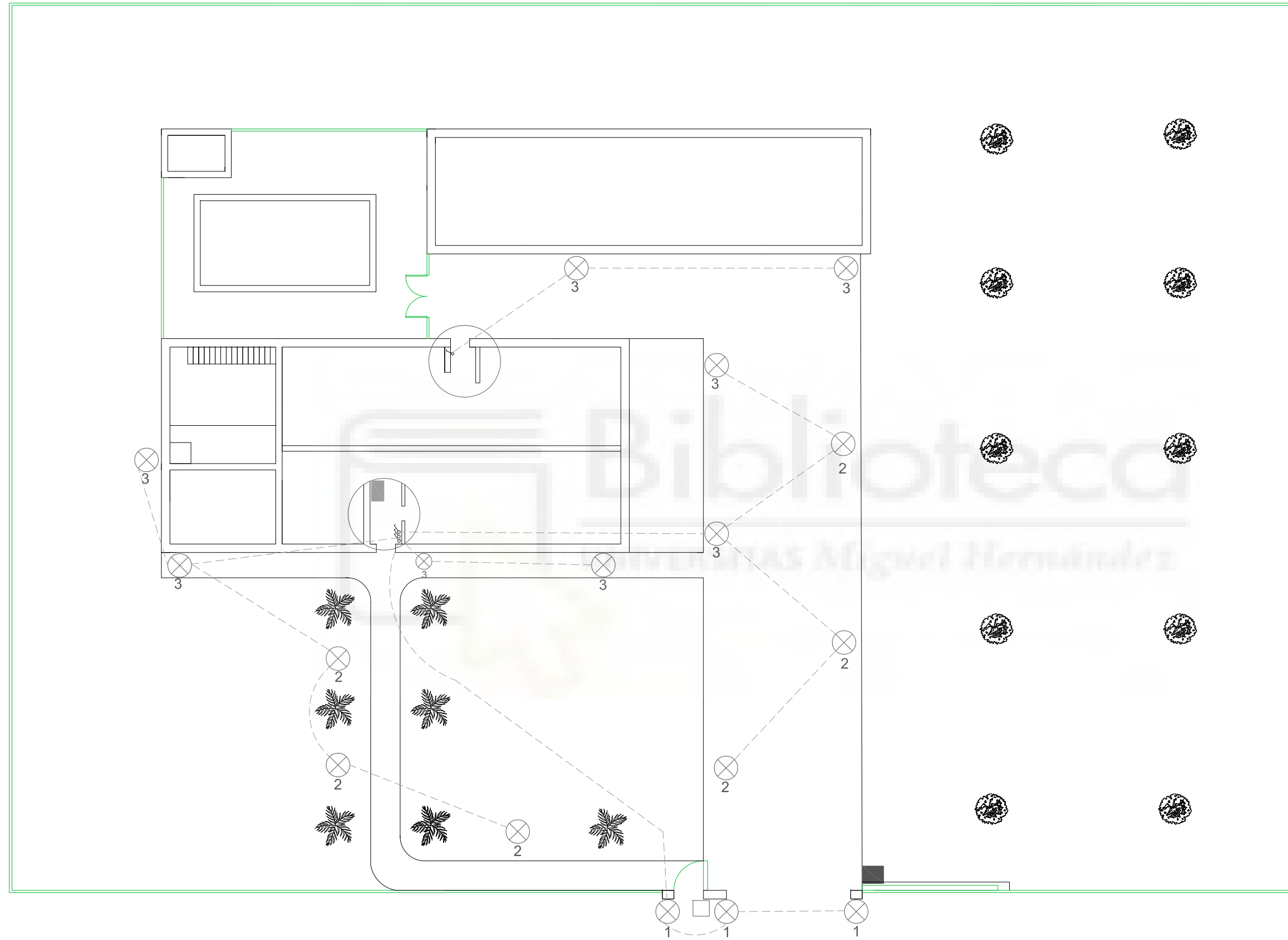
| | | | |
|------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO MECANISMOS PLANTA BAJA | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | 14 |



| LEYENDA | |
|---------|--------------------------------------|
| × | Luminaria designada en el plano N°10 |
| ○ | LED designado en el plano N°10 |
| ▬ | Panel designada en el plano N°10 |
| ⏏ | Interruptor unipolar |
| ⏏ | Conutador |
| ⊗ | Cruzamiento |



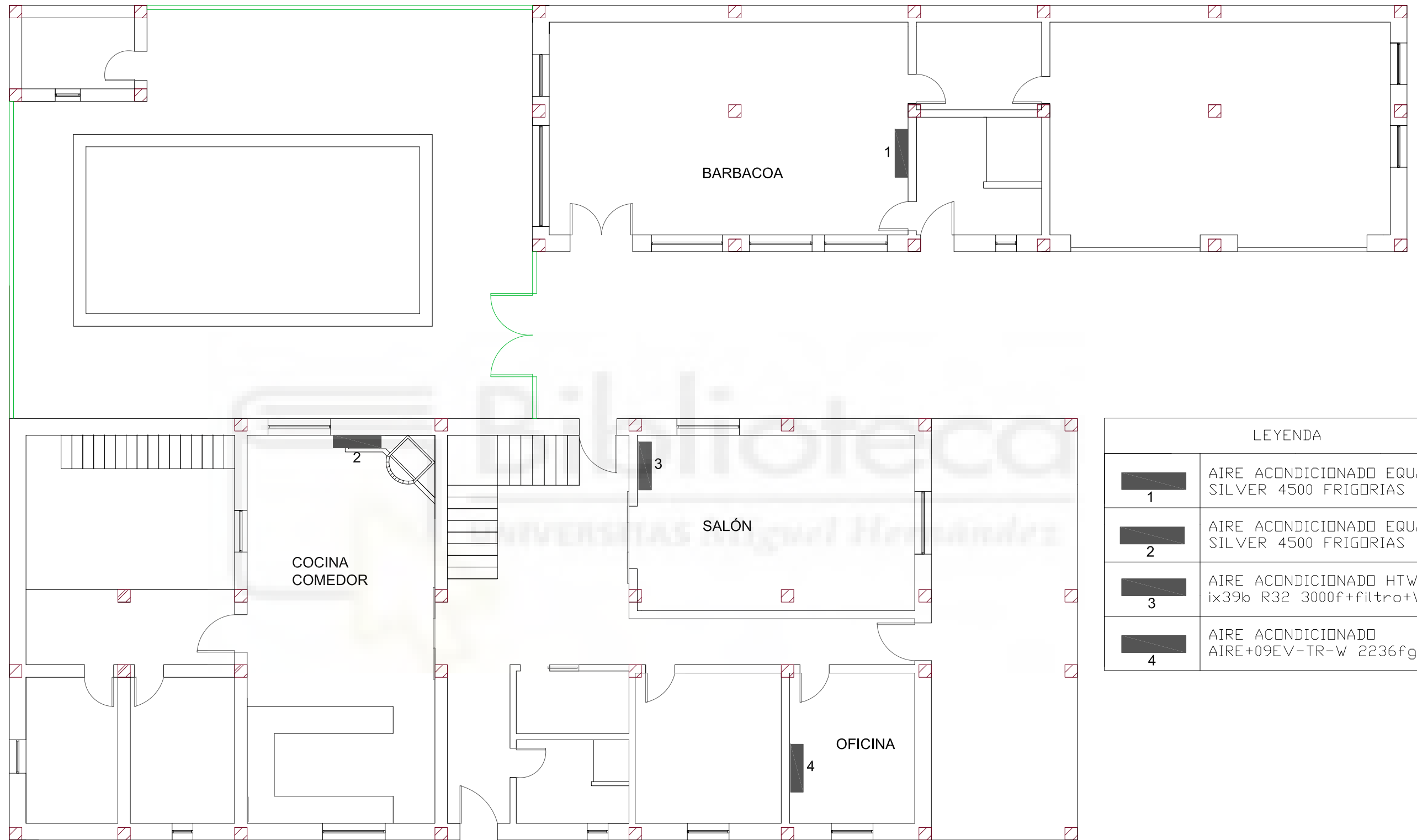
| | | | |
|------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO MECANISMOS P. SUPERIOR | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIEÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | 15 |



| LEYENDA | |
|---------|--------------------------------------|
| | Luminaria designada en el plano N° 5 |
| | Motor puerta verja |
| | Videoportero Exterior |
| | Videoportero interior |
| | Interruptor |



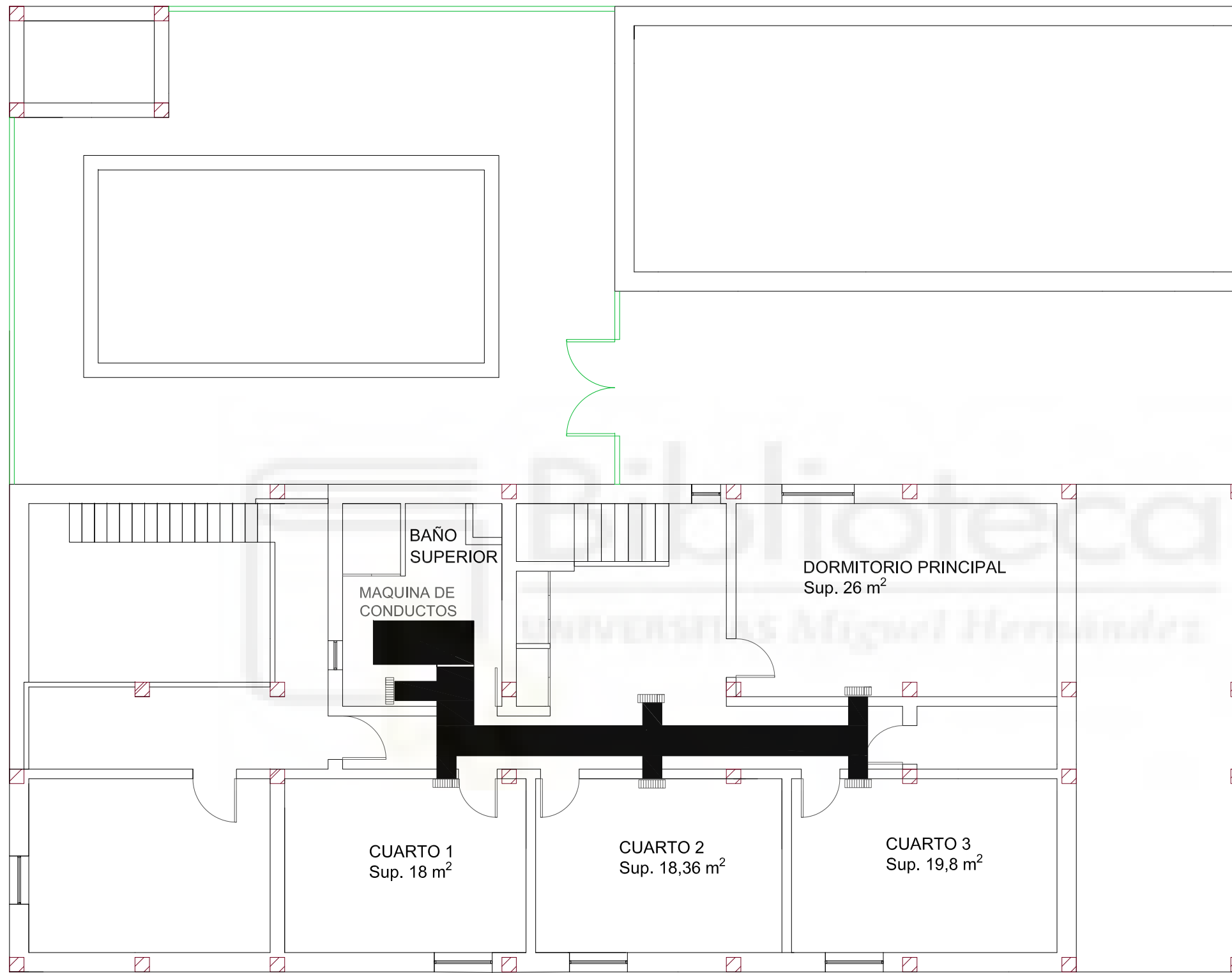
| | | | |
|-----------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO MECANISMOS EXTERIORES | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:200 | | 16 |





| LEYENDA | |
|---------|--|
| 1 | AIRE ACONDICIONADO EQUATION SILVER 4500 FRIGORIAS |
| 2 | AIRE ACONDICIONADO EQUATION SILVER 4500 FRIGORIAS |
| 3 | AIRE ACONDICIONADO HTW ix39b R32 3000f+filtro+WIFI |
| 4 | AIRE ACONDICIONADO AIRE+09EV-TR-w 2236fg |



| | | | |
|---------------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO CLIMATIZACIÓN PLANTA BAJA | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | 17 |



| LEYENDA | |
|---|------------------------|
|  | Máquina de conductos |
|  | Rejilla de Ventilación |



| | | | |
|----------------------------------|---------------|---|---------|
| PLANO CLIMATIZACIÓN P. SUPERIOR. | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 |  | 18 |

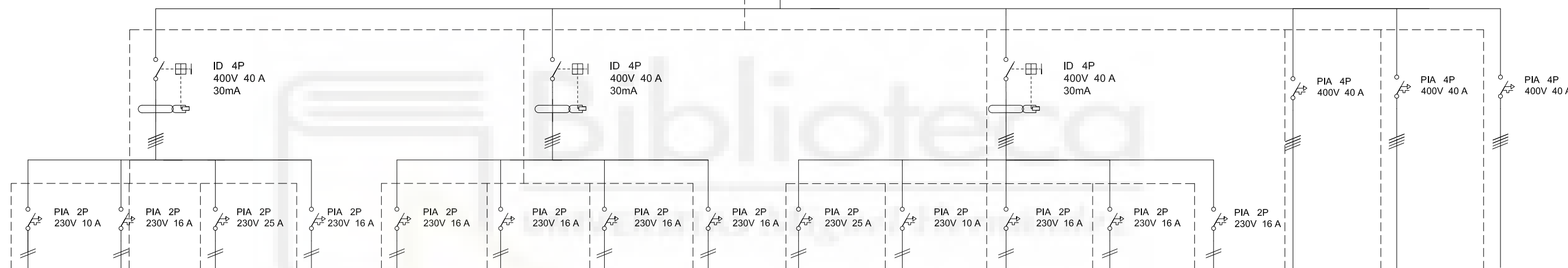
Desde CGMP Línea Derivación Individual

Toma de tierra

ICP - M 4P
400V () A

IGA 4P
400V 63 A

ID 4P
400V 40 A
300mA



| CIRCUITO | C1 | C2 | C3 | C4 | C5 | C6 | C7 | C8 | C9 | C10 | C11 | C12 | C13 | C14 | C15 | C16 |
|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| DENOMINACION | Iluminación | T. Corriente | Cocin. Horn | Lavadora | Lavavajillas | Termo | Baño Cocina | Aire Acond. | Aire Acond | Ilum. Exterior | T. Corriente | Videoportero | Motor Verja | Cuadro super. | Cuadro Barba. | Cuadro Piscin. |
| POTENCIA | 1575 W | 2070 W | 4050 W | 1707,75 W | 1707,75 W | 1707,75 W | 4140 W | 1830,50 W | 1641,50 W | 1275 W | 2070 W | 86,40 W | 97,20 W | 9662,75 W | 6758,50 W | 772,5 W |
| FASE | R | S | T | R | S | T | R | S | S | R | T | T | T | RST | RST | RST |
| SECCION | 1,5 mm ² | 2,5 mm ² | 6 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 6 mm ² | 6 mm ² | 6 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 6 mm ² | 6 mm ² | 6 mm ² | 6 mm ² |
| LONGITUD (m) | 17 m | 23 m | 13 m | 16 m | 13 m | 16 m | 11 m | 12 m | 13 m | 50 m | 22 m | 42 m | 42 m | 14 m | 14 m | 28 m |
| CAÍDA DE TENSION | 1,76 % | 1,8 % | 1,42 % | 1,49 % | 1,67 % | 1,49 % | 1,31 % | 1,29 % | 1,22 % | 1,48 % | 1,77 % | 1,112 % | 1,146 % | 1,37 % | 1,28 % | 1,133 % |

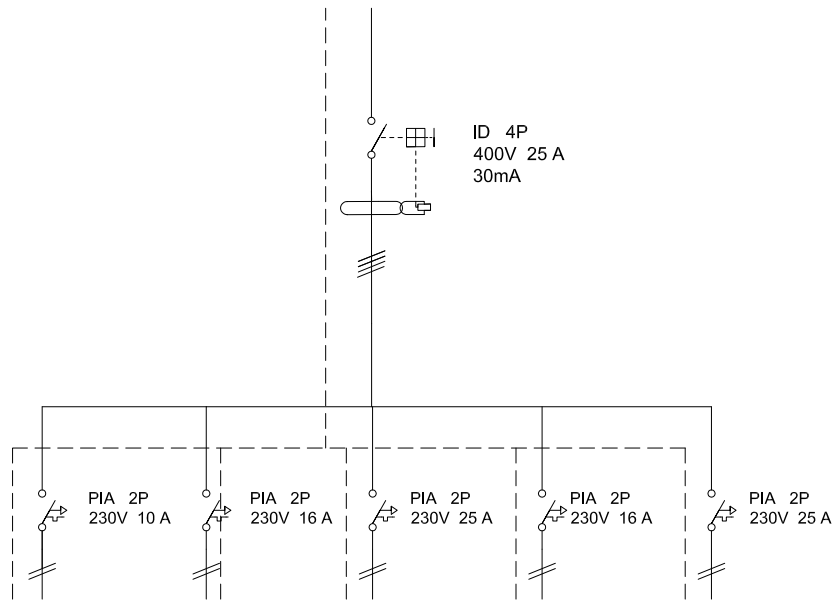
| LEYENDA | |
|---------|--|
| | Interruptor De control De Potencia (ICP) |
| | Interruptor General Automatico (IGA) |
| | Interruptor Diferencial (ID) |
| | Pequeño Interruptor Automatico (PIA) |



| | | | |
|---|--|--|--|
| ESQUEMA UNIFILAR. CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCIÓN | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | |
| FECHA: 10/05/2022 | | ESCALA: S.N. | |
| | | Hoja N° 19 | |

De Cuadro General De Mando y Protección (CGMP)

Circuito C14



| CIRCUITO | C14.1 | C14.2 | C14.3 | C14.4 | C14.5 |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| DENOMINACION | Iluminación | T. Corriente | Termo | Baño Super. | Climatización |
| POTENCIA | 825 W | 2932,5 W | 1707,5 W | 1380 W | 2817,5 W |
| FASE | S | R | T | S | S |
| SECCION | 1,5 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 6 mm ² |
| LONGITUD (m) | 17 m | 15 m | 14 m | 12m | 13 m |
| CAÍDA DE TENSION | 1,72 % | 2,05 % | 1,8 % | 1,62 % | 1,6 % |

LEYENDA

| | |
|--|--------------------------------------|
| | Interruptor Diferencial (ID) |
| | Pequeño Interruptor Automatico (PIA) |



ESQUEMA UNIFILAR.
SUBCUADRO PLANTA SUPERIOR

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DE ELCHE

ALBERTO ESTEVE TRIGUERO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Hoja N°

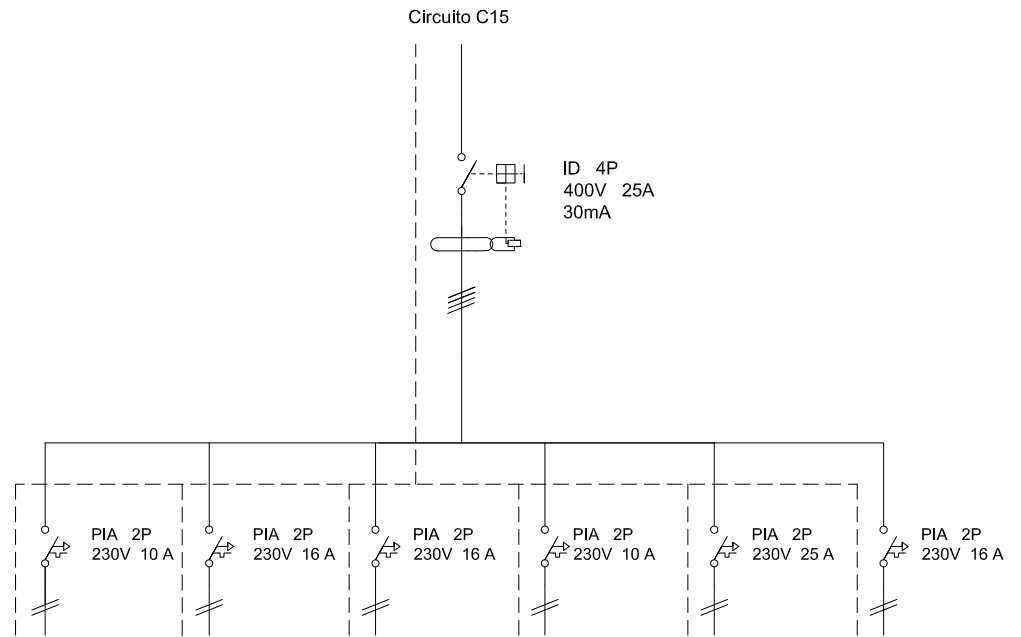
FECHA: 10/05/2022

ESCALA: SIN ESCALA



20

De Cuadro General De Mando y Protección (CGMP)



| CIRCUITO | C15.1 | C15.2 | C15.3 | C15.4 | C15.5 | C15.6 |
|------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| DENOMINACION | Iluminación | T. Corriente | Baño y Cocina | Iluminación. | Climatización | Motor. Cochera |
| POTENCIA | 375 W | 1025 W | 2760 W | 1050,5 W | 1830,5 W | 768 W |
| FASE | S | S | T | T | R | T |
| SECCION | 1,5 mm ² | 2,5 mm ² | 2,5 mm ² | 6 mm ² | 6 mm ² | 6 mm ² |
| LONGITUD (m) | 16 m | 20 m | 20 m | 16 m | 25 m | 25 m |
| CAÍDA DE TENSION | 1,47 % | 1,6 % | 1,81 % | 1,42 % | 1,42 % | 1,54 % |

| LEYENDA | |
|---------|--------------------------------------|
| | Interruptor Diferencial (ID) |
| | Pequeño Interruptor Automático (PIA) |



ESQUEMA UNIFILAR.
SUBCUADRO BARBACOA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR
DE ELCHE

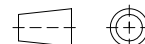
ALBERTO ESTEVE TRIGUERO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Hoja N°

FECHA: 10/05/2022

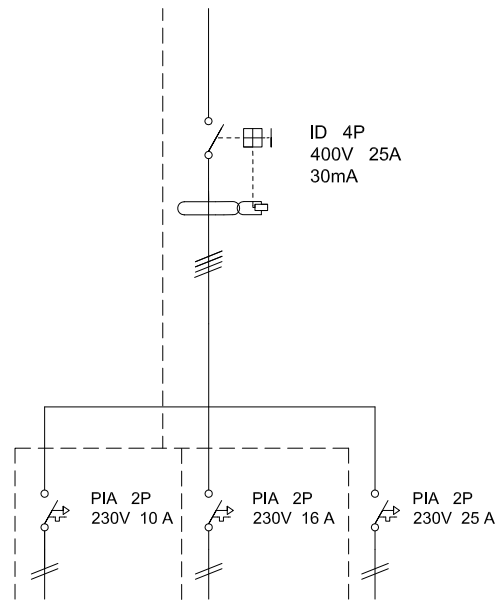
ESCALA: SIN ESCALA



21

De Cuadro General De Mando y Protección (CGMP)

Circuito C16



| CIRCUITO | C16.1 | C16.2 | C16.3 |
|------------------|---------------------|---------------------|-------------------|
| DENOMINACION | Iluminación | T. Corriente | Depuradora |
| POTENCIA | 150 W | 172,5 W | 450 W |
| FASE | S | T | R |
| SECCION | 1,5 mm ² | 2,5 mm ² | 6 mm ² |
| LONGITUD (m) | 16 m | 20 m | 25 m |
| CAÍDA DE TENSION | 1,154 % | 1,143 % | 1,143 % |

LEYENDA

| | |
|--|--------------------------------------|
| | Interruptor Diferencial (ID) |
| | Pequeño Interruptor Automatico (PIA) |



ESQUEMA UNIFILAR. SUBCUADRO PISCINA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

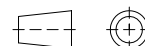
ALBERTO ESTEVE TRIGUERO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

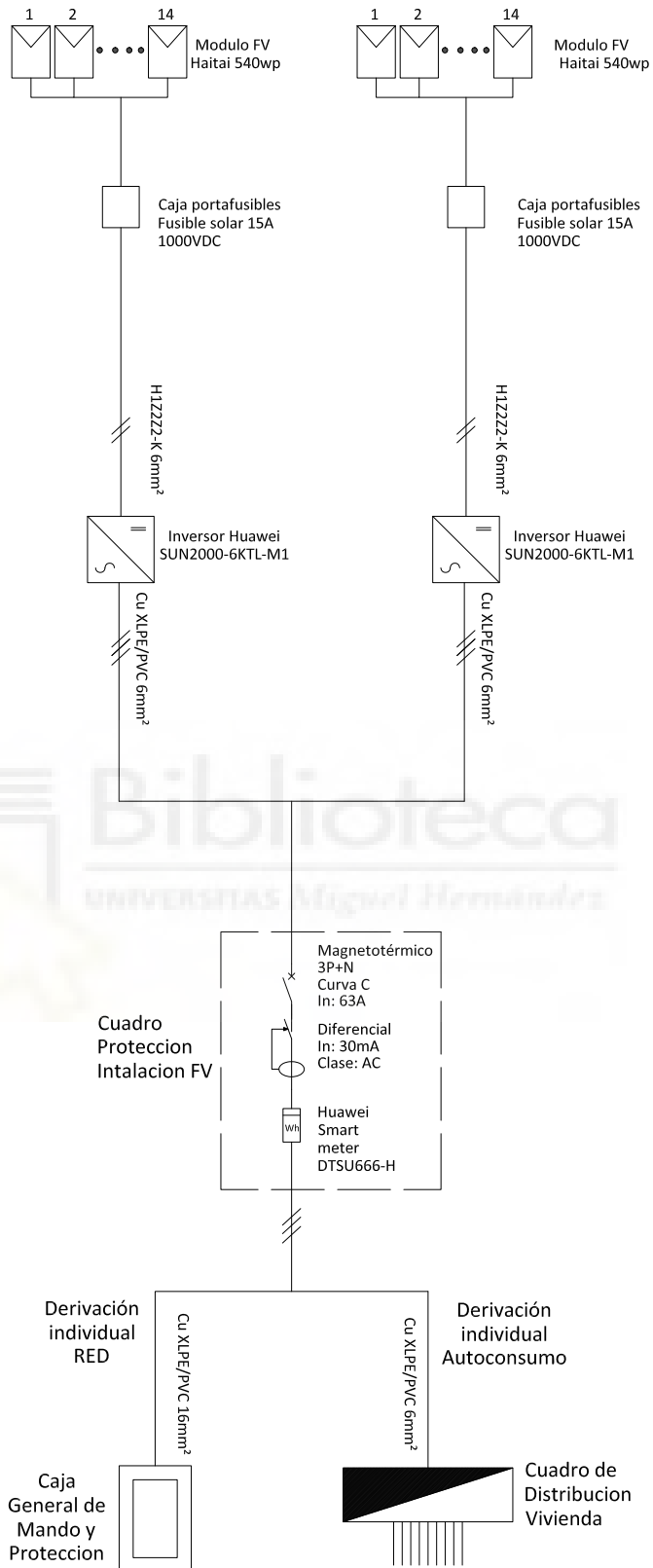
Hoja N°

FECHA: 10/05/2022

ESCALA: SIN ESCALA



22



Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández



ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

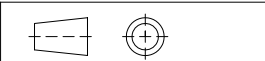
ALBERTO ESTEVE TRIGUERO

INGENIERÍA ELÉCTRICA

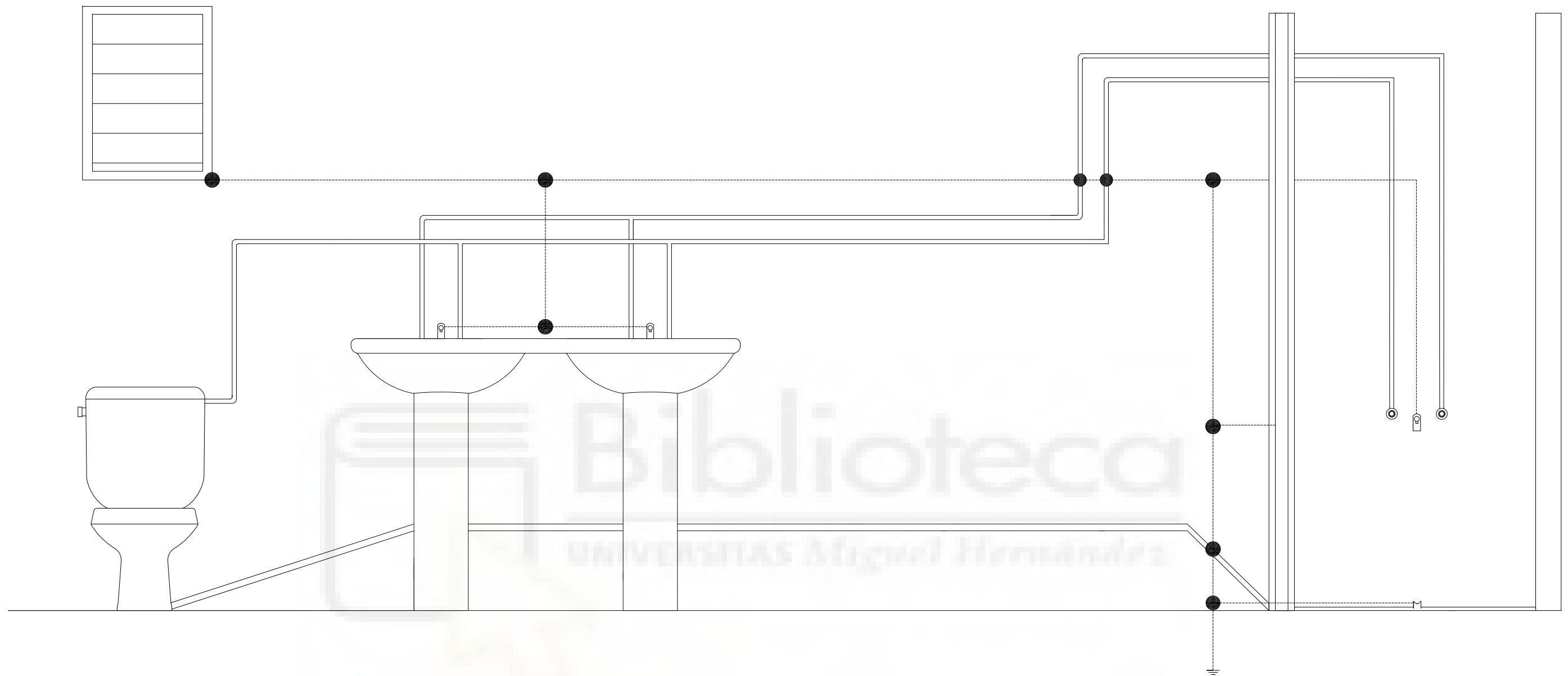
Hoja Nº

FECHA: 10/05/2022

ESCALA: SIN ESCALA



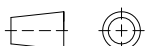
23

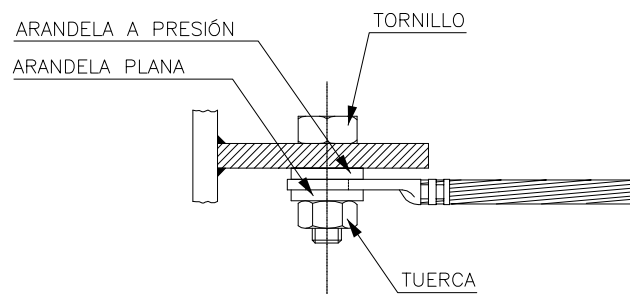
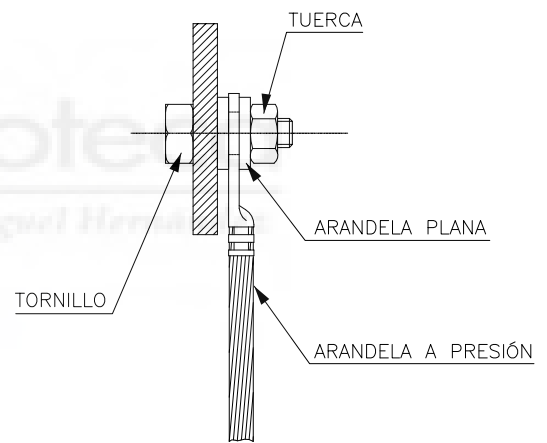
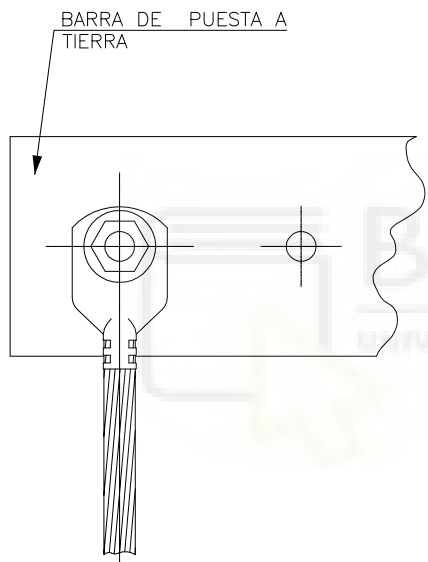
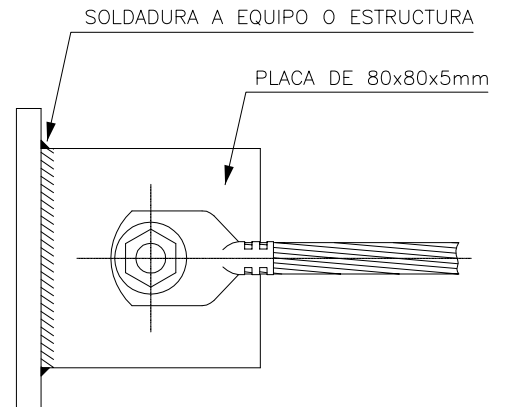
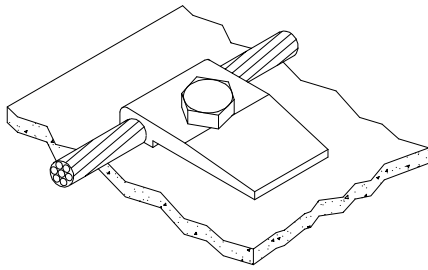


LEYENDA

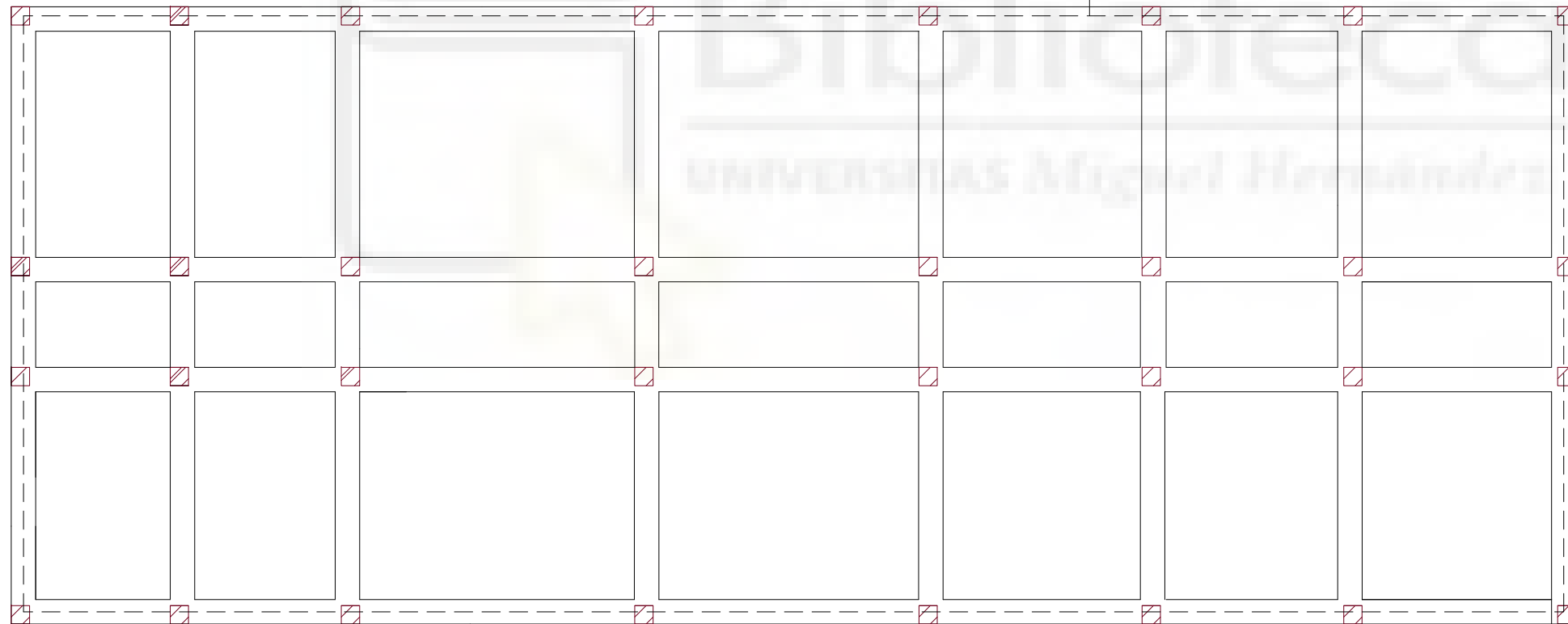
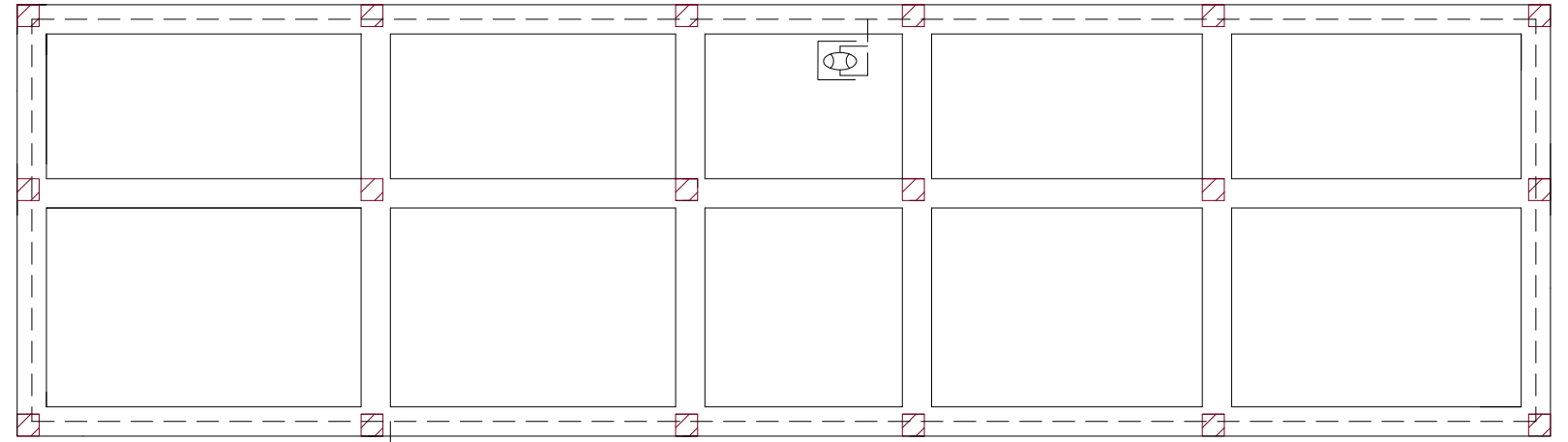
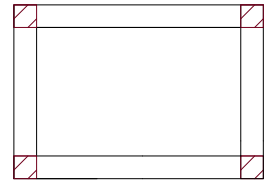
| | |
|---|--|
|  | <p>TERMINALES A UTILIZAR PARA REALIZAR LA CONEXIÓN DEL CONDUCTOR DE PROTECCIÓN CON LOS ELEMENTOS METÁLICOS</p> |
|  | <p>CONDUCTOS DE 2.5mm² INSTALADO BAJO TUBO</p> |



| | | | |
|--------------------------------|---------------------------|---|----------------|
| <p>PLANO RED EQUIPOTENCIAL</p> | | <p>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE</p> | |
| <p>ALBERTO ESTEVE TRIGUERO</p> | | <p>INGENIERÍA ELÉCTRICA</p> | <p>Hoja N°</p> |
| <p>FECHA: 10/05/2022</p> | <p>ESCALA: SIN ESCALA</p> |  | <p>24</p> |



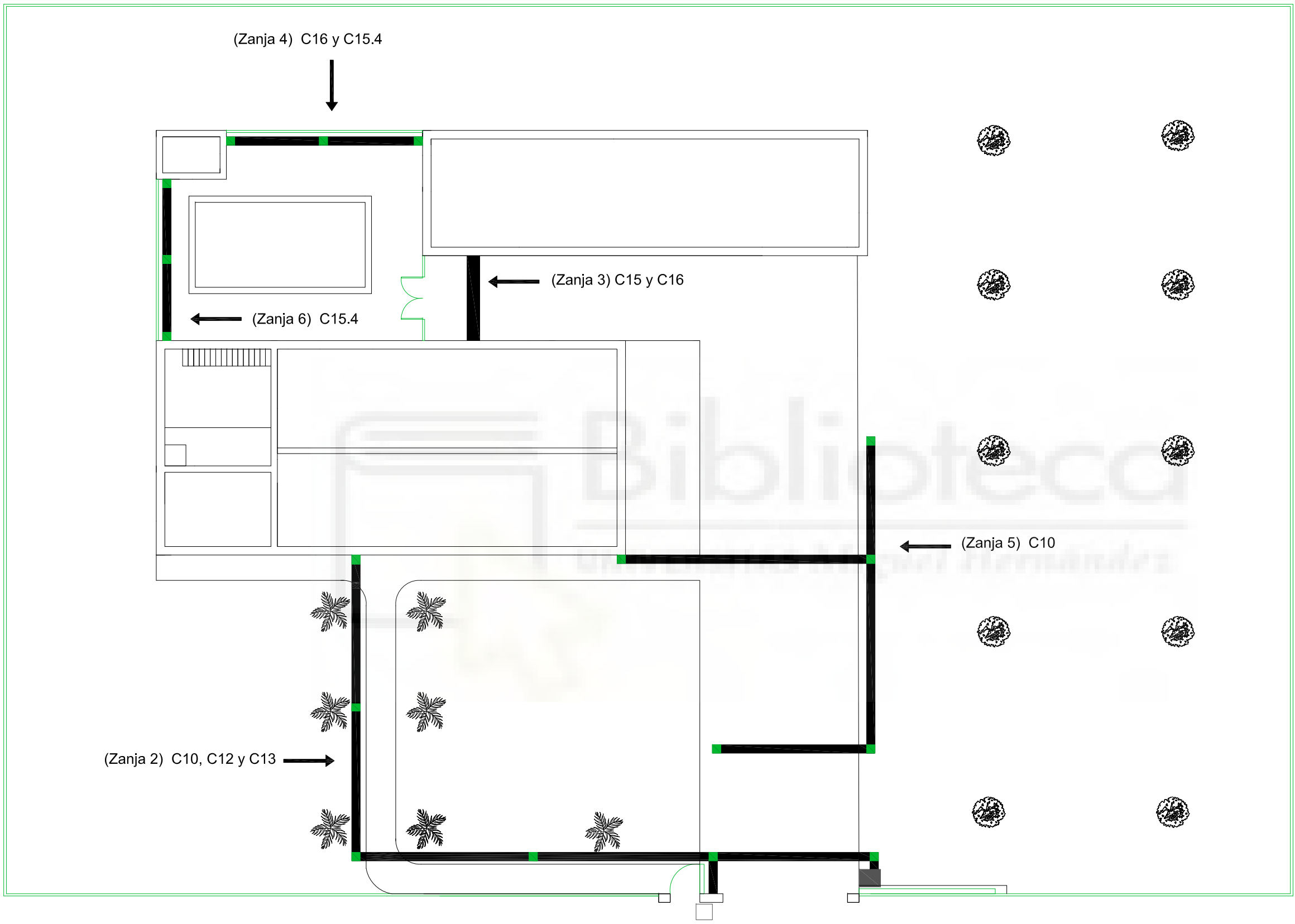
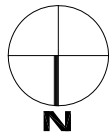
| | | | |
|--|---|--|---------|
| | CONEXIÓN CONDUCTORES ESTRUCTURAS METALICAS | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| | ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| | FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: SIN ESCALA | |



| LEYENDA | |
|---------|--|
| --- | ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA DE COBRE DESNUDO 25mm |
| | ARQUETA DE CONEXIÓN DE PUESTA A TIERRA |



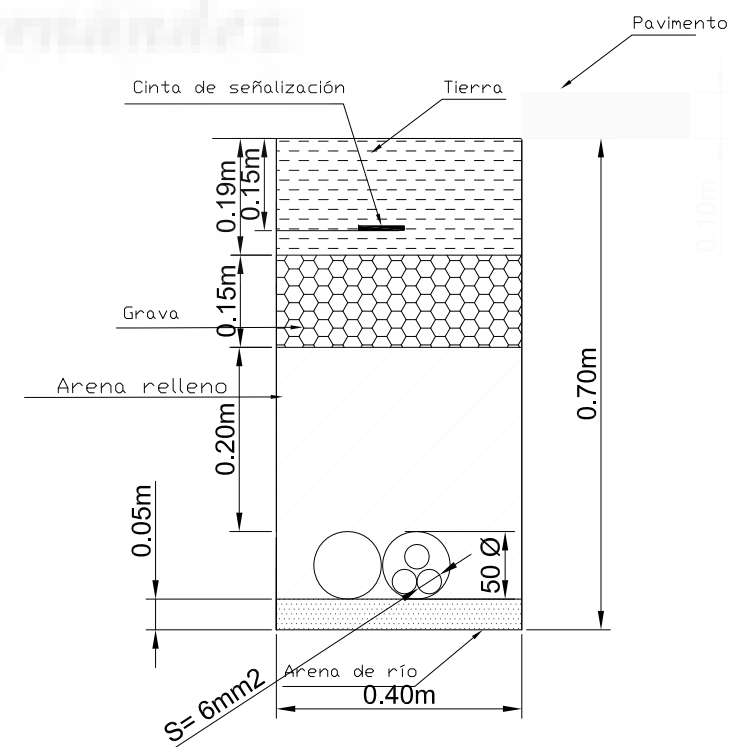
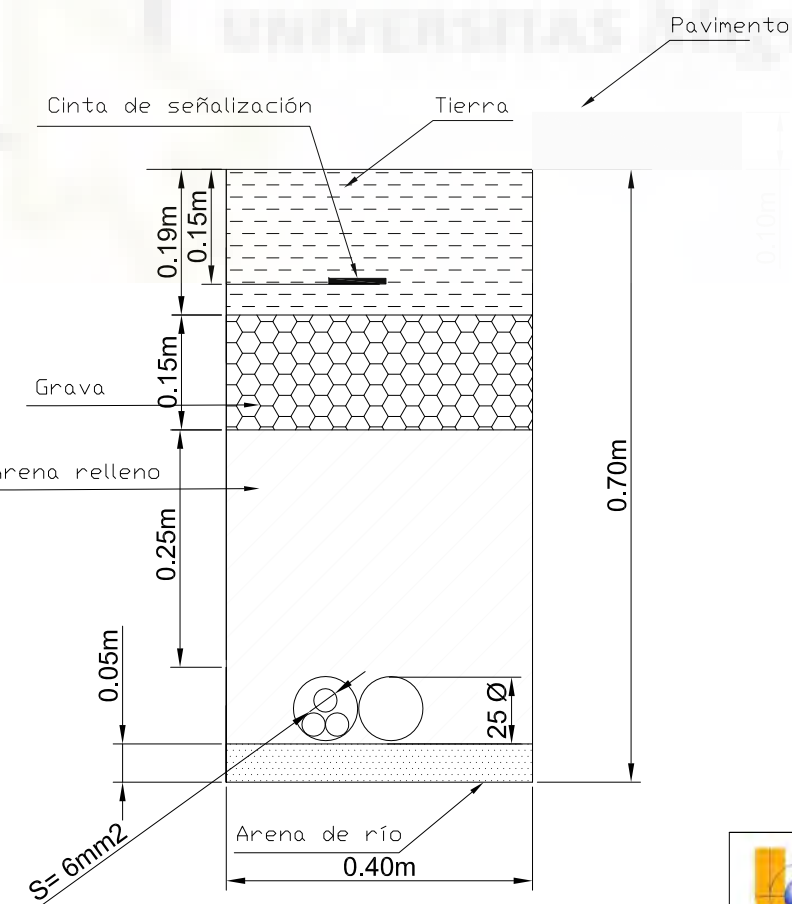
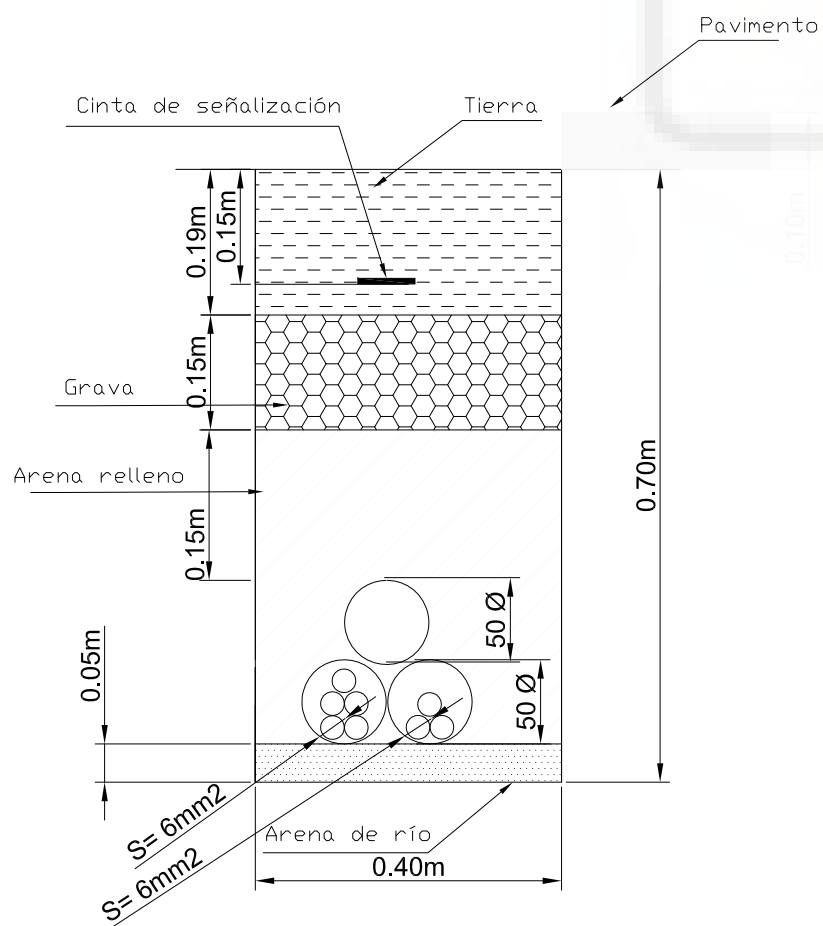
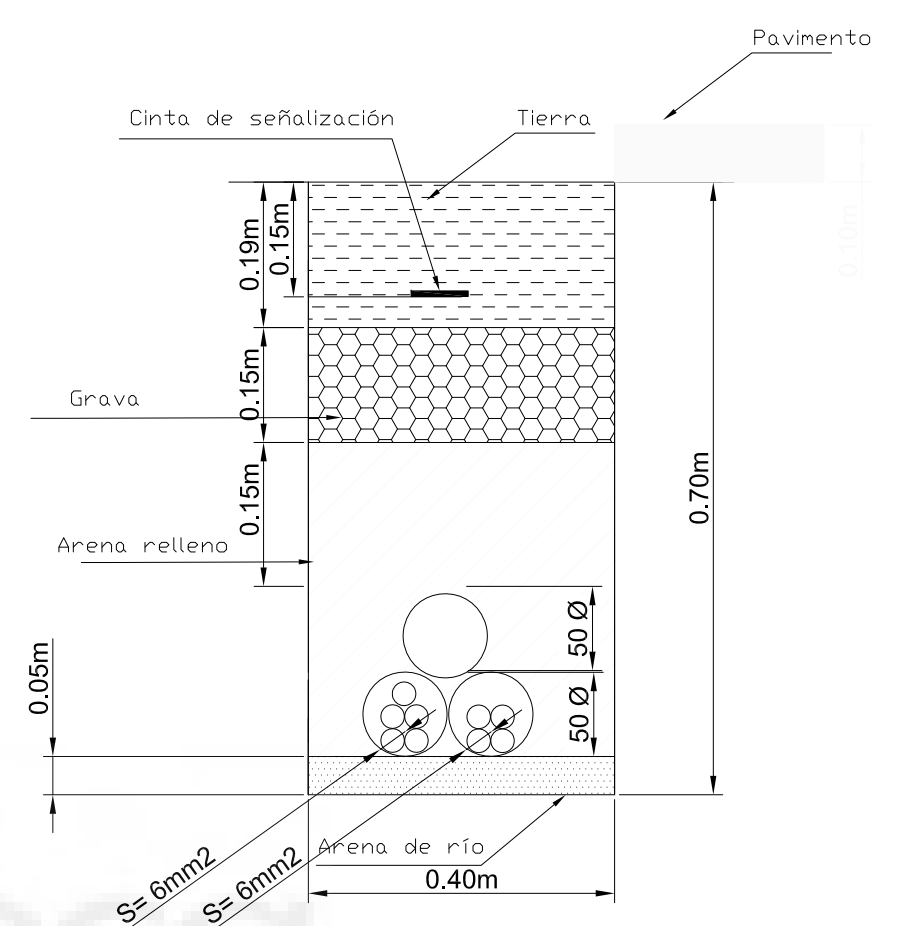
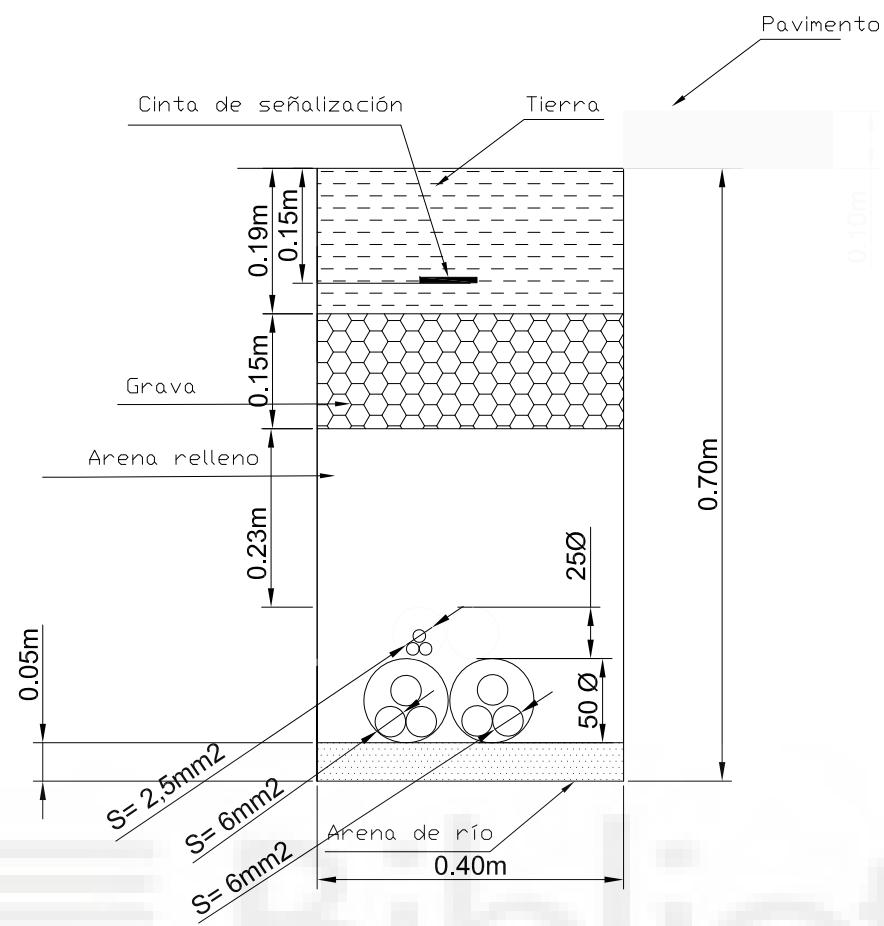
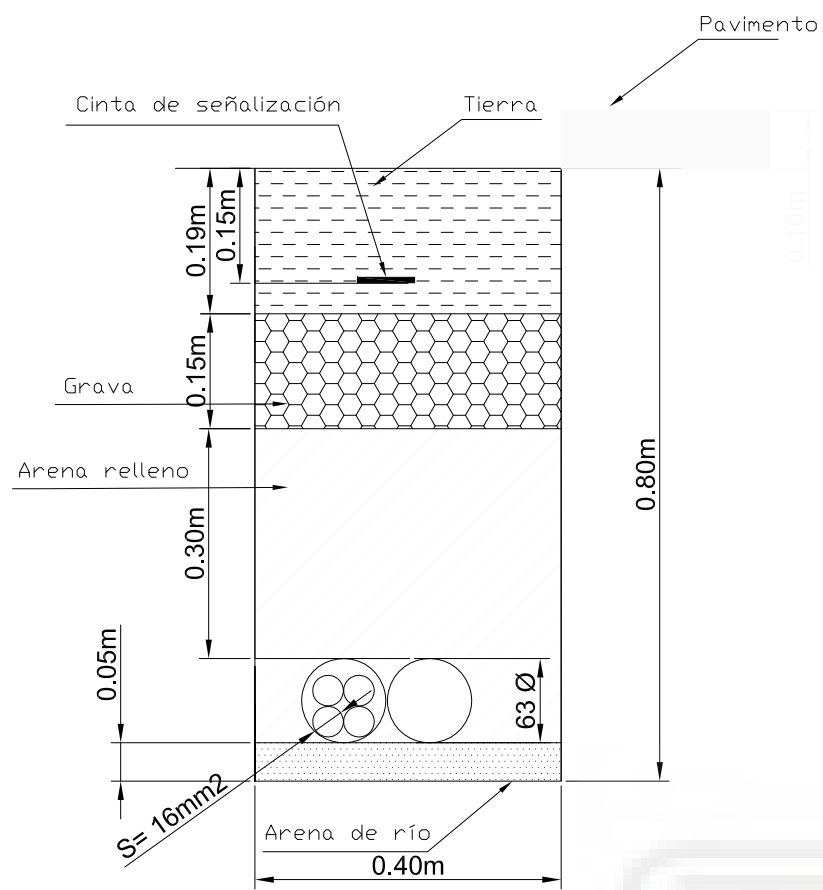
| | | | |
|-------------------------|---------------|---------------------------------------|---------|
| PLANO PUESTA A TIERRA | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:100 | | 26 |



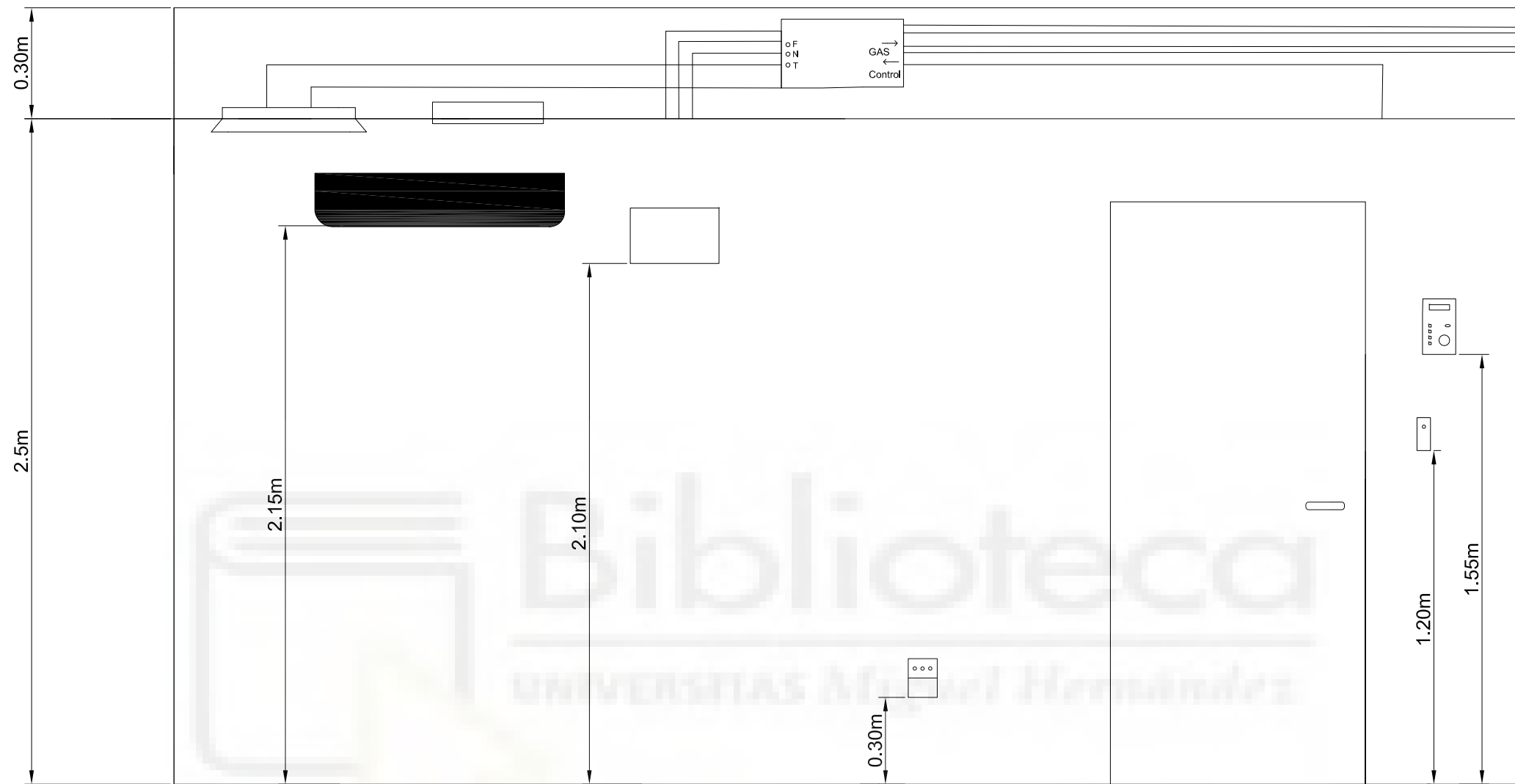
| LEYENDA | |
|---------|-----------------------|
| | ARQUETA |
| | CGPM |
| | MOTOR PUERTA |
| | VIDEOPORTERO EXTERIOR |



| | | | |
|-------------------------|---------------|---------------------------------------|------------|
| PLANO ZANJAS | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja Nº 27 |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:200 | | |



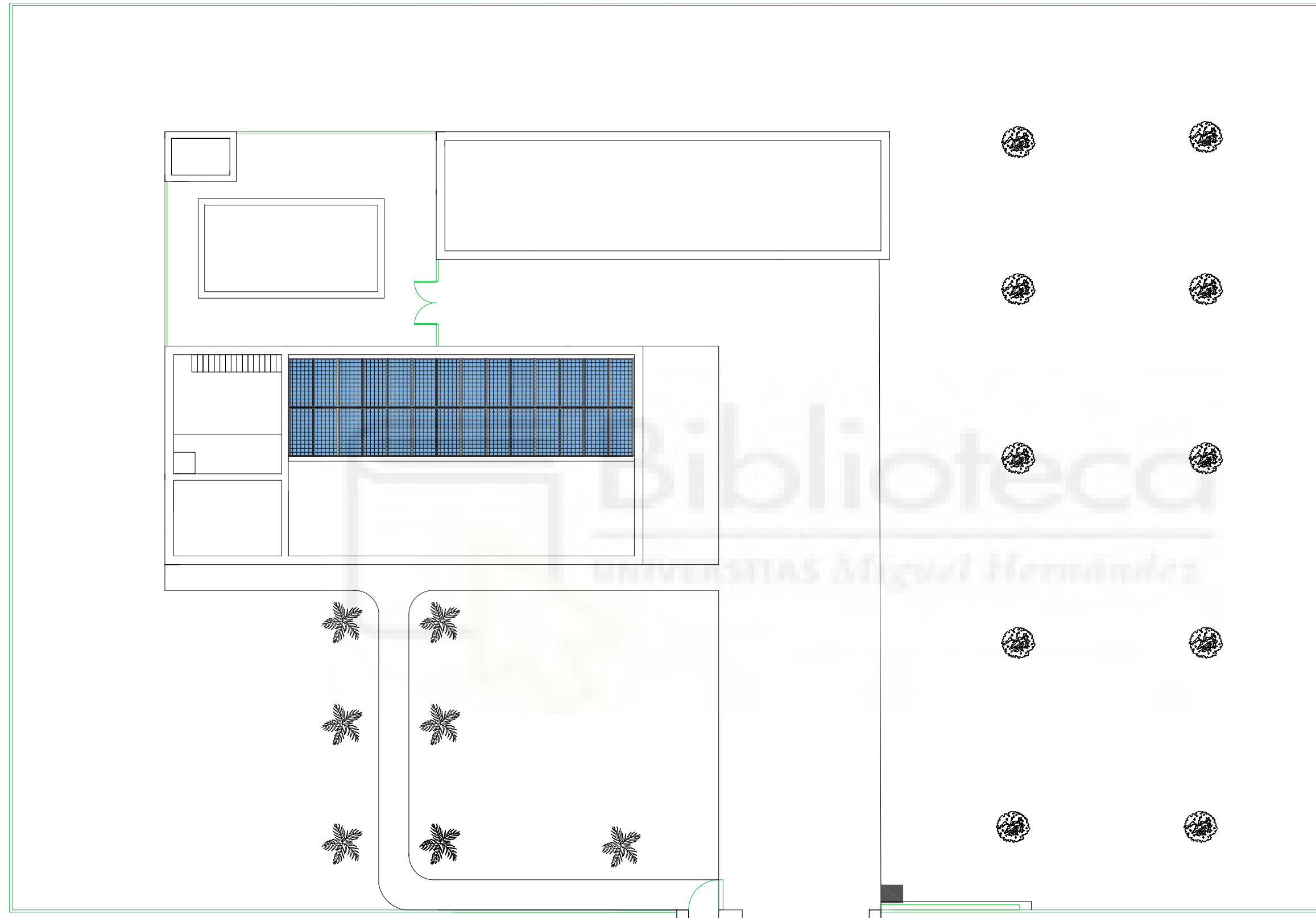
| | | | |
|----------------------------|--------------------|---------------------------------------|---------|
| SECCIÓN TRANSVERSAL ZANJAS | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: SIN ESCALA | | 27 |




| LEYENDA | |
|---------|--|
| | Tomade corriente con contacto de puesta a tierra |
| | Interruptor |
| | Mando de control de climatización |
| | Caja de registro |
| | Aire acondicionado |
| | Lampara empotrada |
| | Maquina interior de aire |



| | | | |
|----------------------------------|--------------------|---------------------------------------|---------|
| DISTANCIAS MECANISMOS INTERIORES | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: SIN ESCALA | | 29 |



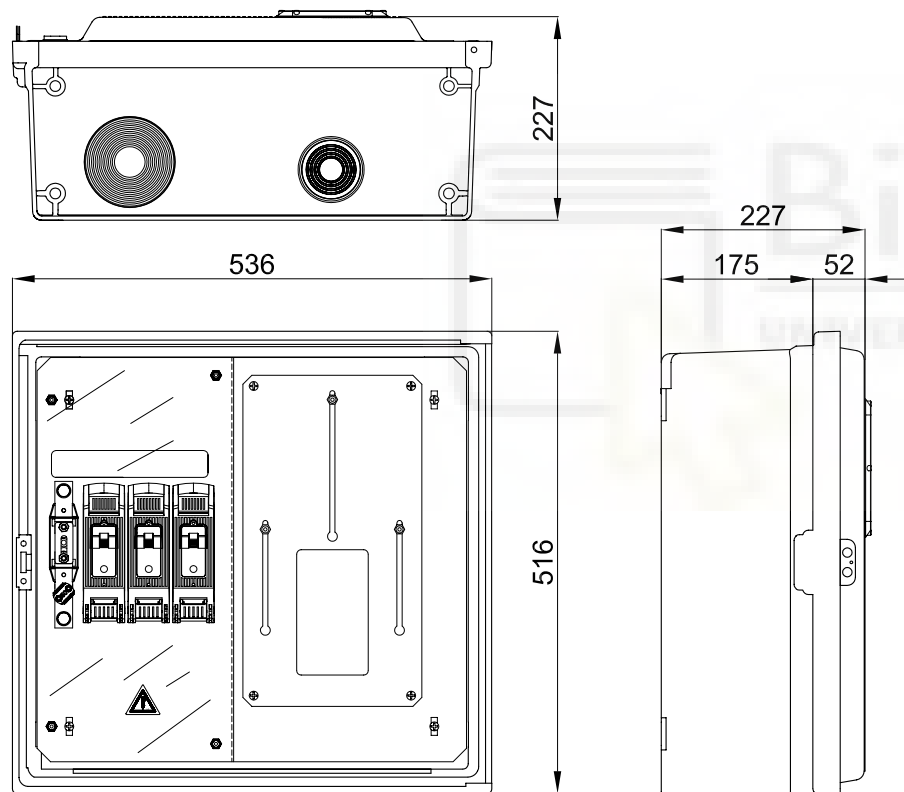
| LEYENDA | |
|---|-------------------------|
|  | MODULO HTM530-540MH5-72 |



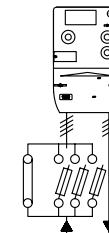
| | | | |
|-------------------------------------|---------------|---|------------|
| EMPLAZAMIENTO MÓDULOS FOTOVOLTAICOS | | ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE | |
| ALBERTO ESTEVE TRIGUERO | | INGENIERÍA ELÉCTRICA | Hoja N° 30 |
| FECHA: 10/05/2022 | ESCALA: 1:200 |  | |

REFERENCIA CAHORS: 0254431

REFERENCIA IBERDROLA: 4272014




ESQUEMA ELECTRICO:



CARACTERISTICAS:

- Tensión asignada: 400V
- Intensidad asignada: 63A
- Grados de protección IP43, IK09
- Tres bases seccionables en carga tamaño BUC-00 160A
- Neutro amovible con borne puesta a tierra de 50 mm²
- Bornes de entrada mediante tornillo Inox M8

NORMAS:

- UNE-EN 60439
- UNE-EN 20324
- UNE-EN 50102
- REBT ITC BT 13
- DIRECTIVA 
- UNE-EN 60947
- NI 42.72.00

UTILIZACION:

- Protección y medida de suministros eléctricos individuales
- Instalación en fachada exterior de los edificios o muros de cierre
- Montaje empotrable de acuerdo con REBT



Half-Cell SERIES

HTM530~550MH5-72

Half-Cell Monocrystalline Silicon PV Modules



HIGH OUTPUT POWER

Output power is higher than the same type of conventional monocrystalline modules



ANTI-PID CHARACTERISTICS

Ensure large-scale production of half-cell monocrystalline modules pass PID test



HOT-SPOT EFFECT

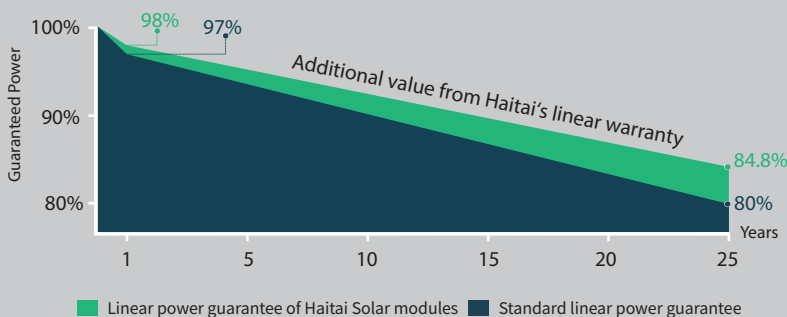
Excellent hot-spot immunity, can effectively avoid the power loss caused by shadow coverage, significantly extend life span



LOAD CAPACITY

Certified to withstand: wind load(2400 Pascal)and snow load(5400 Pascal)

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



12-year product warranty / 25-year linear power warranty

Linear attenuation of 0.55% per year within 25 years



Mechanical Data

| | |
|-------------------|---|
| Cell Type | 182×91mm Mono |
| Cell Orientation | 144(6×24) |
| Module Dimensions | 2279×1134×35mm |
| Weight | 29.0kg |
| Glass | 3.2mm high transmittance, reinforced glass |
| Backsheet | Anti-aging film |
| Frame Material | Anodized aluminum alloy |
| Junction Box | Protection class IP68 |
| Cable | 4.0 mm ² positive pole: 250 mm negative pole: 300 mm wire length can be customized |
| Connector | MC4 compatible connector |

HTM530~550MH5-72

Half-Cell Monocrystalline Silicon PV Modules

Electrical Data (STC)

| | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power (Pmax/W) | 530 | 535 | 540 | 545 | 550 |
| Open Circuit Voltage (Voc/V) | 49.23 | 49.38 | 49.53 | 49.68 | 49.83 |
| Short Circuit Current (Isc/A) | 13.46 | 13.54 | 13.63 | 13.71 | 13.80 |
| Voltage at Maximum Power (Vmp/V) | 40.73 | 40.88 | 41.03 | 41.18 | 41.31 |
| Current at Maximum Power (Imp/A) | 13.02 | 13.10 | 13.17 | 13.24 | 13.31 |
| Module Efficiency (%) | 20.51 | 20.70 | 20.89 | 21.09 | 21.28 |

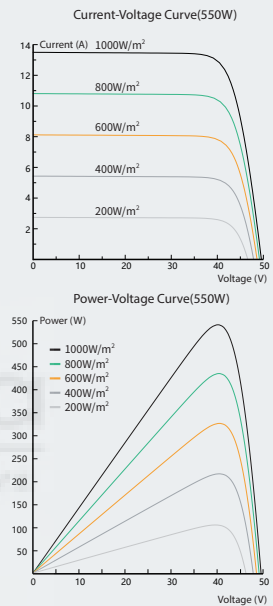
Electrical Data (NMOT)

| | | | | | |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power (Pmax/W) | 396 | 400 | 404 | 408 | 412 |
| Open Circuit Voltage (Voc/V) | 45.26 | 45.41 | 45.56 | 45.71 | 45.85 |
| Short Circuit Current (Isc/A) | 11.22 | 11.29 | 11.37 | 11.44 | 11.53 |
| Voltage at Maximum Power (Vmp/V) | 37.49 | 37.64 | 37.79 | 37.94 | 38.05 |
| Current at Maximum Power (Imp/A) | 10.57 | 10.64 | 10.70 | 10.77 | 10.83 |

STC (Standard Testing Conditions): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, AM1.5

NMOT (Nominal Module Operating Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, AM1.5, Wind Speed 1m/s.

I-V Curve



Temperature Coefficients

| | |
|-------------------------------|------------|
| Temperature Coefficient (Pm) | -0.350%/°C |
| Temperature Coefficient (Voc) | -0.270%/°C |
| Temperature Coefficient (Isc) | 0.048%/°C |

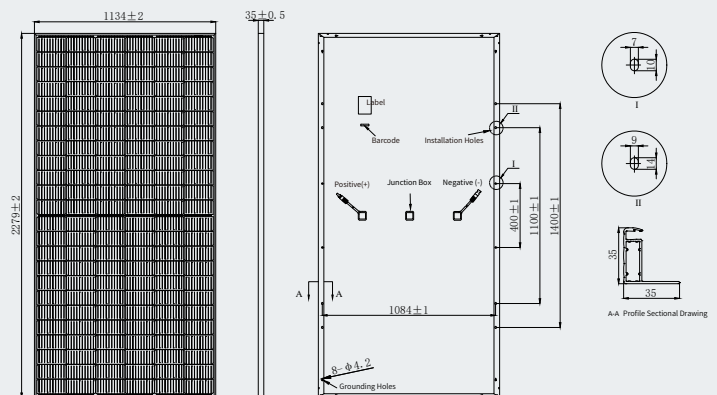
Operating Parameters

| | |
|---|--------------|
| Maximum System Voltage | 1000/1500V |
| Operating Temperature | -40°C ~+85°C |
| NMOT (Nominal Module Operating Temperature) | 41±3°C |

Packaging

Modules Per Pallet: 31+31pcs
 Modules Per 40'HQ Container: 620pcs

Module Dimensions (mm)



*Due to continuous innovation, R & D and product improvement, Haitai Solar has the right to adjust the specs on this datasheet at any time without prior notice.



Tangshan Haitai New Energy Technology Co., Ltd.

Add: No.88, Haomen Road, Yutian County, Tangshan City, Hebei Province, China

Tel: +86-315-5051826 E-mail: ht@htsolargroup.com

Web: www.haitai-solar.com

Smart Energy Controller



Active Safety

AI Powered
Active Arcing Protection



Higher Yields

Up to 30% More Energy
with Optimizer ¹



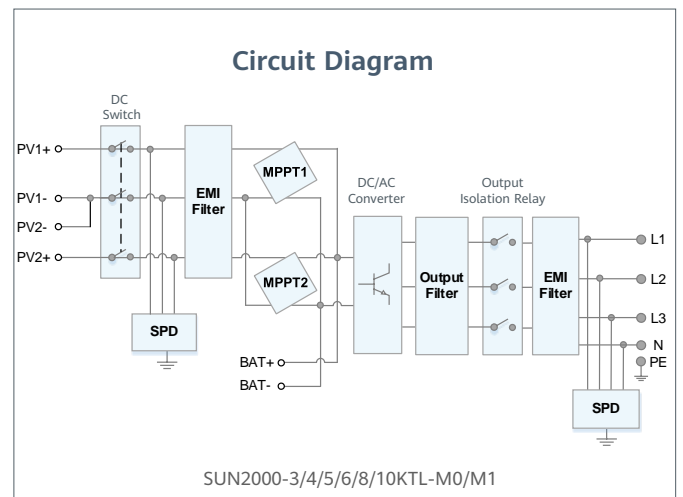
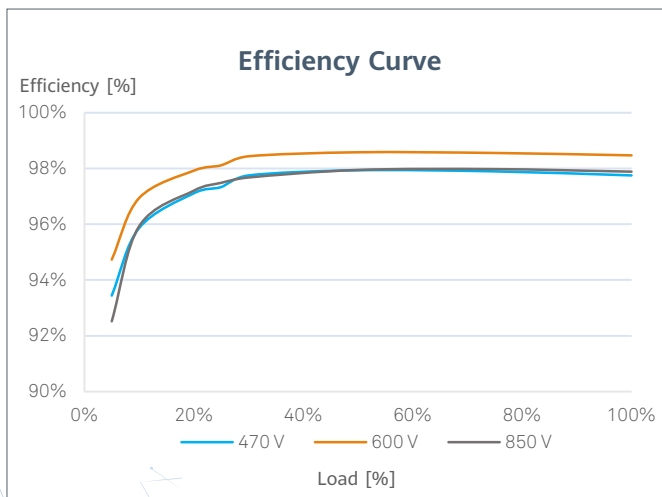
Battery Ready

Plug & Play battery interface ²



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



¹ Only applicable to SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1 smart energy center.
² SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 will be compatible with HUAWEI smart string ESS in Q1, 2021

SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1
Technical Specification

| Technical Specification | SUN2000 -3KTL-M1 | SUN2000 -4KTL-M1 | SUN2000 -5KTL-M1 | SUN2000 -6KTL-M1 | SUN2000 -8KTL-M1 | SUN2000 -10KTL-M1 |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------|
| Efficiency | | | | | | |
| Max. efficiency | 98.2% | 98.3% | 98.4% | 98.6% | 98.6% | 98.6% |
| European weighted efficiency | 96.7% | 97.1% | 97.5% | 97.7% | 98.0% | 98.1% |
| Input (PV) | | | | | | |
| Recommended max. PV power ¹ | 4,500 Wp | 6,000 Wp | 7,500 Wp | 9,000 Wp | 12,000 Wp | 15,000 Wp |
| Max. input voltage ² | 1,100 V | | | | | |
| Operating voltage range ³ | 140 V ~ 980 V | | | | | |
| Start-up voltage | 200 V | | | | | |
| Rated input voltage | 600 V | | | | | |
| Max. input current per MPPT | 11 A | | | | | |
| Max. short-circuit current | 15 A | | | | | |
| Number of MPP trackers | 2 | | | | | |
| Max. input number per MPP tracker | 1 | | | | | |
| Input (DC Battery) | | | | | | |
| Compatible Battery | HUAWEI Smart String ESS 5kWh – 30kWh | | | | | |
| Operating voltage range | 600 V ~ 980 V | | | | | |
| Max operating current | 16 A | | | | | |
| Max charge Power | 10,000 W | | | | | |
| Max discharge Power | 3,300 W | 4,400 W | 5,500 W | 6,600 W | 8,800 W | 10,000 W |
| Output (On Grid) | | | | | | |
| Grid connection | Three-phase | | | | | |
| Rated output power | 3,000 W | 4,000 W | 5,000 W | 6,000 W | 8,000 W | 10,000 W |
| Max. apparent power | 3,300 VA | 4,400 VA | 5,500 VA | 6,600 VA | 8,800 VA | 11,000 VA ⁴ |
| Rated output voltage | 220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W / N+PE | | | | | |
| Rated AC grid frequency | 50 Hz / 60 Hz | | | | | |
| Max. output current | 5.1 A | 6.8 A | 8.5 A | 10.1 A | 13.5 A | 16.9 A |
| Adjustable power factor | 0.8 leading ... 0.8 lagging | | | | | |
| Max. total harmonic distortion | ≤ 3 % | | | | | |
| Output (Backup Power via Backup Box-B1) | | | | | | |
| Maximum apparent power | 3,300 VA | | | | | |
| Rated output voltage | 220 V / 230 V | | | | | |
| Maximum output current | 15 A | | | | | |
| Power factor range | 0.8 leading ... 0.8 lagging | | | | | |
| Features & Protections | | | | | | |
| Input-side disconnection device | Yes | | | | | |
| Anti-Islanding protection | Yes | | | | | |
| DC reverse polarity protection | Yes | | | | | |
| Insulation monitoring | Yes | | | | | |
| DC surge protection | Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11 | | | | | |
| AC surge protection | Yes, compatible with TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11 | | | | | |
| Residual current monitoring | Yes | | | | | |
| AC overcurrent protection | Yes | | | | | |
| AC short-circuit protection | Yes | | | | | |
| AC overvoltage protection | Yes | | | | | |
| Arc fault protection | Yes | | | | | |
| Ripple receiver control | Yes | | | | | |
| Integrated PID recovery ⁵ | Yes | | | | | |
| Battery reverse charging from grid | Yes | | | | | |
| General Data | | | | | | |
| Operating temperature range | -25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F) | | | | | |
| Relative operating humidity | 0 %RH ~ 100 %RH | | | | | |
| Operating altitude | 0 ~ 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m) | | | | | |
| Cooling | Natural convection | | | | | |
| Display | LED Indicators; Integrated WLAN + FusionSolar App | | | | | |
| Communication | RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE; 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional) | | | | | |
| Weight (incl. mounting bracket) | 17 kg (37.5 lb) | | | | | |
| Dimension (incl. mounting bracket) | 525 x 470 x 146.5 mm (20.7 x 18.5 x 5.8 inch) | | | | | |
| Degree of protection | IP65 | | | | | |
| Nighttime Power Consumption | < 5.5 W ⁶ | | | | | |
| Optimizer Compatibility | | | | | | |
| DC MBUS compatible optimizer | SUN2000-450W-P | | | | | |
| Standard Compliance (more available upon request) | | | | | | |
| Certificate | EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2, IEC 62116 | | | | | |
| Grid connection standards | G98, G99, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, NRS 097-2-1, IEC61727, IEC62116, DEWA | | | | | |

¹ Inverter max input PV power is 20,000 Wp when long strings are designed and fully connected with SUN2000-450W-P power optimizers.

² The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

³ Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

⁴ C10 / 11: 10,000 VA

⁵ SUN2000-3~10KTL-M1 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly).

⁶ <10 W when PID recovery function is activated.

Smart Power Sensor



Preciso

Precisión de medición: Clase 1



Fácil y sencillo

Pantalla LCD, fácil de configurar y comprobar



Energía eficiente

Consumo general de energía ≤ 1 W

| Especificaciones técnicas | DDSU666-H | DTSU666-H 250A/50mA |
|--|-----------------------------------|------------------------|
| Datos generales | | |
| Dimensiones (alto x anchura x profundidad) | 100 x 36 x 65.5 mm | 100 x 72 x 65.5 mm |
| Tipo de montaje | DIN35 Rail | |
| Peso (incluidos cables) | 1.2 kg | 1.5 kg |
| Fuente de alimentación | | |
| Tipo de red eléctrica | 1P2W | 3P4W |
| Potencia de entrada (tensión por fase) | 176 Vac ~ 288 Vac | |
| Consumo de energía | ≤ 0.8 W | ≤ 1 W |
| Rango de medición | | |
| Tensión de línea | / | 304 Vac ~ 499 Vac |
| Tensión por fase | 176 Vac ~ 288 Vac | |
| Intensidad | 0 ~ 100 A | 0 ~ 250 A |
| Precisión de medición | | |
| Tensión | ± 0.5 % | |
| Intensidad / Potencia / Energía | ± 1 % | |
| Frecuencia | ± 0.01 Hz | |
| Comunicación | | |
| Interfaz | RS485 | |
| Velocidad de transmisión en baudios | 9,600 bps | |
| Protocolo de comunicación | Modbus-RTU | |
| Entorno | | |
| Rango de temperatura de operación | -25 °C ~ 60 °C | |
| Rango de temperatura de almacenamiento | -40 °C ~ 70 °C | |
| Humedad de operación | 5 %RH ~ 95 %RH (sin condensación) | |
| Otros | | |
| Accesorios | RS485 Cable (10 m) | |
| | 1 CT 100 A/40 mA (5 m) | 3 CT 250 A/50 mA (5 m) |

PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Proyecto Final de Carrera

Variante: Nueva variante de simulación

Sin escena 3D definida, sin sombras

Potencia del sistema: 15.12 kWp

Parque Industrial de Elche - Spain



Author

DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)



Firma



PVsyst V7.2.12

VC0, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)

Resumen del proyecto

| | | |
|---|---|--|
| Sitio geográfico Parque Industrial de Elche España | Situación Latitud 38.28 °N Longitud -0.63 °W Altitud 79 m Zona horaria UTC+1 | Configuración del proyecto Albedo 0.20 |
| Datos meteo Elche Meteonorm 8.0 (2003-2017), Sat=15% - Sintético | | |

Resumen del sistema

| | | | |
|---|--|---|--|
| Sistema conectado a la red | Sin escena 3D definida, sin sombras | | |
| Orientación campo FV Plano fijo Inclinación/Azimut 30 / 0 ° | Sombreados cercanos Sin sombreados | Necesidades del usuario Perfil diario Constante durante el año Promedio 207 kWh/Día | |
| Información del sistema Conjunto FV Núm. de módulos 28 unidades Pnom total 15.12 kWp | | Inversores Núm. de unidades 2 unidades Pnom total 12.00 kWca Proporción Pnom 1.260 | |

Resumen de resultados

| | | |
|---------------------------------|--|-----------------------------|
| Energía producida 24.54 MWh/año | Producción específica 1623 kWh/kWp/año | Proporción rend. PR 79.68 % |
| Energía usada 75.39 MWh/año | | Fracción solar (SF) 32.55 % |

Tabla de contenido

| | |
|--|---|
| Resumen de proyectos y resultados | 2 |
| Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema. | 3 |
| Necesidades detalladas del usuario | 5 |
| Resultados principales | 6 |
| Diagrama de pérdida | 7 |
| Gráficos especiales | 8 |
| Evaluación P50 - P90 | 9 |



PVsyst V7.2.12

VC0, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)

Parámetros generales

Sistema conectado a la red

Sin escena 3D definida, sin sombras

Orientación campo FV

Orientación

Plano fijo
Inclinación/Azimut 30 / 0 °

Configuración de cobertizos

Sin escena 3D definida

Modelos usados

Transposición Perez
Difuso Perez, Meteonorm
Circunsolar separado

Horizonte

Horizonte libre

Sombreados cercanos

Sin sombreados

Necesidades del usuario

Perfil diario
Constante durante el año
Promedio 207 kWh/Día

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|----|
| Carga por hora | 0 h | 1 h | 2 h | 3 h | 4 h | 5 h | 6 h | 7 h | 8 h | 9 h | 10 h | 11 h | |
| | 5.97 | 3.15 | 3.35 | 3.35 | 3.35 | 4.37 | 5.52 | 7.95 | 8.28 | 10.18 | 10.39 | 10.84 | kW |
| | 12 h | 13 h | 14 h | 15 h | 16 h | 17 h | 18 h | 19 h | 20 h | 21 h | 22 h | 23 h | |
| | 13.03 | 13.70 | 12.71 | 10.88 | 10.46 | 9.85 | 9.08 | 8.63 | 9.65 | 11.45 | 10.68 | 9.73 | kW |

Características del conjunto FV

Módulo FV

Fabricante HT Solar (Tangshan Haitai)
Modelo HTM540DMH5-72
(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 540 Wp
Número de módulos FV 28 unidades
Nominal (STC) 15.12 kWp
Módulos 2 Cadenas x 14 En series
En cond. de funcionam. (50°C)
Pmpp 13.84 kWp
U mpp 529 V
I mpp 26 A

Potencia FV total

Nominal (STC) 15 kWp
Total 28 módulos
Área del módulo 72.6 m²
Área celular 66.6 m²

Inversor

Fabricante Huawei Technologies
Modelo SUN2000-6KTL-M1
(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 6.00 kWca
Número de inversores 2 unidades
Potencia total 12.0 kWca
Voltaje de funcionamiento 140-980 V
Potencia máx. (=>47°C) 6.60 kWca
Proporción Pnom (CC:CA) 1.26

Potencia total del inversor

Potencia total 12 kWca
Número de inversores 2 unidades
Proporción Pnom 1.26

Pérdidas del conjunto

Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia
Uc (const) 15.0 W/m²K
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 336 m
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

Pérdida diodos serie

Caída de voltaje 0.7 V
Frac. de pérdida 0.1 % en STC

Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida 1.5 %

Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.1 %

Factor de pérdida IAM

Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel AR, n(vidrio)=1.526, n(AR)=1.290

| | | | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
| 1.000 | 0.999 | 0.987 | 0.962 | 0.892 | 0.816 | 0.681 | 0.440 | 0.000 |



PVsyst V7.2.12

VC0, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)

Pérdidas del sistema.

Indisponibilidad del sistema

| | |
|-----------------|------------|
| Frac. de tiempo | 2.0 % |
| | 7.3 días, |
| | 3 períodos |

Pérdidas de cableado CA

Línea de salida del inv. hasta el punto de inyección

| | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| Voltaje inversor | 400 Vca tri |
| Frac. de pérdida | 1.50 % en STC |
| Inversor: SUN2000-6KTL-M1 | |
| Sección cables (2 Inv.) | Cobre 2 x 3 x 2 mm ² |
| Longitud media de los cables | 26 m |





PVsyst V7.2.12

VCO, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

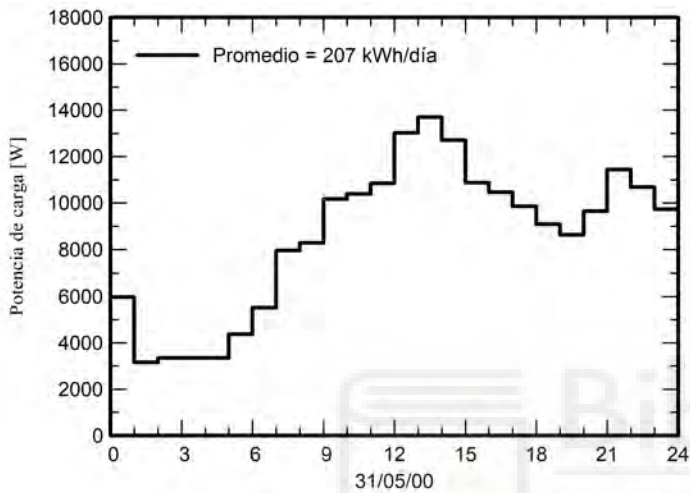
DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)

Necesidades detalladas del usuario

Perfil diario, Constante durante el año, promedio = 207 kWh/día

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|-------|-------|-------|----|
| Carga por hora | 0 h | 1 h | 2 h | 3 h | 4 h | 5 h | 6 h | 7 h | 8 h | 9 h | 10 h | 11 h | |
| | 5.97 | 3.15 | 3.35 | 3.35 | 3.35 | 4.37 | 5.52 | 7.95 | 8.28 | 10.18 | 10.39 | 10.84 | kW |
| | 12 h | 13 h | 14 h | 15 h | 16 h | 17 h | 18 h | 19 h | 20 h | 21 h | 22 h | 23 h | |
| | 13.03 | 13.70 | 12.71 | 10.88 | 10.46 | 9.85 | 9.08 | 8.63 | 9.65 | 11.45 | 10.68 | 9.73 | kW |

Perfil diario





PVsyst V7.2.12

VCO, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

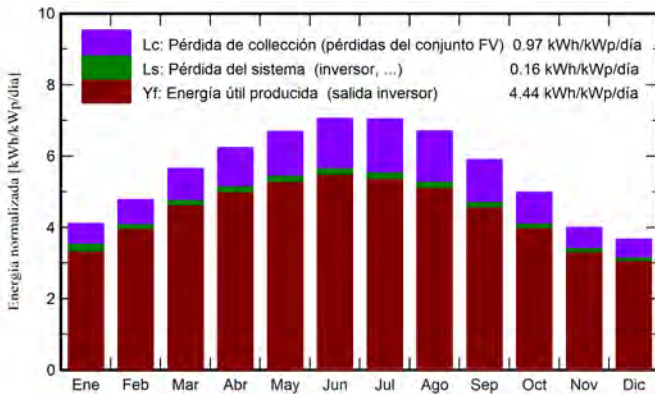
DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)

Resultados principales

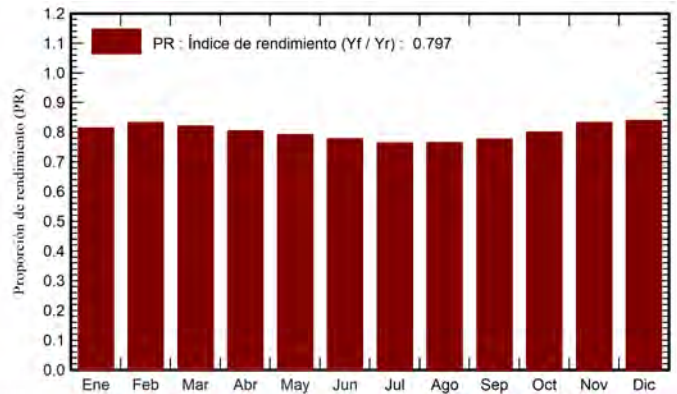
Producción del sistema

| | | | |
|-------------------|---------------|--------------------------------|------------------|
| Energía producida | 24.54 MWh/año | Producción específica | 1623 kWh/kWp/año |
| Energía usada | 75.39 MWh/año | Proporción de rendimiento (PR) | 79.68 % |
| | | Fracción solar (SF) | 32.55 % |

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



Balances y resultados principales

| | GlobHor | DiffHor | T_Amb | GlobInc | GlobEff | EArray | E_User | E_Solar | E_Grid | EFrGrid |
|------------|--------------------|--------------------|-------|--------------------|--------------------|--------|--------|---------|--------|---------|
| | kWh/m ² | kWh/m ² | °C | kWh/m ² | kWh/m ² | MWh | MWh | MWh | MWh | MWh |
| Enero | 78.0 | 28.87 | 11.06 | 127.2 | 125.3 | 1.673 | 6.403 | 1.572 | -0.005 | 4.832 |
| Febrero | 92.4 | 32.13 | 11.53 | 133.7 | 131.7 | 1.741 | 5.784 | 1.687 | -0.004 | 4.096 |
| Marzo | 142.0 | 60.29 | 14.16 | 175.2 | 171.9 | 2.248 | 6.403 | 2.179 | -0.004 | 4.224 |
| Abril | 171.6 | 68.56 | 16.34 | 187.0 | 182.8 | 2.350 | 6.197 | 2.274 | -0.001 | 3.922 |
| Mayo | 210.0 | 80.36 | 19.87 | 207.4 | 202.6 | 2.569 | 6.403 | 2.484 | -0.002 | 3.919 |
| Junio | 223.7 | 81.49 | 23.92 | 211.7 | 206.8 | 2.578 | 6.197 | 2.495 | -0.003 | 3.702 |
| Julio | 225.7 | 77.52 | 27.13 | 218.1 | 213.1 | 2.610 | 6.403 | 2.523 | -0.003 | 3.880 |
| Agosto | 198.1 | 73.49 | 27.37 | 207.8 | 203.3 | 2.488 | 6.403 | 2.406 | -0.004 | 3.997 |
| Septiembre | 150.5 | 52.85 | 23.85 | 176.8 | 173.1 | 2.150 | 6.197 | 2.078 | -0.002 | 4.118 |
| Octubre | 115.1 | 46.06 | 20.38 | 154.5 | 152.0 | 1.937 | 6.403 | 1.876 | -0.005 | 4.527 |
| Noviembre | 78.9 | 34.34 | 14.65 | 119.9 | 118.0 | 1.562 | 6.197 | 1.514 | -0.005 | 4.683 |
| Diciembre | 67.3 | 25.30 | 11.84 | 113.7 | 112.0 | 1.492 | 6.403 | 1.447 | -0.005 | 4.956 |
| Año | 1753.4 | 661.25 | 18.55 | 2033.0 | 1992.5 | 25.396 | 75.392 | 24.537 | -0.044 | 50.855 |

Leyendas

| | | | |
|---------|--|---------|---|
| GlobHor | Irradiación horizontal global | EArray | Energía efectiva a la salida del conjunto |
| DiffHor | Irradiación difusa horizontal | E_User | Energía suministrada al usuario |
| T_Amb | Temperatura ambiente | E_Solar | Energía del sol |
| GlobInc | Global incidente plano receptor | E_Grid | Energía inyectada en la red |
| GlobEff | Global efectivo, corr. para IAM y sombreados | EFrGrid | Energía de la red |

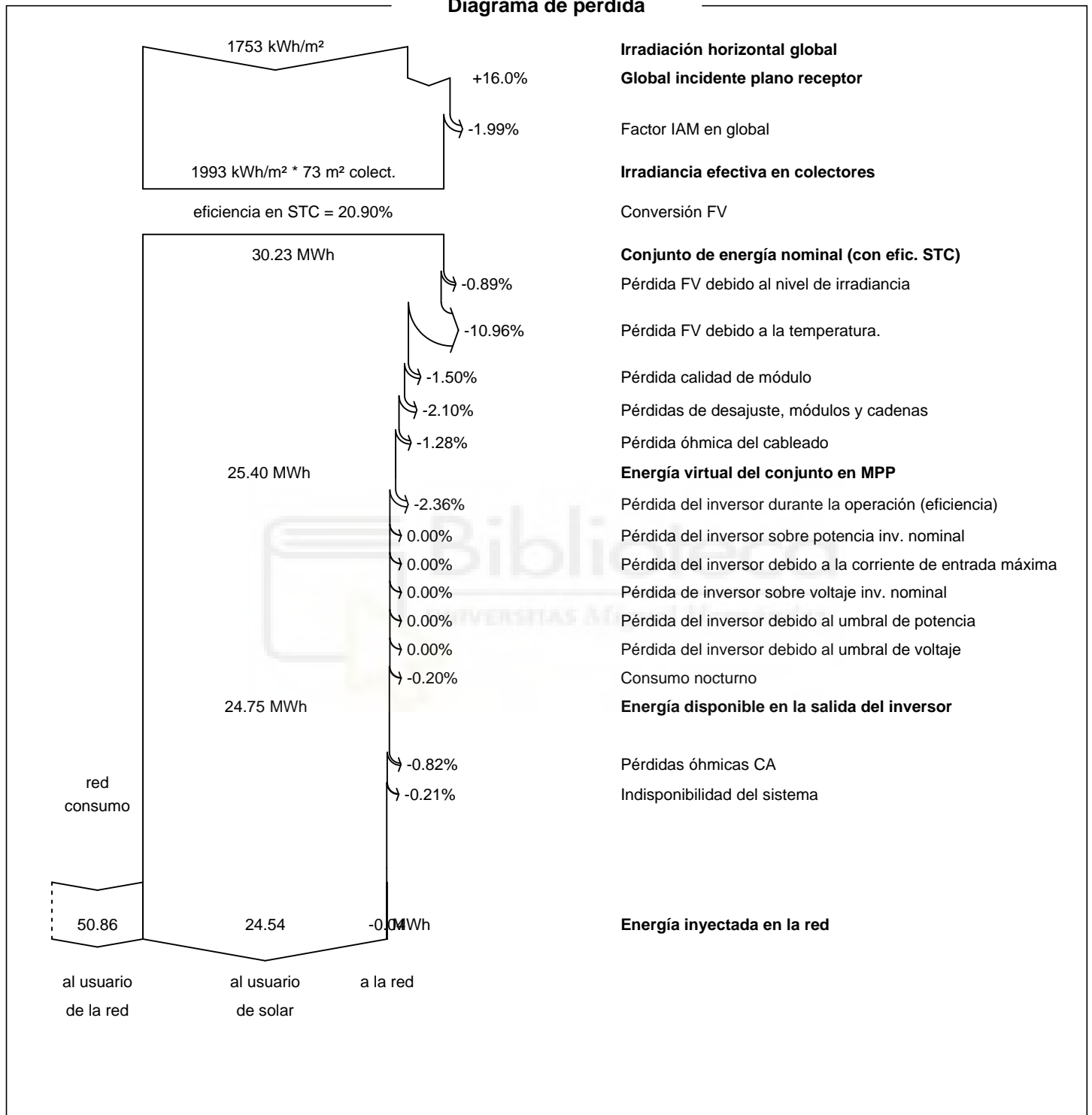


PVsyst V7.2.12

VCO, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)

Diagrama de pérdida





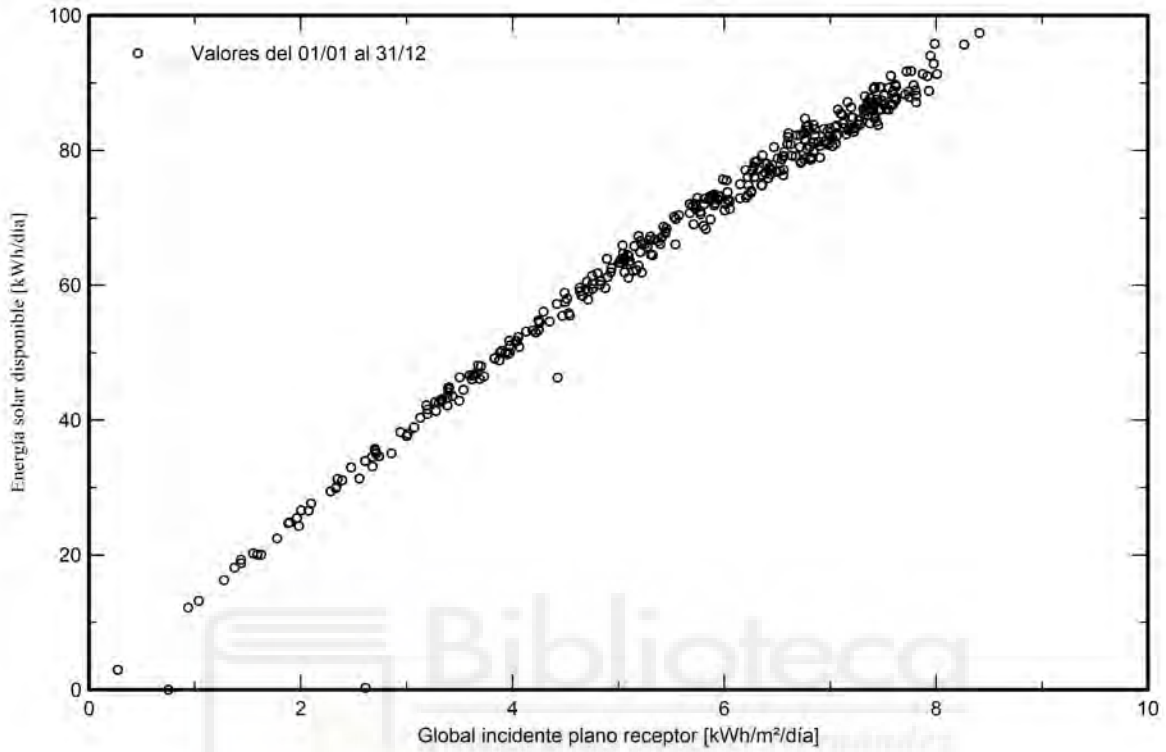
PVsyst V7.2.12

VC0, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

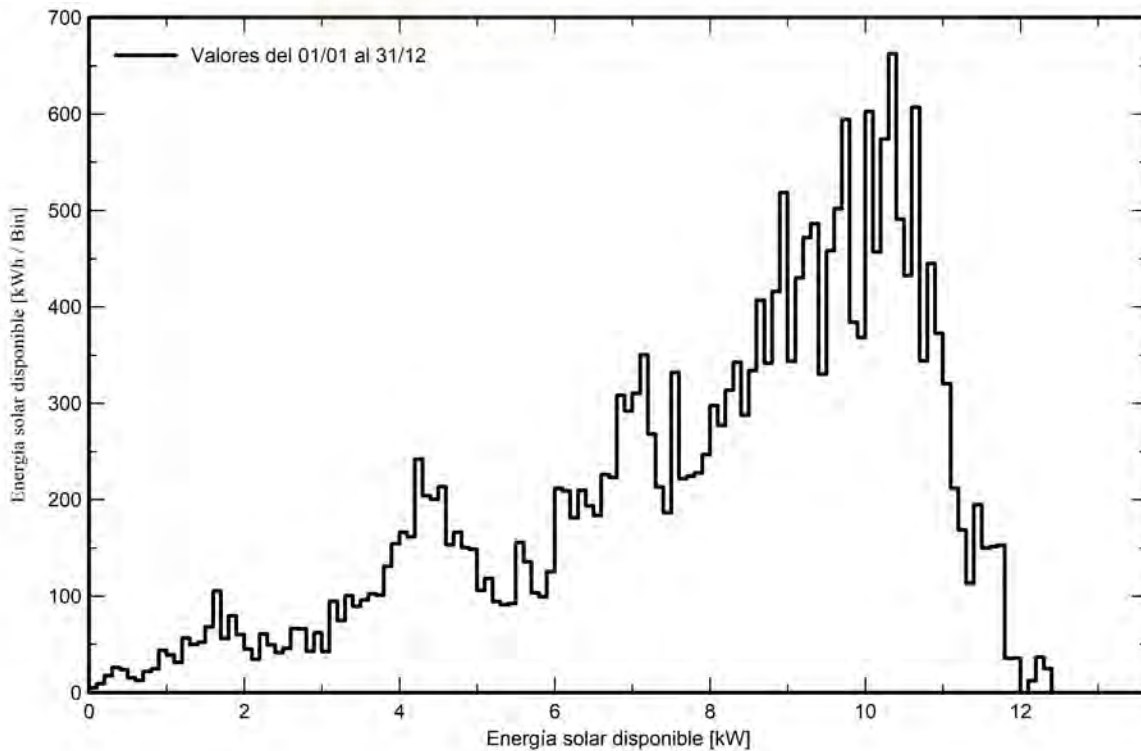
DJL RENEWABLES S.L.U. (Spain)

Gráficos especiales

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





PVsyst V7.2.12

VC0, Fecha de simulación:
19/05/22 08:58
con v7.2.12

DJL RENOVABLES S.L.U. (Spain)

Evaluación P50 - P90

Datos meteo

Fuente Meteoronorm 8.0 (2003-2017), Sat=15%
Tipo No definido
Variabilidad año a año (Varianza) 0.0 %

Desviación especificada

Variabilidad global (meteo y sistema)

Variabilidad (Suma cuadrática) 1.8 %

Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros

| | |
|--|-------|
| Modelado/parámetros del módulo FV | 1.0 % |
| Incertidumbre eficiencia inversor | 0.5 % |
| Incertidumbres de suciedad y desajuste | 1.0 % |
| Incertidumbre de degradación | 1.0 % |

Probabilidad de producción anual

| | |
|--------------|-----------|
| Variabilidad | 0.44 MWh |
| P50 | 24.54 MWh |
| P90 | 23.98 MWh |
| P95 | 23.82 MWh |

Distribución de probabilidad

