



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Estudio y diseño de instalación de planta fotovoltaica para autoconsumo en la empresa **TARBAL FOODS, S.L** e instalación eléctrica de la planta

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Autor: Pedro Pablo López López
Director: Francisco Javier Cánovas Rodríguez



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Cartagena, julio de 2018

ÍNDICE

1.- MEMORIA	8
1.1- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	9
1.1.1- INTRODUCCIÓN.....	9
1.1.2.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE	9
1.1.3.- ESTUDIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA A GENERAR.....	11
1.1.4.- DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN MEDIANTE PVSYST.....	14
1.1.4.1.- DEFINICIÓN DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	15
1.1.4.2.- CONFIGURACIÓN Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.	17
1.1.5.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	30
1.1.6.- EVALUACIÓN ECONÓMICA Y VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	32
1.2.- LÍNEA DE ALTA TENSIÓN.....	37
1.2.1. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE.....	37
1.2.2.- DESCRIPCIÓN DE LA LA/SAT.....	38
1.2.2.1.- CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA	38
1.2.2.2.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO	38
1.2.3.- TRAZADO.	38
1.2.3.1.- PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA.	38
1.2.3.2.- LONGITUD.	38
1.2.3.3.- TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS	39
1.2.3.4.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.	39
1.2.3.5.- RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS	39
1.2.4. MATERIALES	39
1.2.4.1.- CONDUCTORES	39
1.2.4.2.- AISLAMIENTOS.	40
1.2.4.3.- ACCESORIOS.....	41
1.2.4.4.- PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA.	41
1.2.5. – ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO	41
1.2.5.1.- MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	42
1.2.6.- TOMAS DE TIERRA.....	42
1.3.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	43
1.3.1.- DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	43
1.3.1.1.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA	43
1.3.1.2.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE.....	43
1.3.1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DEL C.T.	44
1.3.1.3.1.- Local	44
1.3.1.3.2.- Instalación eléctrica	47
1.3.1.3.3.- Medida de la energía eléctrica.....	55
1.3.1.3.4.- Puesta a tierra.....	55
1.3.1.3.5.- Cuadro general de B.T. justificación y diseño.....	56
1.3.1.3.6.- Instalaciones secundarias	56
1.4.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL RESTO DE LA FÁBRICA.....	60



1.4.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA E INSTALACIÓN QUE SE PROYECTA	60
1.4.1.1.- LÍNEAS DE PROCESO	60
1.4.2.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE	61
1.4.3.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	62
1.4.4.- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES.....	65
1.4.4.1.- PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS ADOPTADAS SEGÚN EL RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LA INDUSTRIA.....	65
1.4.4.1.1.- Locales con riesgo de incendio y explosión, según la itc-bt-29. emplazamiento, zonificación y modos de protección	65
1.4.4.1.2.- Locales húmedos, según la itc-bt-30.1.....	65
1.4.4.1.3.- Locales mojados, según la itc-bt-30.2.....	65
1.4.4.1.4.- Locales con riesgo de corrosión, según la itc-bt-30.3	65
1.4.4.1.5.- Locales polvorientos sin riesgo de incendio y explosión, según itc-bt-30.4	65
1.4.4.1.6.- Locales a temperatura muy elevada, según la itc-bt-30.5	66
1.4.4.1.7.- Locales a muy baja temperatura, según la itc-bt-30.6	66
1.4.4.1.8.- Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la itc-bt-30.7.....	66
1.4.4.1.9.- Locales afectos a un servicio eléctrico, según la itc-bt-30.8	66
1.4.4.1.10.- Locales de características especiales, según la itc-bt-30.9	66
1.4.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	67
1.4.5.1.- CANALIZACIONES FIJAS	67
1.4.5.2.- CANALIZACIONES MÓVILES	67
1.4.5.3.- MÁQUINAS ROTATIVAS.....	67
1.4.5.4.- LUMINARIAS.....	67
1.4.5.5.- TOMAS DE CORRIENTE	68
1.4.5.6.- APARATOS DE CONEXIÓN Y CORTE	68
1.4.5.7.- EQUIPO MÓVIL Y PORTÁTIL	68
1.4.5.8.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS	68
1.4.5.9.- PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS	69
1.4.5.10.- IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES.....	69
1.4.6.- PROGRAMA DE NECESIDADES.....	70
1.4.6.1.- POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA PARA LOS DIFERENTES USOS	70
1.4.6.1.1.- Maquinaria:.....	70
1.4.6.1.2. - ALUMBRADO:	76
1.4.6.2.- NIVELES LUMINOSOS EXIGIDOS SEGÚN DEPENDENCIAS Y TIPO DE LÁMPARAS	77
1.4.6.3.- POTENCIA ELÉCTRICA SIMULTÁNEA NECESARIA PARA EL NORMAL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL.....	78
1.4.6.4.- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDIDA Y POTENCIA A CONTRATAR.....	78
1.4.7.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	78



1.4.7.1.- INSTALACIONES DE ENLACE	78
1.4.7.1.1.- Cuadro general de mando y protección. Ubicación y características	78
1.4.7.2.- INSTALACIONES RECEPTORAS PARA MAQUINARIA Y ALUMBRADO	79
1.4.7.2.1.- Cuadros secundarios y su composición.....	79
1.4.7.2.2.- Líneas distribuidoras y sus canalizaciones	79
1.4.7.2.3.- Protección de receptores	79
1.4.7.3.- PUESTAS A TIERRA.....	80
1.4.7.4.- EQUIPOS DE CORRECCIÓN DE ENERGÍA REACTIVA.....	80
1.4.7.5.- SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN, ALARMA, CONTROL REMOTO Y COMUNICACIÓN	80
1.4.7.6.- ALUMBRADOS DE EMERGENCIA	80
2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	81
2.1. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	81
2.1.1.- FÓRMULAS UTILIZADAS.	81
2.1.2.- POTENCIA INSTALADA	82
2.1.3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS.....	83
2.2.- CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN	88
2.2.1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS	88
2.2.1.1.- PREVISIÓN DE POTENCIA	88
2.2.1.2.- DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE.....	88
2.2.1.3.- REACTANCIA	88
2.2.1.4.- CAÍDA DE TENSIÓN	89
2.2.1.5.- OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS.....	89
2.2.1.5.1 Corriente de cortocircuito.	89
2.2.1.6.- TABLAS RESULTADO.....	90
2.2.1.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN:	91
2.3.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CT 630 KVA.	92
2.3.1.- INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN CT.....	92
2.3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN	92
2.3.3.- CORTOCIRCUITOS	93
2.3.3.1.- OBSERVACIONES	93
2.3.3.2.- CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO.....	93
2.3.3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN.....	94
2.3.3.4.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	94
2.3.4.- CÁLCULO DEL DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	94
2.3.4.1.- COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.....	94
2.3.4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.....	95
2.3.4.3.- CÁLCULO POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE.	95
2.3.5.- SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.....	96
2.3.5.1.- PROTECCIONES EN ALTA TENSIÓN.....	96



2.3.5.2.- PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN	97
2.3.6.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.	97
2.3.7.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS	98
2.3.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	98
2.3.8.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.....	98
2.3.8.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO	98
2.3.8.3.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA	99
2.3.8.4.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.....	100
2.3.8.5.- CÁLCULO DE TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN	103
2.3.8.6.- CÁLCULO DE TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN	104
2.3.8.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.....	104
2.3.8.8.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR	106
2.3.8.9.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.....	106
2.4.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	107
2.4.1.- TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE. ...	107
2.4.2.- FÓRMULAS UTILIZADAS	107
2.4.3.- POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDAS. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD.....	108
2.4.3.1.- RELACIÓN DE RECEPTORES DE ALUMBRADO, CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA ELÉCTRICA.....	109
2.4.3.2.- RELACIÓN DE MAQUINARIA CONSUMIDORA Y SU POTENCIA ELÉCTRICA	110
2.4.3.3.- RELACIÓN DE RECEPTORES DE OTROS USOS, CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA ELÉCTRICA.....	110
2.4.5.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS.....	110
2.4.5.1.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS Y LÍNEAS	110
2.4.5.2.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTOS Y DIÁMETRO DE LOS TUBOS O CANALIZACIONES A UTILIZAR EN LOS CIRCUITOS Y LÍNEAS	118
2.4.6.- CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES A INSTALAR EN LOS DIFERENTES CIRCUITOS Y LÍNEAS DISTRIBUIDORAS	118
2.4.6.1.- SOBRECARGAS.....	118
2.4.6.2.- CORTOCIRCUITOS	118
2.4.6.3.- SOBRETENSIONES	118
2.4.5.- CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.....	119
2.4.5.1.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.....	119

□



ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Gráfico de consumos medios horarios por periodos para cada mes.</i>	14
<i>Figura 2. Menú de inicio de PVGIS.</i>	15
<i>Figura 3. Datos ofrecidos por PVGYS para introducir en PVSYST.</i>	16
<i>Figura 4. Importación de datos de PVGIS a PVSYST.</i>	17
<i>Figura 5. Modelo 3D de las naves de Tarbal Foods.</i>	18
<i>Figura 6. Trayectoria solar anual en el hemisferio norte.</i>	19
<i>Figura 7. Superficie con orientación sur para instalación de módulos.</i>	19
<i>Figura 8. Menú principal de diseño en PVSYST.</i>	20
<i>Figura 9. Opciones de orientación de módulos en PVSYST.</i>	21
<i>Figura 10. Configuración para la instalación fotovoltaica.</i>	22
<i>Figura 11. Curva I-V de un panel fotovoltaico para 1000 W/m², 25°C.</i>	23
<i>Figura 12. Distintas curvas I-V según la irradiación recibida.</i>	23
<i>Figura 13. Distintas curvas I-V según la temperatura alcanzada.</i>	24
<i>Figura 14. Esquema de n cadenas con m módulos por cadena</i>	24
<i>Figura 15. Modelo de inversor de SMA seleccionado.</i>	26
<i>Figura 16. Modelo de célula fotovoltaica seleccionado de Trina Solar.</i>	26
<i>Figura 17. Producciones normalizadas (por kWp instalado): potencia nominal de 87 kWp</i>	27
<i>Figura 18. Diagrama de Sankey de la instalación.</i>	28
<i>Figura 19. Factor de rendimiento PR</i>	29
<i>Figura 20. Modelo 3D de la situación de los generadores fotovoltaicos.</i>	30
<i>Figura 21. Esquema unifilar típico para instalaciones de autoconsumo tipo 1, conectadas a red >1kV y con potencia de generación <100 kW</i>	31
<i>Figura 22. Tabla de intensidades máximas.</i>	86

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Distribución horaria para tarifa de 3 periodos.</i>	11
<i>Tabla 2. Potencias máximas consumidas por periodo.</i>	12
<i>Tabla 3. Consumos de energía activa por periodo.</i>	12
<i>Tabla 4. Medias de consumo energético por periodo</i>	13
<i>Tabla 5. Resumen de parámetros del diseño de la instalación fotovoltaico.</i>	25
<i>Tabla 6. Factor de sombreado lineal.</i>	30
<i>Tabla 7. Tabla dada por PVSYST. Generación mensual en cada hora.</i>	33
<i>Tabla 8. Generación para un día típico de cada mes, todo en Wh.</i>	33
<i>Tabla 9. Generación total mensual por periodos, en Wh.</i>	34
<i>Tabla 10. Precio del kWh por periodo.</i>	34
<i>Tabla 11. Ahorro anual, en euros.</i>	35
<i>Tabla 12. Impuestos considerados.</i>	35
<i>Tabla 13. Amortización de la instalación</i>	36
<i>Tabla 14. Niveles de aislamiento de cables.</i>	40
<i>Tabla 15. Superficies.</i>	64
<i>Tabla 16. Resumen de superficies.</i>	64
<i>Tabla 17. Resumen de potencias de alumbrado</i>	68
<i>Tabla 18. Resumen de maquinaria.</i>	75
<i>Tabla 19. Resumen de alumbrado por estancias.</i>	76
<i>Tabla 20. Resumen de potencias.</i>	77
<i>Tabla 21. Niveles luminosos exigidos.</i>	78
<i>Tabla 22. Relación entre secciones de los conductores de protección y los conductores de fase.</i>	80
<i>Tabla 23. Distribución de strings en inversores.</i>	82
<i>Tabla 24. Valores característicos del módulo solar empleado.</i>	83
<i>Tabla 25. Cálculo de secciones en corriente continua.</i>	84
<i>Tabla 26. Caída de tensión V_{ca} entre cada inversor y el cuadro de agrupación de inversores.</i>	85
<i>Tabla 27. Criterios de intensidad y caída de tensión.</i>	85
<i>Tabla 28. Pérdidas de tensión V_{ca} entre cuadro de agrupación de inversores y punto de conexión.</i>	87
<i>Tabla 29. Criterios de intensidad y caída de tensión (2).</i>	87
<i>Tabla 30. Resumen de resultados.</i>	90
<i>Tabla 31. Cartuchos apropiados para cada transformador, serie 24 kV.</i>	96
<i>Tabla 32. Recomendación Unesa para sección de línea de tierra.</i>	100
<i>Tabla 33. Tabla A1.4.1. del anexo I del MT 2.11.3 (14-02).</i>	102
<i>Tabla 34. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_f (s).</i>	105
<i>Tabla 35. Resultados obtenidos.</i>	106
<i>Tabla 36. Resumen de potencias desglosado.</i>	108



<i>Tabla 37. Resumen de potencia de alumbrado con elementos.</i>	109
<i>Tabla 38. Líneas de cuadro general de mando y protección.</i>	110
<i>Tabla 39. Cálculos de cortocircuitos en cuadro general de mando y protección.</i>	111
<i>Tabla 40. Líneas de subcuadro C1.</i>	111
<i>Tabla 41. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C1.</i>	111
<i>Tabla 42. Líneas subcuadro C2.</i>	112
<i>Tabla 43. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C2.</i>	112
<i>Tabla 44. Líneas subcuadro C3.</i>	112
<i>Tabla 45. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C3</i>	113
<i>Tabla 46. Líneas subcuadro C4.</i>	113
<i>Tabla 47. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C4.</i>	113
<i>Tabla 48. Líneas subcuadro C5.</i>	113
<i>Tabla 49. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C5.</i>	114
<i>Tabla 50. Líneas subcuadro C6.</i>	114
<i>Tabla 51. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C6.</i>	114
<i>Tabla 52. Líneas subcuadro C7.</i>	114
<i>Tabla 53. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C7.</i>	115
<i>Tabla 54. Líneas subcuadro C8.</i>	115
<i>Tabla 55. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C8.</i>	115
<i>Tabla 56. Líneas subcuadro C9.</i>	115
<i>Tabla 57. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C9.</i>	115
<i>Tabla 58. Líneas subcuadro C10.</i>	116
<i>Tabla 59. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C10.</i>	116
<i>Tabla 60. Líneas subcuadro C11.</i>	116
<i>Tabla 61. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C11.</i>	117
<i>Tabla 62. Líneas subcuadro C12.</i>	117
<i>Tabla 63. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C12.</i>	117
<i>Tabla 64. Líneas subcuadro C13.</i>	117
<i>Tabla 65. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C13.</i>	118

1.- MEMORIA

PREÁMBULO

La empresa **TARBAL FOOD, S.L.** es una compañía dedicada al sector alimenticio. En concreto, su principal actividad es la fabricación de bases para relleno y productos de panadería y pastelería de larga duración. Es el primer fabricante español de bases alimentarias y una de las referencias mundiales en su sector.

Fundada en 1989 y con sede central en la Región de Murcia (España), produce y distribuye bases dulces y saladas al sector industrial y al consumidor final, estando presentes en gran parte del mundo: Europa, Asia y America del Norte y Sur. La marca comercial con la que se comercializan sus productos es "Confiletas".

Ahora bien, la empresa encuentra una necesidad real de reducir sus consumos de energía eléctrica, a fin de mejorar la eficiencia de sus instalaciones. Para ello, en primera instancia se plantea la posibilidad de incorporar una planta fotovoltaica para autoconsumo en las cubiertas de las naves industriales de la compañía, puesto que se dispone de considerable espacio en las mismas.

Por ello, el presente proyecto pretende dar una solución a un problema real demandado, realizando un estudio exhaustivo de las condiciones técnicas y económicas que implicarían la ejecución de la citada instalación fotovoltaica.

Por otro lado, y a modo de que el proyecto tenga una envergadura suficiente como para ser considerado como un trabajo de fin de máster, se realizará el desarrollo de tres sub proyectos más, a saber, la incorporación de un centro de transformación en la fábrica, que tendrá una modificación previa de un tramo subterráneo de línea de alta tensión, y la electrificación completa del resto de la fábrica, obteniendo un esquema unifilar de toda la instalación, todo acompañado de planos y cálculos necesarios para su concepción.

Así, la estructura del proyecto será la siguiente:

- Sub proyecto nº1: Instalación fotovoltaica.
- Sub proyecto nº2: Línea de alta tensión.
- Sub proyecto nº3: Centro de transformación.
- Sub proyecto nº4: Instalación de baja tensión.



Cabe destacar que el único trabajo con posibilidad real de ejecución es el correspondiente a la instalación de la planta fotovoltaica. El resto de trabajos consistirían en desarrollos puramente académicos, sin posibilidad de llevarse a cabo en la vida real, dado que ya se encuentran realizados.

1.1- INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

1.1.1- INTRODUCCIÓN.

En este apartado se pretende detallar el proceso de diseño de la instalación fotovoltaica para la empresa en cuestión, lo que compondría el primero de los cuatro sub proyectos anteriormente definidos.

Como ya se ha comentado en anteriores apartados, este capítulo del presente proyecto se corresponde con la instalación real a efectuar, es decir, que su diseño se presentará al promotor y este estudiará su ejecución.

La idea consiste en realizar una instalación de placas fotovoltaicas en las cubiertas de las naves en cuestión, la cual se dimensionará con el fin de cubrir el consumo mínimo fijo que tengan las instalaciones. La instalación se realizaría conectada a red, es decir, funcionando en paralelo con la red de distribución.

Por otro lado, la empresa cuenta actualmente con una tarificación de 3 tres periodos: 243 kW, 243 kW y 270 kW para cada periodo. Es necesario por lo tanto realizar, en primer lugar, una inspección de los consumos reales actuales. El objetivo de esto es determinar la potencia pico de la instalación, para poder obtener el número de placas necesarias para dicha generación.

Una vez establecida la previsión de consumo, mediante la herramienta PVSYST se realizará la configuración y diseño de la mencionada instalación fotovoltaica.

El programa aportará, entre otros muchos resultados, la generación en vatios para un día típico de cada mes. Con ello se realizará un breve estudio económico, con el fin de determinar el tiempo de recuperación de la inversión.

1.1.2.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

Para el apartado que atañe a la instalación fotovoltaica, serán de aplicación las siguientes normas y preceptos:



- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 10/2006, de 21 de diciembre, de Energías Renovables y Ahorro y Eficiencia Energética de la Región de Murcia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo, de Protección Ambiental Integrada.
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto del 2002.
- Resolución de 4 de noviembre de 2.002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por el que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2.002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología y Comercio, por la que se aportan medidas de normalización de la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Resolución de 3 de julio de 2.003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se Aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo certificado como consecuencia de la aprobación por real decreto 842/2002, de 2 de agosto, del reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real decreto 1.955/2.000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos y Ordenanzas Municipales.



- Normas particulares de Normalización de IBERDROLA, S.A.

1.1.3.- ESTUDIO DEL CONSUMO ENERGÉTICO. DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA A GENERAR

El primer paso consistirá en determinar qué potencia se necesitará de la instalación. Para ello, el promotor ha aportado todas las facturas eléctricas a pagar durante un año, concretamente, entre enero y diciembre de 2017.

Tarbal Food S.L. cuenta con una tarificación de tres periodos, cuyas potencias contratadas son:

$$P1 = 243kW$$

$$P2 = 243kW$$

$$P3 = 270kW$$

La distribución horaria para este sistema de tarificación se muestra en la Tabla 1:

HORA	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00
ENERO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
FEBRERO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
MARZO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
ABRIL	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
MAYO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
JUNIO-I	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
JUNIO-II	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
JULIO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
AGOSTO	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
SEPTIEMBRE	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
OCTUBRE	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2
NOVIEMBRE	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2
DICEMBRE	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P3	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P2	P1	P1	P1	P1	P2	P2

Tabla 1. Distribución horaria para tarifa de 3 periodos.

La idea general consiste en obtener una media horaria de consumo por periodos, para poder determinar el consumo mínimo de las instalaciones del promotor. El objetivo es que la instalación fotovoltaica cubra este consumo mínimo, puesto que será un valor representativo del consumo fijo que tengan las instalaciones durante todo el año.

En las siguientes tablas se muestran las lecturas de los maxímetros y los consumos energéticos de las instalaciones durante todo el año.



	POTENCIA MÁXIMA					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
ENERO	192,0	248,0	197,0	0,0	59,0	117,0
FEBRERO	141,0	210,0	189,0	0,0	62,0	69,0
MARZO	160,0	192,0	169,0	152,0	56,0	71,0
ABRIL	0,0	211,0	177,0	229,0	52,0	72,0
MAYO	0,0	218,0	185,0	259,0	57,0	119,0
JUNIO	0,0	329,0	297,0	359,0	84,0	161,0
JULIO	0,0	334,0	306,0	348,0	101,0	187,0
AGOSTO	0,0	269,0	223,0	277,0	84,0	178,0
SEPTIEMBRE	0,0	336,0	330,0	367,0	98,0	230,0
OCTUBRE	247,0	322,0	327,0	338,0	165,0	239,0
NOVIEMBRE	266,0	282,0	233,0	0,0	145,0	185,0
DICIEMBRE	209,0	270,0	241,0	0,0	145,0	152,0

Tabla 2. Potencias máximas consumidas por periodo.

	CONSUMO DE ENERGÍA ACTIVA EN 3 PERIODOS (kWh)		
	P1=p1+p4	P2=p2+p5	P3=p3+p6
ENERO	13133,0	33950,0	20107,0
FEBRERO	9574,0	26218,0	16098,0
MARZO	10166,0	25529,0	14725,0
ABRIL	19595,0	21941,0	18121,0
MAYO	21956,0	28418,0	19147,0
JUNIO	28721,0	39647,0	30873,0
JULIO	33100,0	49209,0	41935,0
AGOSTO	20213,0	31684,0	27271,0
SEPTIEMBRE	35085,0	57043,0	47633,0
OCTUBRE	30992,0	52159,0	47299,0
NOVIEMBRE	22320,0	46968,0	40426,0
DICIEMBRE	15376,0	38080,0	33791,0

Tabla 3. Consumos de energía activa por periodo.

El proceso de cálculo, por lo tanto, consiste en obtener la suma total de kWh de consumo por periodo y por mes de las instalaciones, para después dividirlo por el número de horas al mes que tiene cada periodo. Se expone un ejemplo práctico a continuación:

En el mes de enero, el consumo total de energía activa por periodo es:

$$P1 = 13.133kWh$$

$$P2 = 33.950kWh$$

$$P3 = 20.107kWh$$

Ahora bien, sabiendo que el periodo P1 abarca 4 horas al día, que el periodo P2 tiene 12 horas y que el tres cuenta con 8 horas, dividiendo por el número de días de enero (31 días), se calcula una media horaria de consumo para cada periodo:



$$P1' = \frac{13.133}{4 \cdot 31} = 105,91 kWh$$

$$P2' = \frac{33.950}{12 \cdot 31} = 91,26 kWh$$

$$P3' = \frac{20.107}{8 \cdot 31} = 81,08 kWh$$

Realizando el mismo proceso para el resto de meses del año, en las siguientes figuras se muestran los resultados de dichas medias obtenidos

	CONSUMOS MEDIOS HORARIOS (kWh)		
	P1	P2	P3
ENERO	105,91	91,26	81,08
FEBRERO	82,53	75,34	69,39
MARZO	81,98	68,63	59,38
ABRIL	163,29	60,95	75,50
MAYO	177,06	76,39	77,21
JUNIO	256,44	118,00	137,83
JULIO	266,94	132,28	169,09
AGOSTO	163,01	85,17	109,96
SEPTIEMBRE	292,38	158,45	198,47
OCTUBRE	249,94	140,21	190,72
NOVIEMBRE	186,00	130,47	168,44
DICIEMBRE	124,00	102,37	136,25

Tabla 4. Medias de consumo energético por periodo

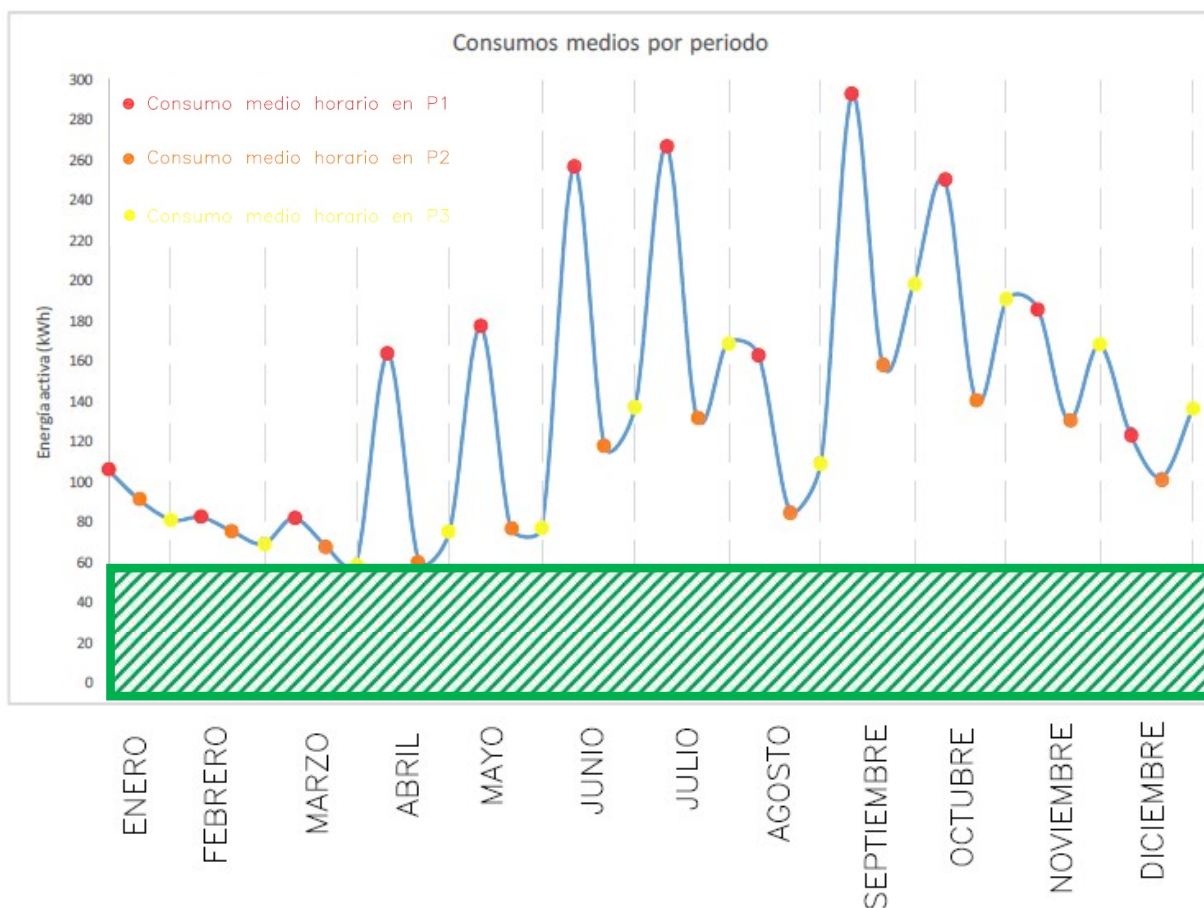


Figura 1. Gráfico de consumos medios horarios por periodos para cada mes.

Así, la franja verde representa el consumo que se pretende cubrir con la instalación fotovoltaica. Como se observa, el consumo medio mínimo se tiene en torno a 60 kWh. No obstante, se tendrá en cuenta un coeficiente de mayoración del 30% para mayor seguridad de cobertura energética mínima, teniendo entonces que la potencia nominal que la instalación debe aportar es de:

$$P_{FV} \approx 80kW$$

1.1.4.- DISEÑO Y CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN MEDIANTE PVSYS.

Una vez determinada la potencia pico a obtener, mediante el software PVSYS se procede a determinar la configuración óptima para lograr, de forma más eficiente, dicha potencia de autoconsumo.



1.1.4.1.- DEFINICIÓN DE LA LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.

El primer paso a la hora de realizar un diseño con PVSYS es definir el punto de localización geográfico donde se encuentran las instalaciones en estudio.

Esto se realiza con la herramienta PVGIS. Accediendo desde internet a su página principal, permite situar en un mapa la localización de las instalaciones a estudiar.

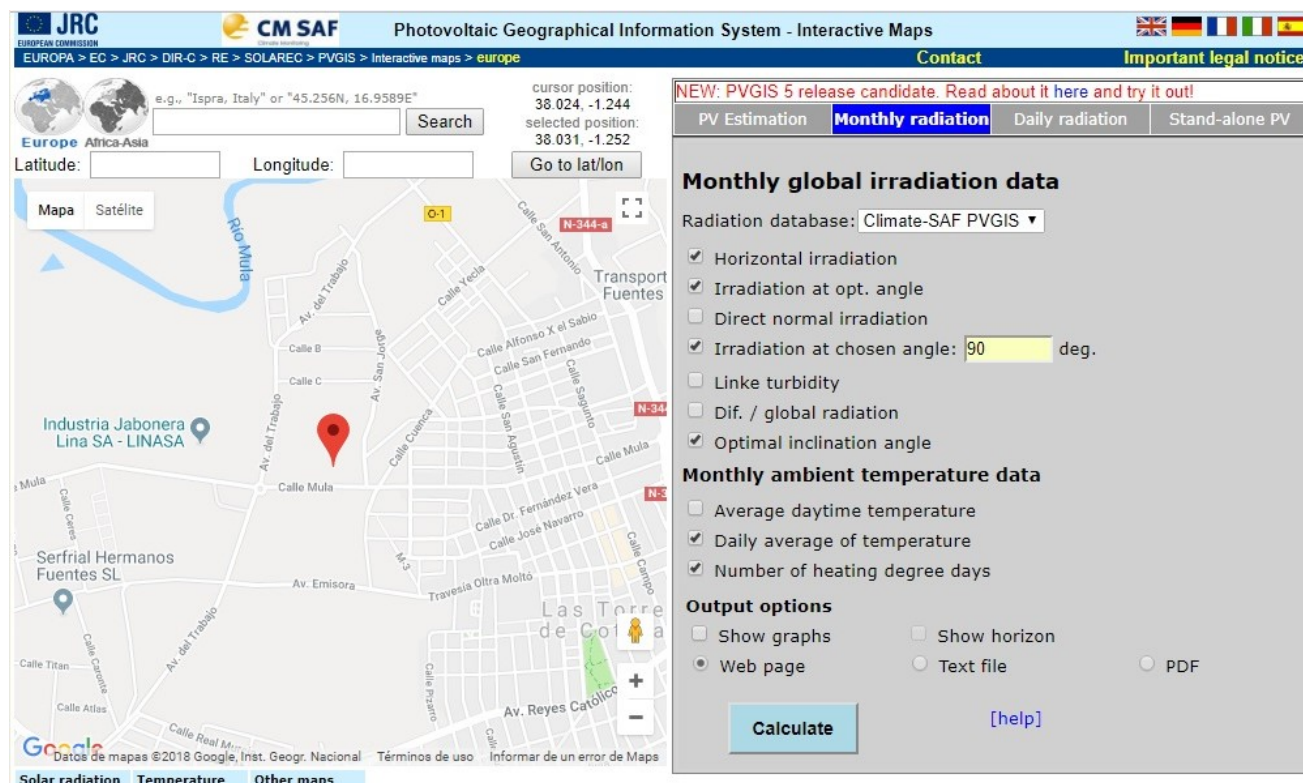


Figura 2. Menú de inicio de PVGIS.

Como se observa, primeramente se sitúan las instalaciones de Tarbal Foods en un mapa, para después elegir los parámetros que se desea conocer en la pestaña radiación mensual. En este caso, se necesitará conocer como mínimo la irradiación horizontal, la irradiación en ángulo óptimo, la irradiación perpendicular, el ángulo de inclinación de las placas óptimo y la temperatura media diaria.

Clicando en calcular, la página ofrece los datos de la siguiente forma:



Monthly Solar Irradiation

PVGIS Estimates of long-term monthly averages

Location: 38°1'53" North, 1°15'8" West, Elevation: 101 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Optimal inclination angle is: 34 degrees
Annual irradiation deficit due to shadowing (horizontal): 0.0 %

Month	H_h	H_{opt}	$H(90)$	I_{opt}	T_{24h}	N_{DD}
Jan	2560	4360	4420	63	10.7	183
Feb	3420	5070	4500	55	10.9	136
Mar	4970	6170	4440	42	13.1	67
Apr	5760	6150	3320	25	16.2	22
May	6860	6550	2670	13	19.3	1
Jun	7760	7020	2320	4	23.2	0
Jul	7840	7270	2530	8	26.1	0
Aug	6800	6980	3280	20	26.5	0
Sep	5180	6120	3960	36	23.2	2
Oct	3990	5520	4550	50	19.6	20
Nov	2750	4470	4350	60	14.7	142
Dec	2220	3930	4110	65	11.4	186
Year	5020	5810	3700	34	17.9	759

H_h : Irradiation on horizontal plane (Wh/m²/day)
 H_{opt} : Irradiation on optimally inclined plane (Wh/m²/day)
 $H(90)$: Irradiation on plane at angle: 90deg. (Wh/m²/day)
 I_{opt} : Optimal inclination (deg.)
 T_{24h} : 24 hour average of temperature (°C)
 N_{DD} : Number of heating degree-days (-)

Figura 3. Datos ofrecidos por PVGIS para introducir en PVSYSY.

Copiando en un bloc de notas los datos, para introducirlos en PVSYSY es necesario acceder a la opción "base de datos" de su menú principal. Accediendo a la pestaña "lugares geográficos" se podrá insertar los datos obtenidos de PVGIS y así registrar el lugar geográfico deseado.

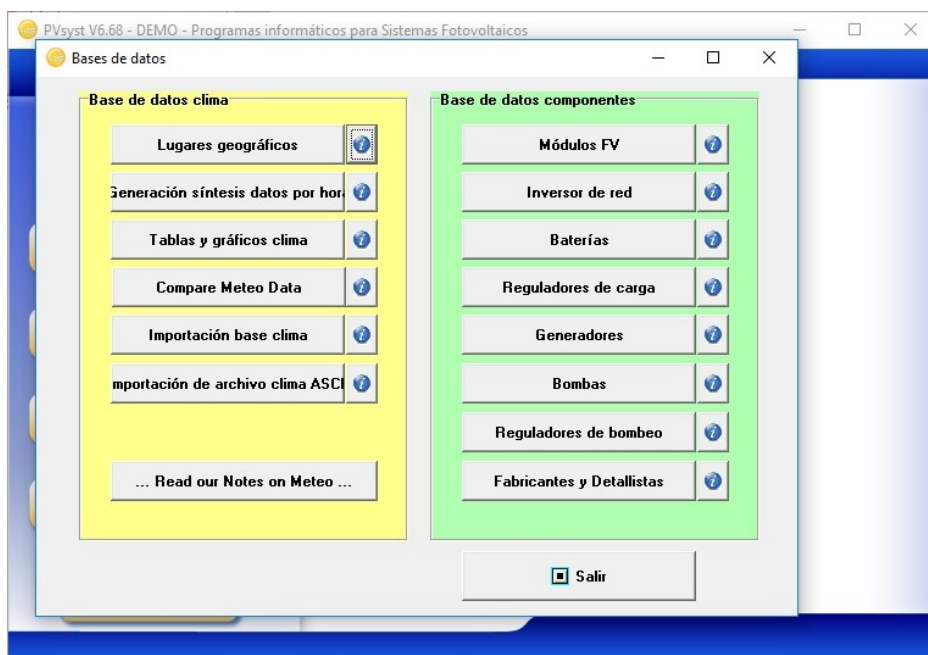


Figura 4. Importación de datos de PVGIS a PVSYST.

1.1.4.2.- CONFIGURACIÓN Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

Se está en condiciones ya de realizar el diseño de la instalación fotovoltaica, así como determinar la configuración óptima para alcanzar la generación energética deseada.

El primer paso consiste determinar qué tipo de instalación se pretende hacer. Las alternativas, según el tipo de conexión, son:

- a) *Instalación aislada*: aquella en la que no existe en ningún momento capacidad física de conexión eléctrica con la red de transporte o distribución, ni directa ni indirectamente a través de una instalación propia o ajena.
- b) *Instalación conectada a la red*: aquella instalación de generación conectada en el interior de una red de un consumidor, que comparte infraestructuras de conexión a la red con un consumidor o que esté unida a éste a través de una línea directa y que tenga o pueda tener, en algún momento, conexión eléctrica con la red de transporte o distribución.

En este caso, se pretende trabajar con la red y la generación fotovoltaica en paralelo, por lo que se tendrá una instalación conectada a red.

A continuación, es necesario realizar una inspección de la superficie de las cubiertas de las naves, susceptibles de acoger módulos fotovoltaicos. Para ello, mediante el software Sketchup, se ha elaborado un modelo 3D de toda la parcela, con el fin de poder medir superficies fácilmente, y para realizar el estudio de sombras posterior. La Figura 5 muestra el modelo creado a partir de datos de medidas de las naves, facilitados por la empresa promotora.

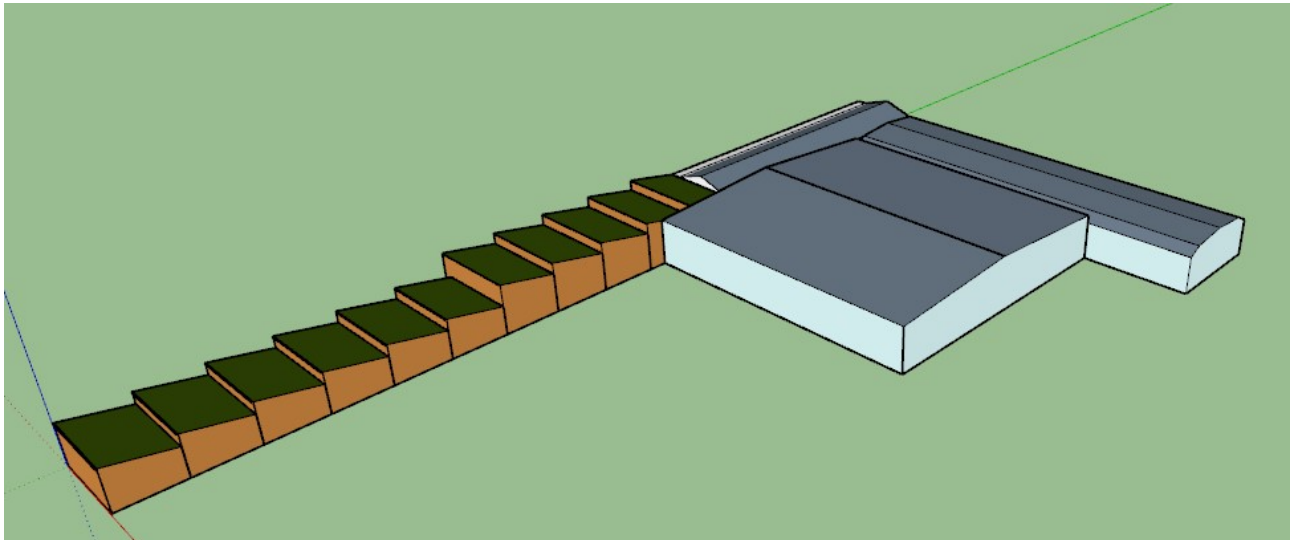


Figura 5. Modelo 3D de las naves de Tarbal Foods.

Como se observa, hay mucha superficie disponible para ubicar los módulos fotovoltaicos. Pero se ha de seleccionar aquellas superficies cuya orientación favorezca lo máximo posible la generación energética.

La orientación idónea, en el hemisferio norte, es SUR, ya que de esta forma los módulos están recibiendo luz solar durante todo el día.

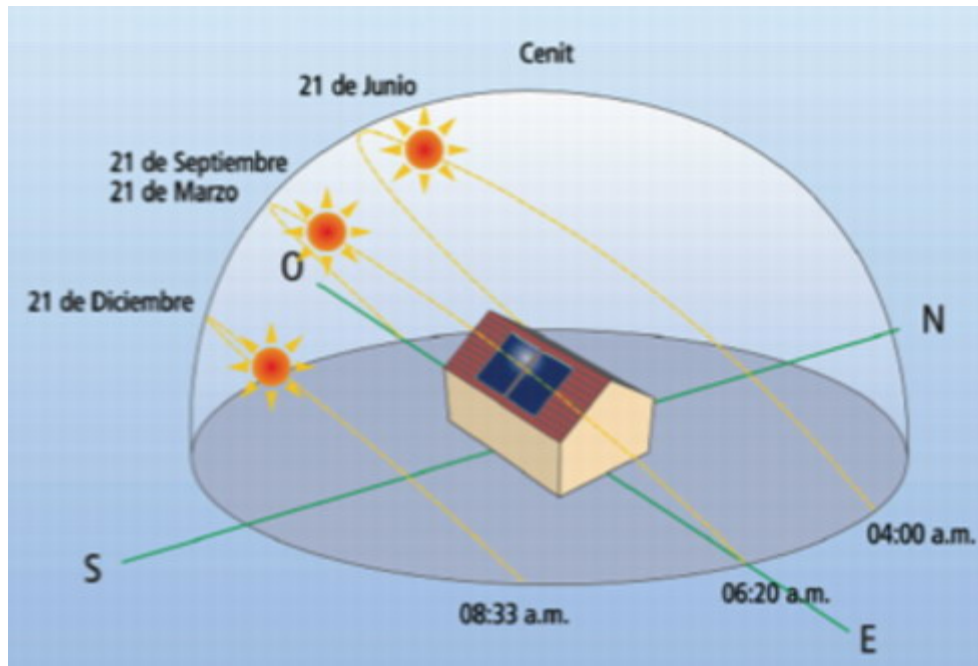


Figura 6. Trayectoria solar anual en el hemisferio norte.

Observando las superficies disponibles, se cuenta con una cubierta orientada a sur, y es la de la nave central, tal y como se muestra en la Figura 7.

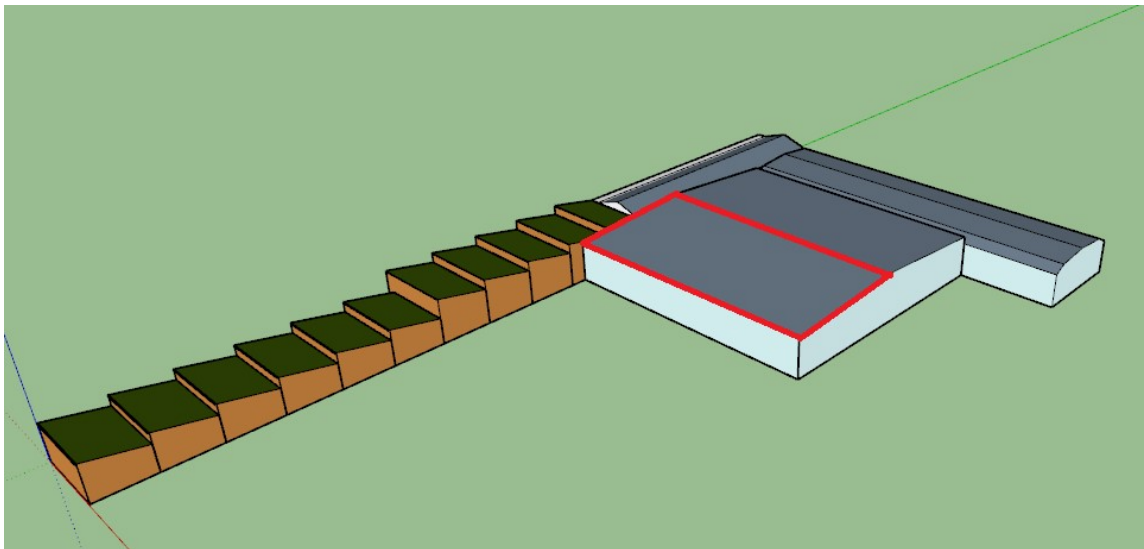


Figura 7. Superficie con orientación sur para instalación de módulos.

Se dispone, por lo tanto, de cubierta con orientación idónea para instalación de placas se tienen 1430,54 m².

Teniendo constancia ya de la superficie de que se dispone, se procede ya a utilizar PVSYS. Habiéndose registrado el punto geográfico en cuestión, como se detalló en el apartado anterior, el menú principal del programa descompone el proceso de diseño en los siguientes apartados:

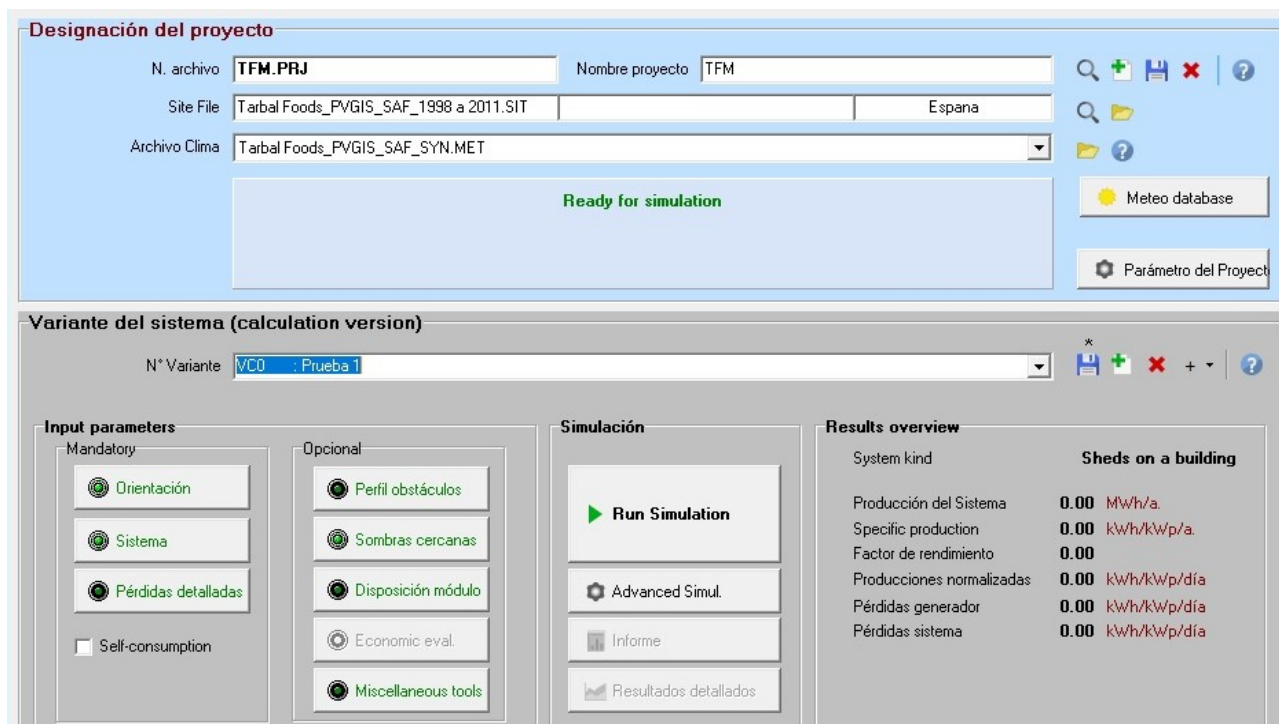


Figura 8. Menú principal de diseño en PVSYS.

- **Orientación.** Con esta opción el programa permite establecer la orientación de los módulos fotovoltaicos, es decir, su inclinación en el plano. El programa permite introducir el valor deseado de orientación en grados, y éste ofrece un valor porcentual de pérdidas energéticas respecto del valor de orientación óptimo. Además, permite realizar esta selección en tres modos de funcionamiento: suponiendo funcionamiento anual, suponiendo funcionamiento solo para meses de primavera-verano, y para meses de otoño-invierno. También permite escoger entre módulos fijos o con seguidores.

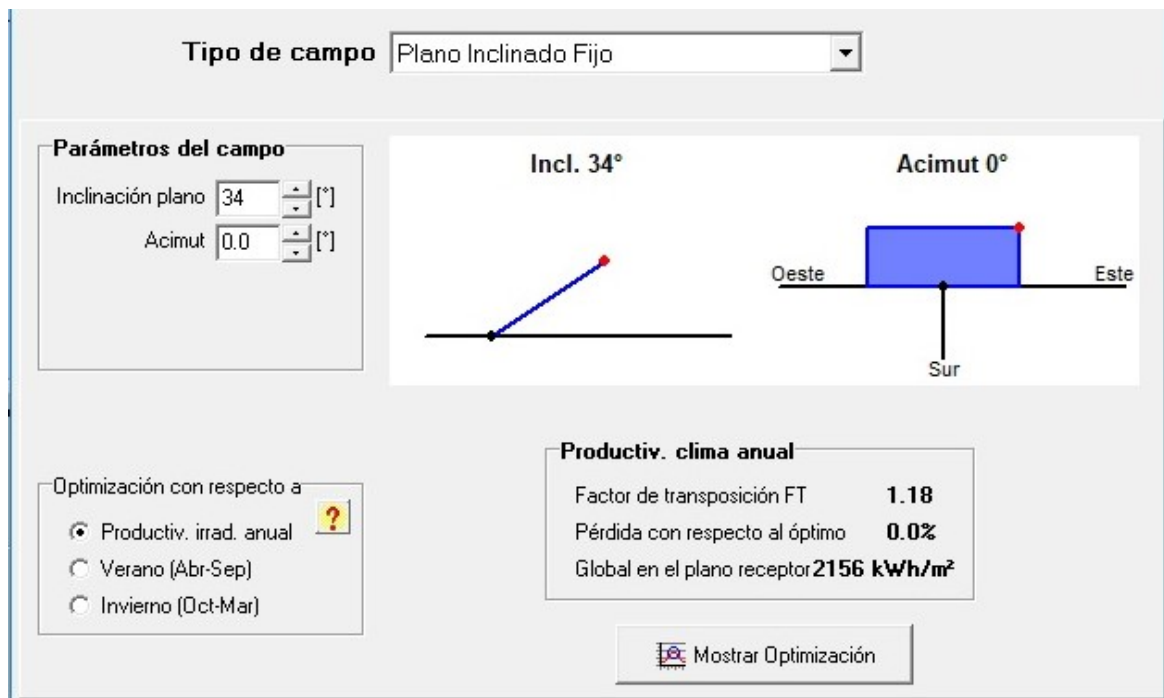


Figura 9. Opciones de orientación de módulos en PVSYS.

Para el caso del presente proyecto, se utilizarán placas fijas y suponiendo funcionamiento anual. Además, de la base de datos de la aplicación de PVGIS se obtiene el valor óptimo orientación para el huso horario en cuestión, siendo este de 34° de inclinación. Con este valor se obtiene una pérdida media del 0% (valor óptimo para funcionamiento anual).

- **Sistema.** Este es el apartado más importante, en el que se determinará tanto el número, tipo y potencia de las placas, así como de inversores. En la siguiente figura se muestra un extracto de la configuración realizada:

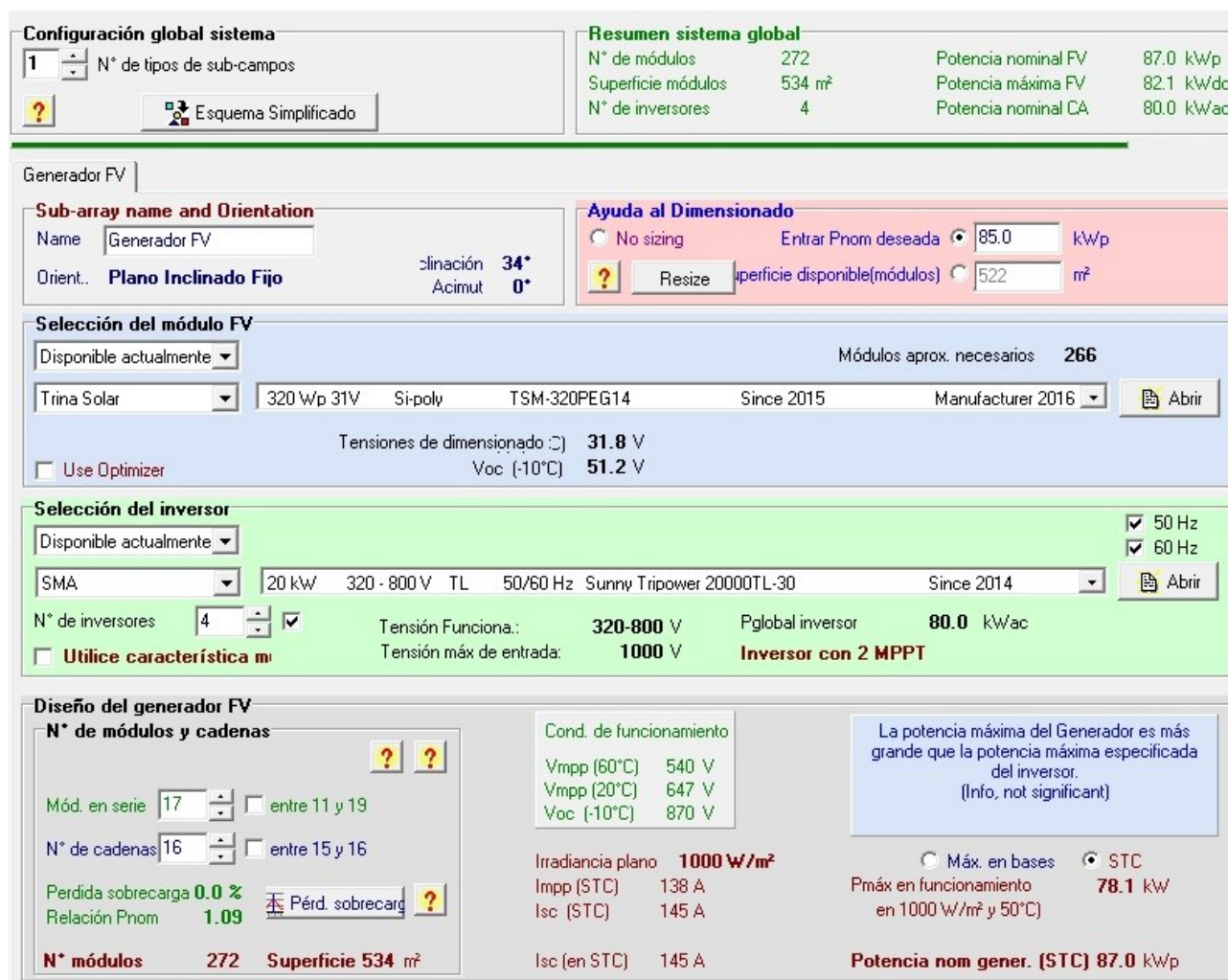


Figura 10. Configuración para la instalación fotovoltaica.

Como se vio en el apartado 1.2, la potencia pico que se persigue generar es de 80 kW. PVSYS ofrece una herramienta de ayuda al dimensionado, en la que aporta un valor aproximado de los parámetros si se introduce la potencia pico que se desea. En este caso, al tratarse de potencia pico, se sobredimensiona ligeramente el valor nominal, por lo que se introducirán 85 kWp.

A continuación, se procede a realizar la configuración inversores-nº de módulos. Esta es la etapa clave del diseño, puesto que es donde se buscará reducir al máximo el número de módulos a fin de tener una instalación lo más económica posible.

El problema radica en cumplir con los valores de tensión de vacío (Voc) e intensidad de cortocircuito (Isc) máximos que el inversor es capaz de soportar. Ello dependerá del número de cadenas de módulos en paralelo, y del número de módulos por cadena. Para ver esto, véase la siguiente explicación.



La siguiente gráfica muestra la curva de funcionamiento tensión-intensidad de cada módulo fotovoltaico:

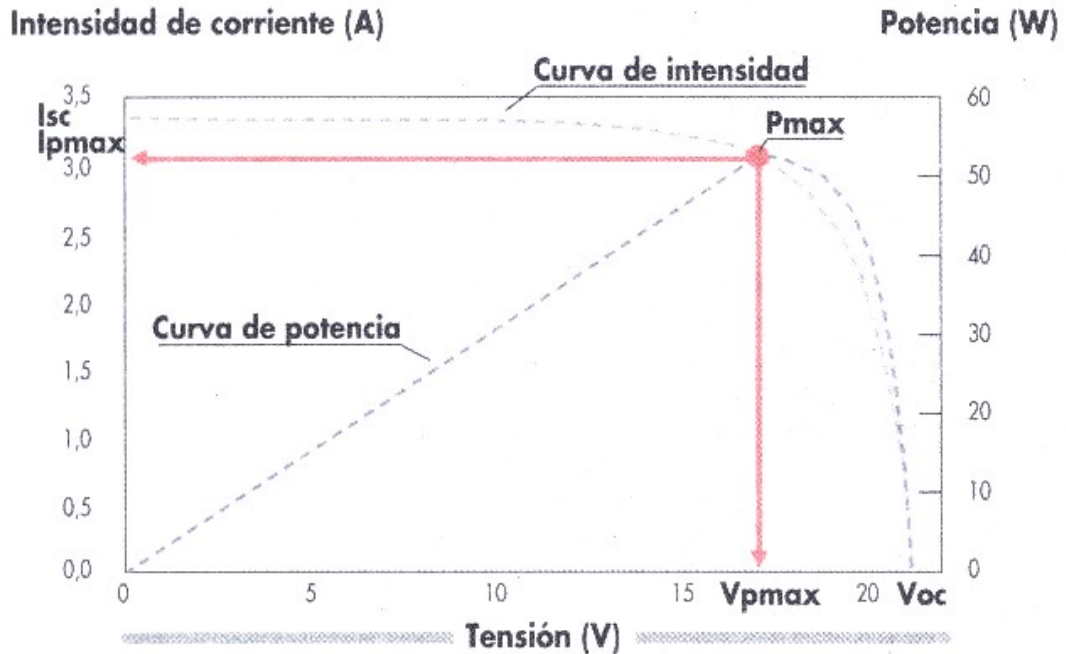


Figura 11. Curva I-V de un panel fotovoltaico para 1000 W/m^2 , 25°C .

Como se observa, en esta curva vienen representados los valores de la tensión de vacío e intensidad de cortocircuito, así como el punto de máxima potencia (P_{max}). Además, la curva de intensidad se desplaza a lo largo del día, en función de la radiación solar que las placas reciben y conforme varía la temperatura. No obstante, el inversor está diseñado para hacer trabajar a los módulos siempre en el punto de máxima potencia.

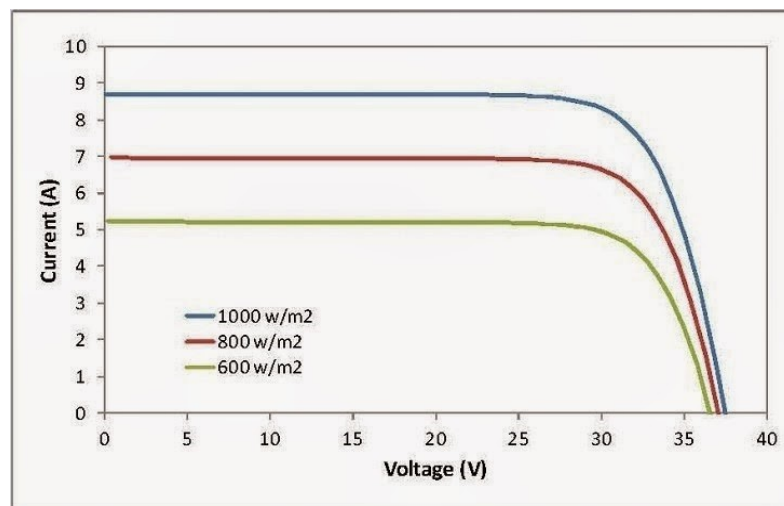


Figura 12. Distintas curvas I-V según la irradiación recibida.

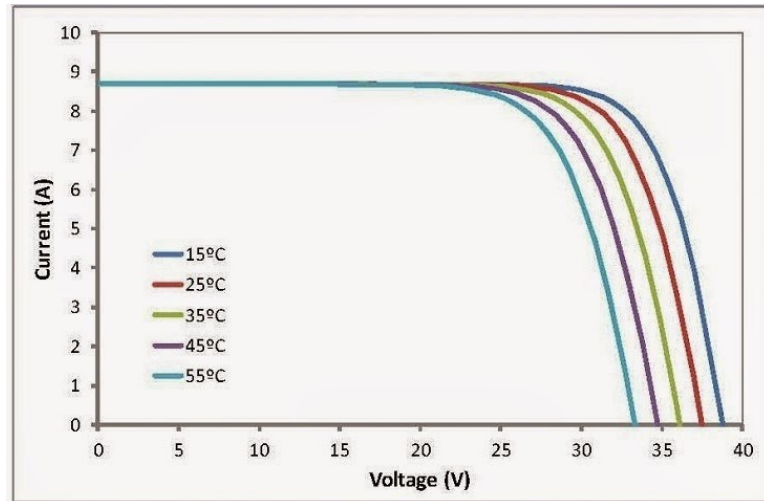


Figura 13. Distintas curvas I-V según la temperatura alcanzada.

Ahora bien, supóngase una instalación con un único inversor, aguas debajo de un número "n" de cadenas de módulos, y a su vez un número "m" de módulos por cadena, tal y como se observa en la siguiente figura.

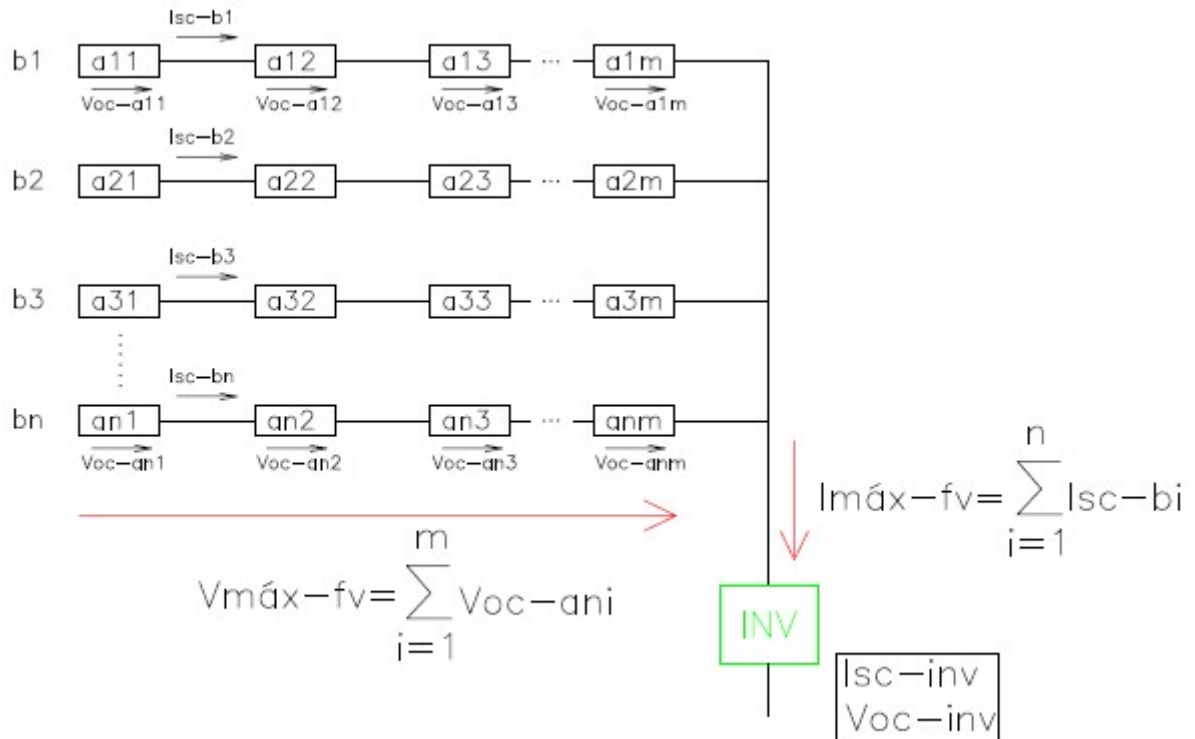


Figura 14. Esquema de n cadenas con m módulos por cadena

Suponiendo que todos los módulos sean iguales, la intensidad de cortocircuito máxima de la instalación será la suma de la que se tiene en cada cadena. Por otro lado, la tensión de vacío máxima será la suma de la tensión de vacío de cada módulo.

El inversor ha de ser capaz de resistir dichos valores, por lo que es evidente, por tanto, que se han de cumplir las siguientes relaciones:

$$I_{SC-INV} \geq I_{m\acute{a}x-FV}$$

$$V_{OC-INV} \geq V_{m\acute{a}x-FV}$$

En conclusión, el problema de diseño radicar\á primero en establecer el número de inversores de la instalación, cuya potencia total nominal ha de ser la deseada, en este caso, 80 kW. Una vez establecido el número de inversores, se procede a definir el número de cadenas de módulos, y de módulos por cadena, de forma que se cumplan las relaciones anteriores.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las características de la instalación en estudio, tras una serie de simulaciones de distintas configuraciones.

INVERSORES	
Nº de inversores	4
Potencia por inversor	20 kW
Modelo de inversor	SMA-Sunny Tripower 20000TL-30
MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	
Potencia unitaria	320 W
Número total de módulos	272
Modelo	Trina Solar-TSM320PEG14
Superficie ocupada	534 m ²
CADENAS	
Nº de cadenas	16
Nº de módulos por cadena	17
Potencia total de la instalación	87 kWp

Tabla 5. Resumen de parámetros del diseño de la instalación fotovoltaico.

Como se observa, se tendrán 4 inversores de 20 kW cada uno. Además, nótese que la potencia pico de la instalación excede los 85 kWp introducidos en el prediseño. El software permite ejecutar simulaciones con una potencia de inversores ligeramente inferior a la potencia pico introducida como parámetro de "Ayuda al Dimensionado", siempre y cuando se trate de una cantidad no significativa.





Figura 15. Modelo de inversor de SMA seleccionado.

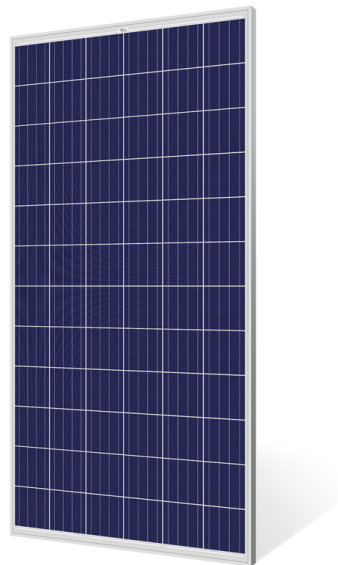


Figura 16. Modelo de célula fotovoltaica seleccionado de Trina Solar.

- **Pérdidas detalladas.** Para la presente simulación no se ha entrado en determinar pérdidas a un alto nivel de detalle. Las únicas pérdidas que se han considerado, además de las que PVSYST ya contempla por defecto, son por polvo y suciedad, que se han estimado en un 3% de la energía producida anualmente.

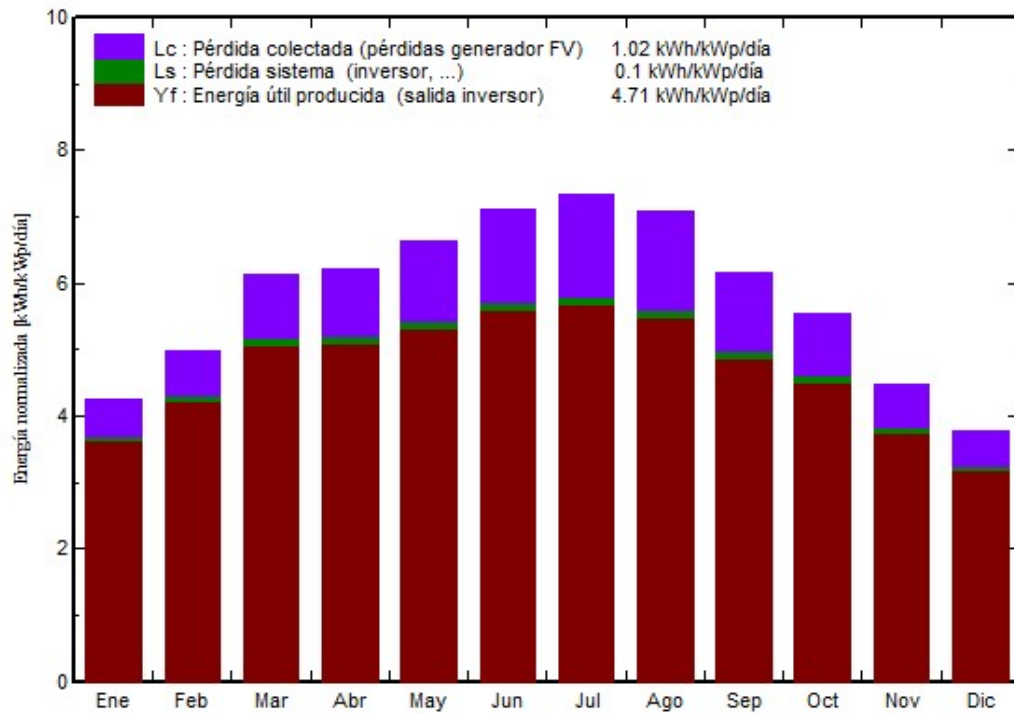


Figura 17. Producciones normalizadas (por kWp instalado): potencia nominal de 87 kWp

Como se observa, se han agrupado las pérdidas en dos grandes grupos: pérdidas del generador fotovoltaico, y pérdidas del sistema (resto de elementos). En la siguiente figura se puede observar el diagrama de flujo energético de la instalación.

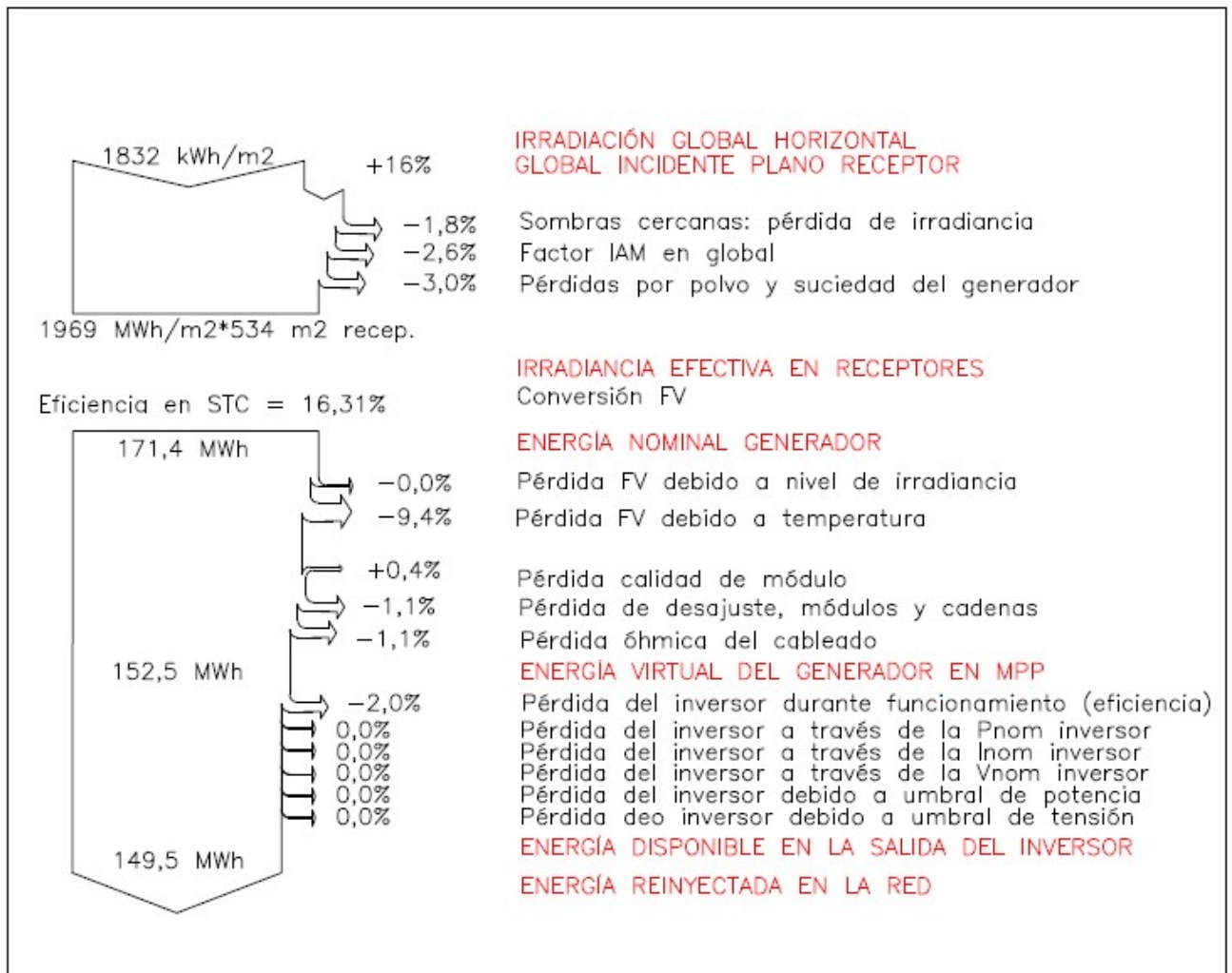


Figura 18. Diagrama de Sankey de la instalación.

Como se aprecia, las mayores pérdidas que se darán en la instalación se deberán a la temperatura. Es por ello que conforme va avanzando el día, la eficiencia de los módulos cae por calentamiento de estos.

Realizando un gráfico con el promedio de eficiencia por meses:

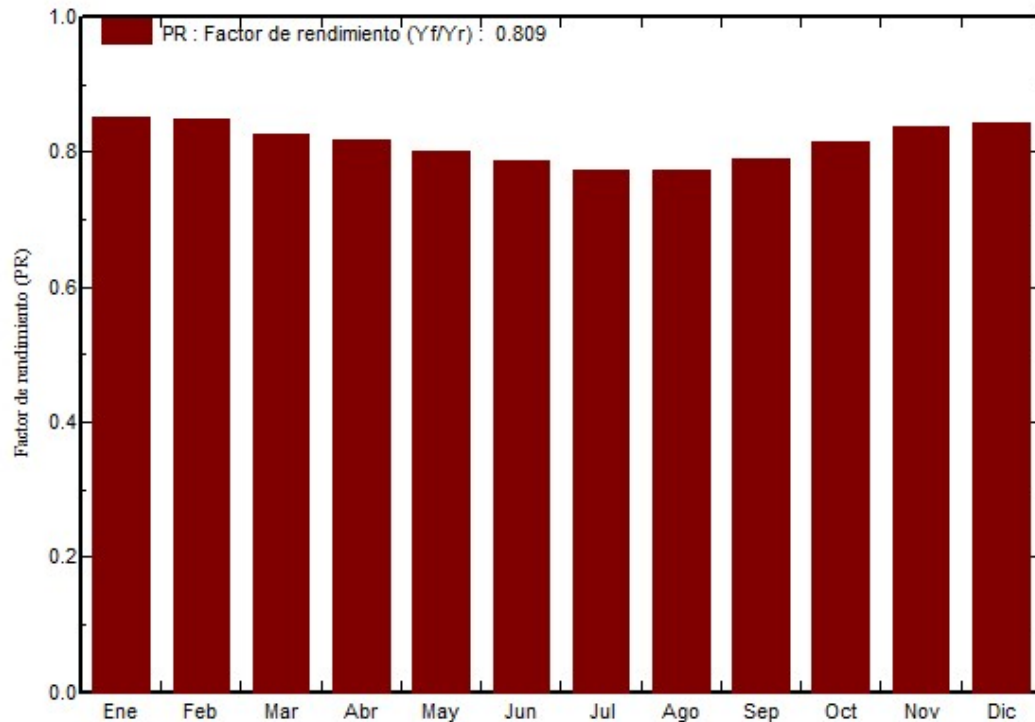


Figura 19. Factor de rendimiento PR

Como era de esperar por lo anteriormente expuesto, en los meses más calurosos es donde menos eficiencia se tiene.

- **Sombras cercanas.** Para finalizar el proceso de dimensionado de la instalación fotovoltaica, el último paso es determinar la configuración espacial de los módulos. Como se determinó en apartados anteriores, se necesitarán 272 placas, y una superficie de 534 m². Mediante esta herramienta, se construirá un modelo 3D de las naves, y sobre ellas se determinará la superficie deseada sobre la que se espera situar las placas.

El software se encargará de distribuir los módulos de forma proporcional. En la siguiente figura se observa el resultado obtenido. En el documento "Planos" se puede observar la distribución de cadenas y el cosido de los módulos.

También se puede observar en la Tabla 6 los valores del coeficiente de sombreado en función de la altura del Sol y de los grados de acimut de los módulos.

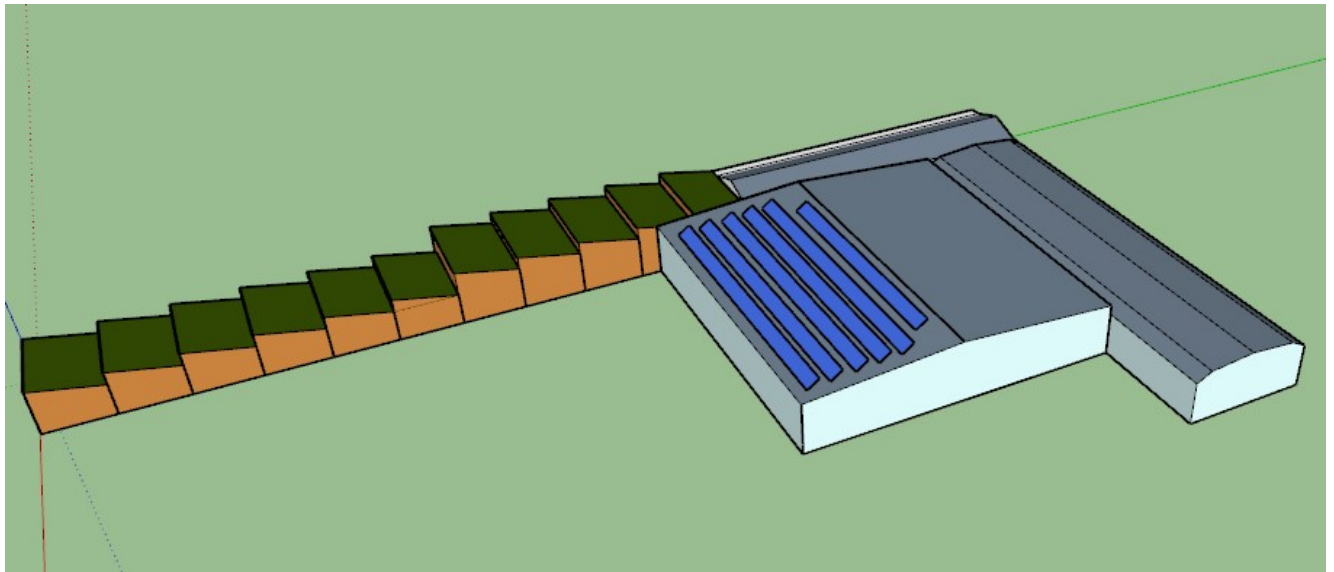


Figura 20. Modelo 3D de la situación de los generadores fotovoltaicos.

Acimut	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	
Altura																				
90°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20°	Atrás	Atrás	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.111	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	Atrás	Atrás
10°	Atrás	Atrás	Atrás	0.000	0.000	0.000	0.019	0.163	0.232	0.254	0.232	0.164	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	Atrás	Atrás	Atrás
2°	Atrás	Atrás	Atrás	Atrás	0.000	0.142	0.401	0.480	0.516	0.533	0.516	0.482	0.403	0.143	0.000	Atrás	Atrás	Atrás	Atrás	Atrás

Tabla 6. Factor de sombreado lineal.

La tabla anterior muestra, mediante un coeficiente, el grado de sombra por obstaculización entre placas que se genera en la instalación. Las celdas con “atrás” en color azul indican que la sombra es completa en la instalación, es decir, no llega a darle el sol en ningún momento del día, para esa combinación de acimut y altura solar.

1.1.5.- INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado se va a detallar la instalación eléctrica referente a la planta fotovoltaica, desde los módulos fotovoltaicos hasta el punto donde se inyectará la energía, especificando todas las secciones de los cables empleadas y definiendo las protecciones necesarias.

Como ya es sabido, la instalación en cuestión será considerada de autoconsumo tipo 1, por ser la generación menor de 100 kW, y conectada a la red.



Ahora bien, para el planteamiento del esquema eléctrico se ha seguido la documentación técnica de Iberdrola acerca de condiciones técnicas de las instalaciones de producción eléctrica conectadas a la red, en concreto, el MT 3.53.01.

Según este manual, el esquema unifilar típico propuesto para una instalación con características similares a la del presente proyecto es el mostrado en la Figura X.

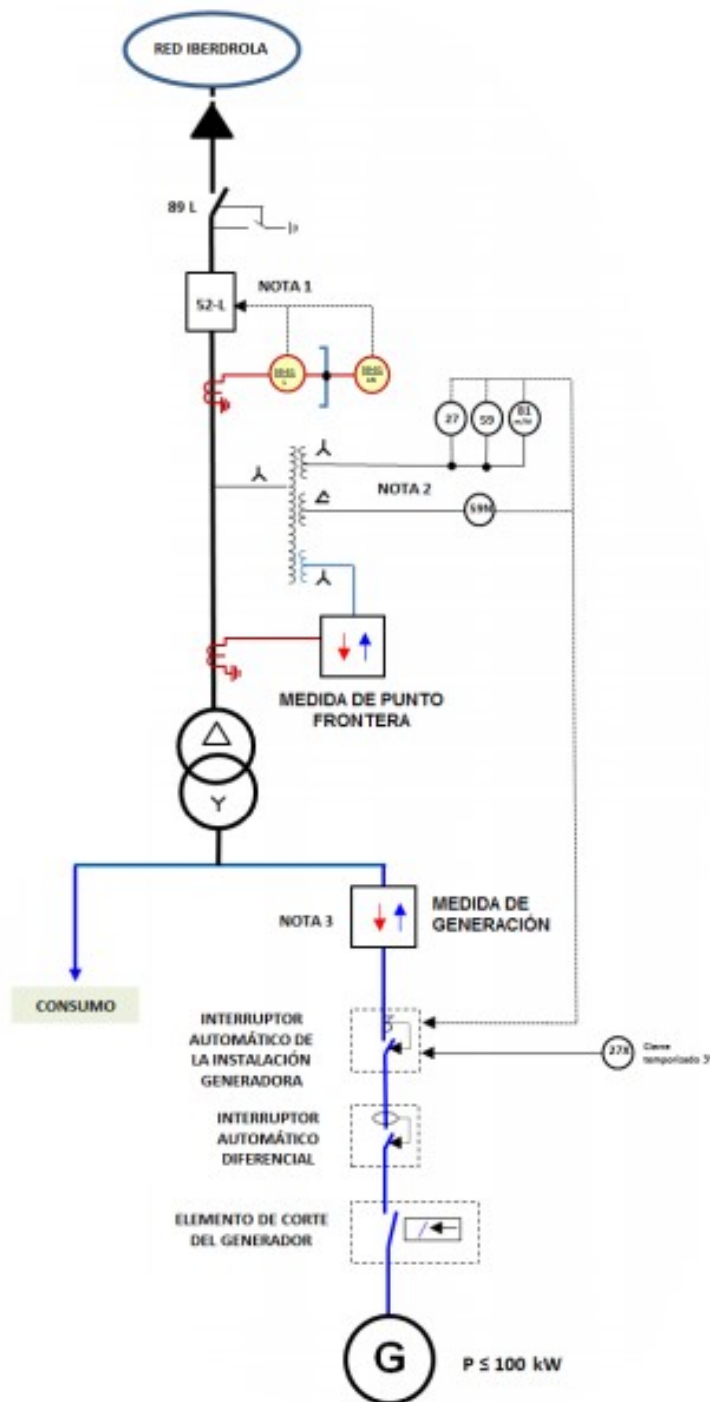


Figura 21. Esquema unifilar típico para instalaciones de autoconsumo tipo 1, conectadas a red >1kV y con potencia de generación <100 kW.



Por otro lado, según el artículo 7.1, es posible sustituir todas las protecciones en el lado de alta tensión por lo que se conoce como un **sistema antivertido**.

Dicho sistema tiene la función de evitar en todo momento que se inyecte energía a la red, de manera que la instalación en su conjunto funcione en todo momento como consumidor. Cuenta también con un sistema de comunicación que permite el acceso web a la telediagnóstico y al sistema de monitorización de la planta solar FV.

El antivertido se consigue con dos equipos principales, el dispositivo de vertido cero (Prisma 310A, de Real Energy Systems) y la unidad de comunicación con los inversores (Cluster Controller, de SMA). El primero, Prisma 310A, evalúa los parámetros de la energía eléctrica aguas arriba de la instalación que se pretende alimentar y el segundo, Cluster Controller, gestiona la generación mediante los inversores. Además de estos dos equipos, el sistema antivertido requiere otros aparatos auxiliares para su funcionamiento, tales como fuentes de alimentación, switch, adaptadores de señal, etc.

Así mismo ha de estar certificado según la norma UNE 217001 IN, y debe detectar si se produce funcionamiento en isla.

Con todo ello, el esquema unifilar con todas las protecciones y secciones de cables, se muestra en el documento "Planos".

1.1.6.- EVALUACIÓN ECONÓMICA Y VIABILIDAD DEL PROYECTO.

El último paso de todo el apartado de instalación fotovoltaica del presente proyecto consiste en realizar un breve estudio económico para determinar la viabilidad del mismo.

- En primer lugar, es necesario obtener la generación energética de la instalación fotovoltaica. Para ello, PVSYST ofrece los kWh totales generados para cada hora y para cada mes. La siguiente tabla se ha obtenido partiendo de la citada ofrecida por el software, pero recalculándola para obtener una media de producción diaria por horas, dando como resultado final la generación total para ese día tipo.

TOTAL	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00
Enero								513	1080	1.413	1.543	1.522	1.503	1.252	762	196								
Febrero							143	653	1094	1.394	1.532	1.533	1.432	1.197	884	427	10							
Marzo						15	418	993	1.432	1.715	1.830	1.858	1.777	1.570	1.200	695	178							
Abril						157	601	1039	1.387	1.637	1.703	1.771	1.641	1.398	1.084	656	225	2						
Mayo					36	265	736	1.190	1.511	1.774	1.747	1.819	1.725	1.472	1.121	688	246	37						
Junio					52	229	701	1.153	1.505	1.727	1.832	1.833	1.732	1.526	1.195	764	298	64						
Julio					34	205	686	1.180	1.559	1.803	1.925	1.934	1.83	1.623	1.289	844	342	66						
Agosto					1	180	649	1150	1.544	1.804	1.881	1.888	1.797	1.582	1.238	781	290	23						
Septiembre						130	588	1050	1.394	1.616	1.696	1.701	1.556	1.316	983	571	120							
Octubre						6	530	1071	1.468	1.664	1.725	1.696	1.540	1.269	862	353	1							
Noviembre							283	786	1147	1.411	1.553	1.515	1.392	1.081	610	43								
Diciembre							3	439	973	1.318	1.435	1.430	1.384	1.113	511	2								

Tabla 7. Tabla dada por PVSYST. Generación mensual en cada hora.

La tabla anterior es la calculada por el software, para la configuración descrita en apartados anteriores. La siguiente tabla, como se ha mencionado, muestra la generación en cada hora para un día típico de cada mes. Para ello se ha calculado una media mensual para cada hora, sabiendo los días que tiene cada mes.

TOTAL	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	DIAS MES	FESTIVOS	NO FEST	PRODUCCIÓN DIARIA DIA TIPO
Enero	0	0	0	16548,387	34838,71	45580,645	49774,194	49096,774	48483,871	40387,097	24580,645	6322,5806	0	0	31	10	21	315612,9032
Febrero	0	0	4931,0345	22517,241	37724,138	48068,966	52827,586	52862,069	49379,31	41275,862	30482,759	14724,138	344,82759	0	29	8	21	355137,931
Marzo	0	483,87097	13483,871	32032,258	46193,548	55322,581	59032,258	59935,484	57322,581	50645,161	38709,677	22419,355	5741,9355	0	31	10	21	441322,5806
Abril	0	5233,3333	20033,333	34633,333	46233,333	54566,667	56766,667	59033,333	54700	46600	36133,333	21866,667	7500	66,666667	30	10	20	443366,6667
Mayo	1161,2903	8548,3871	23741,935	38387,097	48741,935	57225,806	56354,839	58677,419	55645,161	47483,871	36161,29	22193,548	7935,4839	1193,5484	31	9	22	463451,6129
Junio I	1733,3333	7633,3333	23366,667	38433,333	50166,667	57566,667	61066,667	61100	57733,333	50866,667	39833,333	25466,667	9933,3333	2133,3333	15	4	11	487033,3333
Junio II	1733,3333	7633,3333	23366,667	38433,333	50166,667	57566,667	61066,667	61100	57733,333	50866,667	39833,333	25466,667	9933,3333	2133,3333	15	4	11	487033,3333
Julio	1096,7742	6612,9032	22129,032	38064,516	50290,323	58161,29	62096,774	62387,097	5903,2258	52354,839	41580,645	27225,806	11032,258	2129,0323	31	10	21	441064,5161
Agosto	32,258065	5806,4516	20935,484	37096,774	49806,452	58193,548	60677,419	60903,226	57967,742	51032,258	39935,484	25193,548	9354,8387	741,93548	31	9	22	477677,4194
Septiembre	0	4333,3333	19600	35000	46466,667	53866,667	56533,333	56700	51866,667	43866,667	32766,667	19033,333	4000	0	30	8	22	424033,3333
Octubre	0	193,54839	17096,774	34548,387	47354,839	53677,419	55645,161	54709,677	49677,419	40935,484	27806,452	11387,097	32,258065	0	31	11	20	393064,5161
Noviembre	0	0	9433,3333	26200	38233,333	47033,333	51766,667	50500	46400	36033,333	20333,333	1433,3333	0	0	30	9	21	327366,6667
Diciembre	0	0	96,774194	14161,29	31387,097	42516,129	46290,323	44645,161	35903,226	16483,871	64,516129	0	0	0	31	11	20	277677,4194

Tabla 8. Generación para un día típico de cada mes, todo en Wh.

Se han eliminado las columnas referentes al tramo horario nocturno, dado que evidentemente la generación va a ser nula en él. La última columna representan los Wh totales para un día típico del mes.



- Una vez determinada la energía que genera la instalación, se calcula la producción anual. Tras esto, y conociendo el precio del kWh por periodo, es posible calcular el ahorro anual.

En la siguiente tabla se han calculado los Wh generados mensuales por periodos:

PRODUCCIÓN ANUAL Wh					
MES	DIAS MES	Wh/PERIODO*MES			TOTAL Wh/MES
		P1	P2	P3	
Enero	31	0,00	9271000,00	513000,00	9784000,00
Febrero	29	0,00	9503000,00	796000,00	10299000,00
Marzo	31	0,00	12255000,00	1426000,00	13681000,00
Abril	30	6513000,00	4991000,00	1797000,00	13301000,00
Mayo	31	6763000,00	5377000,00	2227000,00	14367000,00
Junio-I	15	3461500,00	2776500,00	1067500,00	7305500,00
Junio-II	15	3461500,00	2776500,00	1067500,00	7305500,00
Julio	31	5665000,00	5903000,00	2105000,00	13673000,00
Agosto	31	7148000,00	5680000,00	1980000,00	14808000,00
Septiembre	30	6269000,00	4684000,00	1768000,00	12721000,00
Octubre	31	6230000,00	4348000,00	1607000,00	12185000,00
Noviembre	30	0,00	8752000,00	1069000,00	9821000,00
Diciembre	31	0,00	8166000,00	442000,00	8608000,00
TOTAL		45511000,00	84483000,00	17865000,00	147859000,00
					147,86 MWh

Tabla 9. Generación total mensual por periodos, en Wh.

Y conociendo lo que cuesta el kWh, se obtiene el ahorro anual:

PRECIOS TARIFA			
PERIODO	P1	P2	P3
PRECIO €/kWh	0,098025	0,087801	0,076669

Tabla 10. Precio del kWh por periodo.



AHORRO ANUAL €				
MES	€/PERIODO*MES			TOTAL €/MES
	P1	P2	P3	
Enero	0,00	814,00	39,33	853,33
Febrero	0,00	834,37	61,03	895,40
Marzo	0,00	1076,00	109,33	1185,33
Abril	638,44	438,21	137,77	1214,43
Mayo	662,94	472,11	170,74	1305,79
Junio-I	339,31	243,78	81,84	664,94
Junio-II	339,31	243,78	81,84	664,94
Julio	555,31	518,29	161,39	1234,99
Agosto	700,68	498,71	151,80	1351,20
Septiembre	614,52	411,26	135,55	1161,33
Octubre	610,70	381,76	123,21	1115,66
Noviembre	0,00	768,43	81,96	850,39
Diciembre	0,00	716,98	33,89	750,87
TOTAL €/PERIODO	4461,22	7417,69	1369,69	13248,60

Tabla 11. Ahorro anual, en euros.

Al final del año, se produce un ahorro de **13248,60 euros**.

- Finalmente, se calcula la amortización de la instalación, es decir, el tiempo en el que el sistema empezaría a ser rentable.

Para ello, no se va a realizar el cálculo partiendo del coste de la instalación. Lo que se hará es obtener una relación de €/Wp, resultado del ahorro anual acumulado y los Wp que genera la instalación. Para el cálculo se han tenido en cuenta los siguientes impuestos:

Incremento anual previsto	2%
Impuesto electricidad	5,11%
IVA	21%

Tabla 12. Impuestos considerados.

Y la relación antes mencionada será:

$$\text{Coste}_{Inst} = \frac{\text{Ahorro}_{Acumulado}}{87 \cdot 10^3 \text{Wp}_{generados}}$$

Así, cuando Coste_Inst sea mayor de uno, se puede decir que la instalación comienza a ser rentable.

En la siguiente tabla se muestra la amortización calculada para 10 años.

	P1	P2	P3	ANUAL	CON IMPTO ELECTRICIDAD	CON IVA	AHORRO ACUMULADO	COSTE INSTALACIÓN
AÑO 1	4.461,22 €	7.417,69 €	1.369,69 €	13.248,60 €	13.925,60 €	16.849,98 €	16.849,98 €	0,19 €/Wp
AÑO 2	4.550,44 €	7.566,05 €	1.397,09 €	13.513,57 €	14.204,11 €	17.186,98 €	34.036,96 €	0,39 €/Wp
AÑO 3	4.641,45 €	7.717,37 €	1.425,03 €	13.783,84 €	14.488,20 €	17.530,72 €	51.567,68 €	0,59 €/Wp
AÑO 4	4.734,28 €	7.871,71 €	1.453,53 €	14.059,52 €	14.777,96 €	17.881,33 €	69.449,01 €	0,80 €/Wp
AÑO 5	4.828,96 €	8.029,15 €	1.482,60 €	14.340,71 €	15.073,52 €	18.238,96 €	87.687,97 €	1,01 €/Wp
AÑO 6	4.925,54 €	8.189,73 €	1.512,25 €	14.627,52 €	15.374,99 €	18.603,74 €	106.291,71 €	1,22 €/Wp
AÑO 7	5.024,05 €	8.353,53 €	1.542,50 €	14.920,07 €	15.682,49 €	18.975,81 €	125.267,52 €	1,44 €/Wp
AÑO 8	5.124,53 €	8.520,60 €	1.573,35 €	15.218,48 €	15.996,14 €	19.355,33 €	144.622,85 €	1,66 €/Wp
AÑO 9	5.227,03 €	8.691,01 €	1.604,81 €	15.522,85 €	16.316,06 €	19.742,44 €	164.365,29 €	1,89 €/Wp
AÑO 10	5.331,57 €	8.864,83 €	1.636,91 €	15.833,30 €	16.642,38 €	20.137,29 €	184.502,57 €	2,12 €/Wp

Tabla 13. Amortización de la instalación

Como se puede observar, la relación de euros/Wp generados es mayor de 1 a partir de los **cinco años**.

1.2.- LÍNEA DE ALTA TENSIÓN

En este apartado se pretende abordar el sub proyecto número dos: cálculo de la línea de alta tensión necesaria para el abastecimiento de energía eléctrica de la compañía. Para ello, y procediendo de forma análoga al anterior sub proyecto, se abordarán primero todos los aspectos relacionados con la definición de la línea, llegando al máximo nivel de detalle, para después realizar todos los cálculos necesarios para su concepción.

Por otro lado, cabe destacar que el guion seguido para la redacción de la memoria del presente apartado se ha extraído de la ley de contenidos mínimos de la Región de Murcia, es decir, por 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.

1.2.1. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

En la redacción del presente proyecto se tendrá en cuenta la siguiente reglamentación:

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, y publicado en el BOE número 224, de 18 de Septiembre de 2002.
- Decreto-Ley nº 2/2016, de 20 de abril, de medidas urgentes para la reactivación de la actividad empresarial y del empleo a través de la liberalización y de la supresión de cargas burocráticas.
- Real decreto 1.955/2.000, 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.
- Resolución de 4 de noviembre de 2.002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por el que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2.002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología y Comercio, por la que se aportan medidas de normalización de la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos y Ordenanzas Municipales.



- Normas particulares de Normalización de IBERDROLA, S.A.U.

1.2.2.- DESCRIPCIÓN DE LA LA/SAT

1.2.2.1.- CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

La línea que se pretende instalar tendrá una tensión nominal de 20 kV, por lo que según el artículo 3 del RD. 223/2008, se clasifica como TERCERA CATEGORÍA.

Según el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT 07 del RD. 223/2008, la línea se ubicará en zona A puesto que no superará los 500 m de altitud sobre el nivel del mar.

La energía a transportar por la línea reunirá las siguientes características:

Frecuencia	:	50 Hz.
Corriente	:	Alterna III
Tensión nominal Un	:	20 kV
Tensión máxima Us	:	24 kV.

1.2.2.2.- POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO

La potencia máxima a transportar se corresponderá con la proyectada para el C.T. (objeto del presente proyecto), que será de 630 kVA.

1.2.3.- TRAZADO.

1.2.3.1.- PUNTOS DE ENTRONQUE Y FINAL DE LÍNEA.

Según indicaciones de la compañía suministradora, se fija el punto de entronque en apoyo nº 519105 de la Línea Aérea de Alta Tensión.

El final de la línea que nos ocupa estará en el C.T.ABONADO 630 kVA (a instalar), objeto del presente proyecto.

1.2.3.2.- LONGITUD.

La longitud del conductor correspondiente al tramo subterráneo será de 7,5 m, siendo la traza de la línea de con una traza de línea de 11,97 m.



1.2.3.3.- TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

Quedaré afectado el Término Municipal de Las Torres de Cotillas.

1.2.3.4.- RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.

Los cruzamientos serán los reflejados en planos, y se ajustarán a lo preceptuado en los artículos del Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

1.2.3.5.- RELACIÓN DE PROPIETARIOS AFECTADOS

Dado que el apoyo en el que se realiza el entronque se encuentra situado en la misma acera de la puerta de acceso a la compañía en cuestión, la única afectada será la propia Tarbal Food, S.L.

1.2.4. MATERIALES

Todos ellos serán de buena calidad adquiridos en los establecimientos del sector. El aislamiento de la instalación estará dimensionado, como mínimo, para la tensión más elevada de 24 kV. (Aislamiento pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 kg/m² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO₄Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 °C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

1.2.4.1.- CONDUCTORES

Para la línea a instalar, en tendido subterráneo enterrado bajo tubo, estará constituida por conductores unipolares de aislamiento seco, para una tensión de servicio de 12/20 kV, según Recomendaciones UNESA 3305C y NHE 1410/0011/0101, cuyas principales características serán las siguientes:

- Designación 2 / UNE: HEPRZ1 - 12/20 kV.
- Sección 3 x (1 x 240) mm².
- Aislamiento Seco extruido del tipo EPR o XLPE.
- Cubierta exterior Capa de PVC.



- Tensión de prueba 30 kV.
- Naturaleza Aluminio
- Resistencia (R) 0,169 Ohm/Km.
- Capacidad (C) 0,453 .F/Km.
- Reactancia (X) 0,105 Ohm/Km.
- Intensidad nominal 435 A.
- Intensidad máxima admisible enterrado bajo tubo 345 A.
- Intensidad cortocircuito (Icc) (durante 0,5 sg) 31,9 KA.

Estos cables serán unipolares con pantalla sobre el aislamiento formada por una corona de 16 mm² compuesta por hilos de Cu. y contraespira de Cu.

1.2.4.2.- AISLAMIENTOS.

Según la duración máxima de un eventual funcionamiento con una fase a tierra, se clasifica la red de Categoría A, en la que los defectos a tierra se eliminan tan rápidamente como sea posible y en cualquier caso antes de 1 minuto.

En la tabla 2 de la ITC-LAT-06 del RD. 223/2008 se define el nivel de aislamiento de los cables y sus accesorios, dependiendo de la tensión nominal y de la categoría. Por lo tanto el nivel de aislamiento de la línea que nos ocupa será de 12/20 kV (ver Tabla 14)

Tensión nominal de la red U _n	Tensión más elevada de la red U _s kV	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U ₀ /U ó U ₀ kV	U _p kV
3	3,6	A-B	1,8/3	45
		C	3,6/6	60
6	7,2	A-B	6/10	75
		C		
10	12	A-B	8,7/15	95
		C		
15	17,5	A-B	12/20	125
		C		
20	24	A-B	15/25	145
		C		
25	30	A-B	18/30	170
		C		
30	36	A-B		

Tabla 14. Niveles de aislamiento de cables.



1.2.4.3.- ACCESORIOS.

Botellas terminales

Para el cable elegido y para la tensión de servicio 20 kV., en los extremos del conductor subterráneo se colocarán las siguientes botellas terminales:

- **Para el interior del C.T.**, se utilizarán terminales enchufables unipolares en T, para 12/20 KV., tipo 93-EE 965-4/240, de 3M (Scotch) o similar.
- **Para el exterior, en el entronque A/S**, serán terminales unipolares rectos del tipo QTII-L8 5647, 150/500 mm², 12/20(24) KV, de 3M (Scotch) o similar.

Empalmes

No se prevé la instalación de empalmes en esta instalación, pero en el caso de ser necesarios, se utilizarían empalmes para cable seco unipolar 12/20 kV tipo 93-AF621-1E de 3M (Scotch), o similares.

1.2.4.4.- PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA.

El apoyo de entronque A/S, contará con cortacircuitos fusibles polimérico de expulsión simple (XS) tipo A1200-P/24, o similar, con fusible EK-010 de 10 A. Además, en este mismo apoyo se dispondrán pararrayos autovalvulares tipo INZP 24 10, de INAEL o similar.

En el final de la línea se dispondrá de las protecciones existentes en el centro de transformación a instalar, el cual es objeto del presente proyecto, describiéndose estas en los próximos apartados.

1.2.5. – ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO

La línea subterránea se instalará en canalización enterrada bajo tubo. Los tubos serán plásticos y no se instalará más de un circuitos por tubo.

La línea subterránea se instalará en canalización enterrada bajo tubo. Los tubos serán plásticos y no se instalará más de un circuito por tubo.



La zanja tendrá una profundidad total de 0,5 m, y la anchura mínima de 0,35 m, para la colocación de tres tubos de Ø110 mm.

Se realizará todo en uno mediante relleno de hormigón HM20/B/20, que envolverá a los tubos completamente

El pavimento estará formado también por hormigón HM20, de 20 cm de espesor, más una baldosa del mismo modelo y color de la existente, siendo el suelo del mismo tipo y calidad que el que existía antes de realizar la apertura.

1.2.5.1.- MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD

La zanja discurrirá por la acera, y cruzará a la propiedad. Esta contará en toda su extensión con cinta de atención al cable.

1.2.6.- TOMAS DE TIERRA

Tanto en el principio como en el final de la línea se conectará a tierra las pantallas de los cables de alta tensión. En el inicio, la conexión se realizará con la toma de tierra del apoyo de entronque, mientras que en el final de la línea dicha conexión se llevará a cabo a través de la toma de tierra de protección correspondiente al centro de transformación objeto del presente proyecto.

1.3.- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.3.1.- DESCRIPCIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

1.3.1.1.- PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Como ya se ha comentado en anteriores apartados, la potencia máxima demandada por el promotor Tarbal Food observada en las facturas es de unos 360 kW. Por lo tanto, se pretende instalar un **centro de transformación de 630 KVA, con una relación de transformación 20.000/400V**, para suministro en B.T. a dicha industria, y en previsión a posibles aumentos en los consumos de potencia en el futuro.

1.3.1.2.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

Se enumera a continuación toda la normativa seguida para el desarrollo y concepción del centro de transformación objeto del presente proyecto.

- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- REAL DECRETO 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, y publicado en el BOE número 224, de 18 de Septiembre de 2002.
- Decreto-Ley nº 2/2016, de 20 de abril, de medidas urgentes para la reactivación de la actividad empresarial y del empleo a través de la liberalización y de la supresión de cargas burocráticas.
- Real decreto 1.955/2.000, 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.
- Resolución de 4 de noviembre de 2.002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por el que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2.002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología y Comercio, por la que se aportan medidas de normalización de la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos y Ordenanzas Municipales.
- Normas particulares de Normalización de IBERDROLA, S.A.U.



1.3.1.3.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DEL C.T.

1.3.1.3.1.- Local

En primer lugar se elegirá un tipo de centro de transformación. Se instalará un centro de transformación en edificio prefabricado de la marca SCHNEIDER Tipo EHC-3, monobloque de hormigón armado. En el interior del edificio se dispondrán las celdas modulares necesarias con sus correspondientes protecciones. Las dimensiones exteriores son 2,50 m de anchura x 3,76 m de largo.

Las características más importantes de la serie EHC son:

- **Facilidad de instalación**
La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permiten asegurar una cómoda y fácil instalación.
- **Equipotencialidad**
La propia armadura de mallazo electrosoldado, gracias a un sistema de unión apropiado de los diferentes elementos (unidades modulares), garantiza una perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado.

Como se indica en la UNE-EN 61330, las puertas y rejillas de ventilación no están conectadas al sistema equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existe una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (UNE-EN 61330).

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial es accesible desde el exterior.

- **Impermeabilidad**
Los techos están estudiados de forma que impiden las filtraciones y la acumulación de agua sobre ellos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.
- **Ventilación**
Las rejillas de ventilación están diseñadas y dispuestas adecuadamente para permitir la refrigeración natural de los transformadores (hasta 1.000 kVA), conforme al ensayo de ventilación de la UNE-EN 61330.
- **Grados de protección según IEC 60529**
El grado de protección de la parte exterior del edificio prefabricado es IP23D, excepto en las rejillas de ventilación donde el grado de protección es IP339.



1.3.1.3.1.1.- Características de los materiales

El edificio es de hormigón armado, de adecuada dosificación y perfecto vibrado, consiguiendo una resistencia característica superior a 250 kg/cm² y una perfecta impermeabilización.

El aislamiento de los materiales estará dimensionado para la tensión más elevada de 24 kV. (Aislamiento Pleno).

Los materiales siderúrgicos serán como mínimo de acero A-42b. Estarán galvanizados por inmersión en caliente con recubrimiento de zinc de 0,61 Kg/cm² como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO₄ Cu al 20% de una densidad de 1,8 a 18 °C, sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

1.3.1.3.1.2.- Cimentación

Para la instalación del edificio seleccionado no es necesario ningún tipo de cimentación. Únicamente se debe realizar una excavación en el fondo de 530 mm, en la cual se dispondrá un lecho de 15±3 cm mínimo de espesor, de arena lavada y nivelada.

1.3.1.3.1.3.- Solera y pavimento

Los suelos están constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo, sobre la pared frontal, y en el otro extremo, sobre unos soportes metálicos en forma de U que constituyen los huecos que permiten la conexión de cables en las celdas.

Los huecos que no quedan cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos pueden taparse con unas placas fabricadas para tal efecto.

En la parte central se disponen unas placas de peso reducido, que permiten el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado, a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables en las celdas, cuadros y transformadores

1.3.1.3.1.4.- Cerramientos exteriores

Serán de hormigón armado con mallazo de acero electrosoldado. Conjunto monobloque fabricado en moldes que garantizan un fraguado sin contracciones.



La envolvente está diseñada de tal forma que se garantiza una total impermeabilidad y equipotencialidad del conjunto, así como una elevada resistencia mecánica.

1.3.1.3.1.5.- Tabiquería interior

No se cuenta con tabiquería de ningún tipo en su interior.

1.3.1.3.1.6.- Cubiertas

Formada por dos elementos similares a los de las paredes, presenta una depresión que se rellena con canto rodado de diámetro 60/40 mm., a fin de obtener una cámara de aire y evitar la insolación directa del techo.

Los techos están estudiados de forma que impiden las filtraciones y la acumulación de agua sobre ellos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro por unos orificios situados en los bordes.

1.3.1.3.1.7.- Forjados

No existe ningún forjado en el edificio prefabricado.

1.3.1.3.1.8.- Enlucidos y pinturas

El acabado exterior se realiza con una terminación pintada en rugoso acrílico o similar, que forman el edificio prefabricado, adecuado para integrar el prefabricado en el entorno que lo rodea, así como para garantizar una alta resistencia frente a los agentes atmosféricos.

1.3.1.3.1.9.- Varios

Puertas y rejillas de ventilación.

Estarán construidas en chapa de acero galvanizado recubierta con pintura epoxy. Esta doble protección, galvanizado más pintura, las hace muy resistente a la corrosión, causada por los agentes atmosféricos.

Las puertas están abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, pudiendo mantenerse en la posición de 90° con un retenedor metálico.

Las puertas de acceso al transformador sólo se pueden abrir desde el interior mediante un dispositivo mecánico



Las rejillas están diseñadas y dispuestas de manera que la circulación del aire, provocada por tiro natural o con un ventilador, ventile eficazmente la sala de transformadores. Además, estarán provistas de una tela metálica mosquitera.

Mallas de protección de transformador.

En el interior del prefabricado habrá una reja metálica que impedirá el acceso a la zona de transformador desde el interior del prefabricado.

Cuba de recogida de aceite.

La cuba de recogida de aceite se integra en el propio diseño del edificio prefabricado. Tiene una capacidad de 760 litros y está diseñada para recoger en su interior el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

Sobre la cuba se dispone una bandeja cortafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

1.3.1.3.1.10.- Características y descripción del local prefabricado (en su caso)

En el presente proyecto se dispondrá de un local prefabricado cuyas características han sido descritas en los apartados anteriores.

1.3.1.3.2.- Instalación eléctrica

1.3.1.3.2.1.- Características de la red de alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

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

1.3.1.3.2.2.- Características de la aparamenta de alta tensión

La instalación constará de un conjunto de módulos y elementos prefabricados para maniobra, medida y protección, bajo atmósfera de SF₆ de SCHNEIDER, una celda para transformador de potencia y protección para la entrada en B.T., tal y como sigue:



- 1 celda de línea IM 400 24 16.
- 1 celda de protección con interruptor-fusibles combinados QM 400 24 16.
- 1 celda de medida de tensión e intensidad GBC-A 400 24 16
- Trafo. de potencia: Será uno y estará dispuesto en celda independiente.
- Protección en Baja Tensión. Se dispondrá de dos magnetotérmicos, uno en cabeza de 1250 A, y otro de 1500 A para operaciones de maniobra.

En cuanto a la designación de las celdas, el primer número corresponde con la intensidad asignada para la celda (400 A), el segundo número corresponde a la tensión asignada en kV (24 kV), y por último, el tercer número indica la intensidad de corta duración, en kA, admisible durante 1 segundo (16 kA/1 s).

Características eléctricas generales:

La gama SM6-24 está compuesta por celdas modulares equipadas con aparamenta fija, bajo envolvente metálica, que utiliza el hexafluoruro de azufre (SF₆) como aislante y agente de corte en los aparatos siguientes:

- Interruptor-seccionador.
- Interruptor-automático Fluarc SF1.
- Seccionador.
- Seccionador de puesta a tierra.
- Contactor ROLLARC.

La gama SM6-24 responde, en su concepción y fabricación, a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada, de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Las celdas SM6-24 permiten realizar la parte MT de los centros de transformación MT/BT de distribución pública y privada hasta 24 kV.

Las celdas SM6-24 están concebidas para instalaciones de interior (IP2XC según norma UNE 20324 o IEC 60529), beneficiándose de unas dimensiones reducidas:

- Anchuras de 375 mm (celdas de interruptor) a 750 mm (celdas de interruptor automático).
- Altura de 1.600 mm.
- Profundidad a cota cero de 840 mm.



Lo que permite su ubicación en un local de dimensiones reducidas o en el interior de un edificio prefabricado de hormigón.

El grado de protección, según UNE 20324 o IEC 60529, de la envolvente externa, así como para los tabiques laterales de separación de celdas en la parte destinada a la colocación de los terminales de cables y fusibles, es IP2XC. Para el resto de compartimentos es IP2X.

En lo referente a daños mecánicos, el grado de protección es "7" (UNE 20324 o IEC 60529).

Los cables se conectan desde la parte frontal de las celdas.

La explotación está simplificada por la reagrupación de todos los mandos sobre un mismo compartimento frontal.

Las celdas pueden equiparse con numerosos accesorios (bobinas, motorización, contactos auxiliares, transformadores de medida y protección, etc.).

La pintura utilizada en las celdas es RAL 9002 (blanco) y RAL 9030 (negro).

Las celdas de la gama SM6-24 responden a las siguientes recomendaciones, normas y especificaciones:

- Normas internacionales: IEC 60298, 62271-102, 60265, 62271, 60694, 62271-105.
- Normas españolas: UNE-EN 60298, IEC 62271-102, 60265-1, 60694, 62271-100.

Características eléctricas:

● Tensión asignada (Un) - aislamiento.

Tensión asignada (kV)		7,2	12	24
50 Hz/1 min. (kV)	Aislamiento	20	28	50
	Seccionamiento	23	32	60
tipo rayo (kV cresta)	Aislamiento	60	75	125
	Seccionamiento	70	85	145

● Tensión asignada (Un) - límite térmico (Ith) - intensidad asignada (In).

Serie 12,5 (12,5 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 16 (16 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 20 (20 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	400-630 A
Serie 25 (25 kA 1 s)	400-630 A	400-630 A	NO

(En las celdas de protección por fusibles tipo PM y QM, la intensidad asignada es de 200 A, ya que viene limitada por el calibre del fusible. Para armonizar nos referimos a la intensidad del interruptor.)



- Valor de cresta de la intensidad de corta duración: $2,5 \times I_{th}$ (kA cresta).
- Poder de corte (Pdc) máximo.

IM, IMC, IMPE, IMBD, IMBI, IMR GCSD, GCSI, GCMD, GCMi, NSM	400-630 A
PM, PMBD, PMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
QM, QMC, QMBD, QMBI	400-630 A (interruptor) 25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV (fusibles)
DM1-C, DM1-D, DMI-W, DM1-A	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
DM2	25 kA-12 kV / 20 kA-24 kV
CRM sin fusibles	10 kA-7,2 kV / 8 kA-12 kV
CRM con fusibles	25 kA-7,2 kV / 12,5 kA-12 kV
SM, SME	No tiene Pdc

Nota: el poder de corte que se indica para las celdas PM, QM, CRM es el propio del aparato de maniobra (interruptor o contactor). El poder de corte en caso de cortocircuito será el propio de los fusibles.

- Poder de corte (Pdc) del interruptor SF6:
 - Pdc transformador en vacío: 16 A.
 - Pdc cables en vacío: 25 A.
- Poder de cierre del interruptor SF6: $2,5 \times I_{th}$ (kA cresta).
- Poder de cierre del seccionador SF6: no tiene.
- Poder de cierre de los seccionadores de puesta a tierra (Spat) en kA cresta.

IM, IMC, IMPE, IMBD, IMBI, GCSD GCSI, GCMD, GCMi, NSM, IMR	$2,5 \times I_{th}$
PM, QM, QMC	Spat superior: $2,5 \times I_{th}$ Spat inferior: 2,5 kA cresta
PMBD, PMBI, QMBD, QMBI	Spat superior: $2,5 \times I_{th}$ Spat inferior: NO LLEVA
DM1-C, DM1-W, DM1-A, CRM	40 kA cresta / 50 kA cresta
DM1-D, DM2	Spat superior sin poder de cierre
SM	NO TIENE poder de cierre
SME	NO LLEVA Spat
GAM	$2,5 \times I_{th}$

1.3.1.3.2.2.1.- Celda de entrada/salida de línea

Celda con envolvente metálica, fabricada por SCHNEIDER tipo IM 400 24 16, formada por un módulo con las siguientes características:

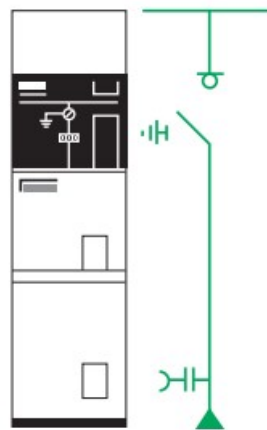
La celda de línea la controla generalmente la compañía suministradora de energía eléctrica, tanto en los centros de compañía como en los de abonado, y tiene por misión la maniobra de los cables de entrada y/o salida de la línea de distribución.

Tanto en el sistema modular como en el compacto, la celda de línea incorpora los siguientes elementos básicos:

- Interruptor-seccionador (SF6).
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre (SF6).



- Juego de barras tripolar.
- Mando CIT manual.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Bornes para conexión de cable seco unipolar de sección igual o inferior a 400 mm².



Llegada o salida de línea.
IM (375 mm).

1.3.1.3.2.2.2.- Celda de protección

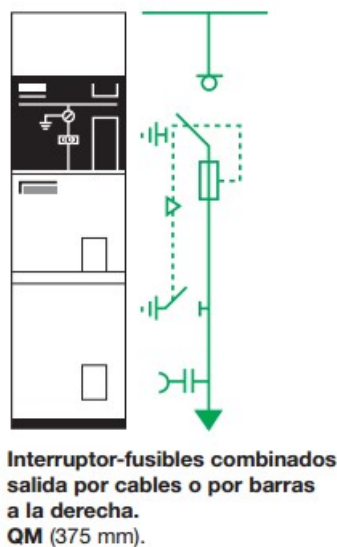
Celda con envoltorio metálica, fabricada por SCHNEIDER tipo QM 400 24 16, formada por un módulo con las siguientes características:

La función de protección con interruptor y fusibles combinados tiene por objeto la protección individual del transformador contra cortacircuitos.

La función protección con fusibles incorpora los siguientes elementos básicos:

- Interruptor seccionador (SF6) de 400 A.
- Seccionador de puesta a tierra superior con poder de cierre (SF6).
- Juego de barras tripolar (400 A).
- Mando CI1 manual.
- Timonería para disparo por fusión de fusibles.

- Preparada para 3 fusibles normas DIN.
- Señalización mecánica fusión fusible.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Bornes de conexión para cable seco unipolar de sección inferior o igual a 95 mm².
- Seccionador de puesta a tierra inferior sin poder de cierre.
- Kit conexión cable seco unipolar igual a 150 mm² opcional.
- Posibilidad de juego de barras tripolar para salida inferior derecha.

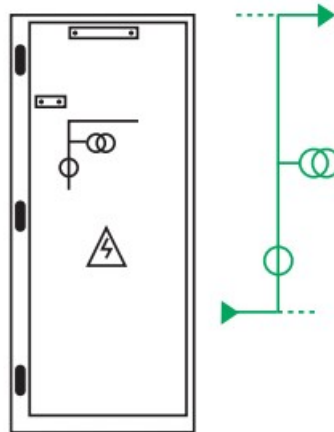


1.3.1.3.2.2.3.- Celda de medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por SCHNEIDER tipo GBC-A 400 24 16, formada por un módulo con las siguientes características:

- 3 transformadores de intensidad. Relación 5-10/5 A.
- 3 transformadores de tensión bipolares. Relación 22.000:√3/110: √3.
- Juegos de barras tripolar para entrada lateral inferior.

- Bornes de conexión, cable seco unipolar, sección igual o inferior a 150 mm².



**Medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras.
GBC-A (750 mm).**

1.3.1.3.2.2.4.- Celda del transformador

En lugar específico del C.T. según planos, se instalarán el transformador, separado del resto de los elementos por una pantalla de protección. Bajo el trafo se dispone de cuba de recogida de aceite, integrada en el propio diseño del edificio prefabricado.

Transformador

Transformador trifásico, con neutro accesible en B.T., en baño de aceite y refrigeración natural. Cumplirá con la norma UNE 21.428 ó UNE 20.138 y sus principales características serán las siguientes:

- Potencia unitaria: 630 kVA.
- Tensión primaria: 20 kV.
- Tensión secundaria: 400/230 V.
- Clase: B.
- Tensión de cortocircuito: 4%

- Conexión: Estrella - Triángulo. (Dyn 11).
- Control de carga: Mediante termómetro de esfera, provisto de contacto y señal para actuar sobre el sistema de protección.

1.3.1.2.2.3.- Características del material vario de alta tensión

1.3.1.3.2.3.1.- Embarrado General

El embarrado principal normalizado se constituye a base de pletina de cobre electrolítico duro. Estará calculado para soportar el paso de intensidad nominal admisible de corta duración de 16/20 kA durante 1 seg, con intensidad nominal permanente de 400 A.

1.3.1.3.2.3.2.- Piezas de Conexión

La conexión entre celda de protección y transformador se realizará con cable seco unipolar de cobre aislado, tipo DHZ1 o similar, para 12/20 kV, de 50 mm² de sección.

La entrada y salida de línea subterránea a los módulos correspondientes se recibirán con terminales enchufables en T, para 24 kV, tipos 93-EE 965-4/240 de 3M (Scotch), o similar.

La conexión entre la celda de medida y el transformador se efectuará:

- Celda protección: Terminal enchufable acodado para 24 kV tipo 93-EE-825-2/50 C de 3M o similar.
- Transformadores: Terminal enchufable recto para 24 kV tipo 93-EE-820-2/50 de 3M o similar.

1.3.1.3.2.3.3.- Enclavamientos

Se disponen los siguientes enclavamientos, por posición:

- El interruptor principal y la puesta a tierra NUNCA podrán conectarse simultáneamente.
- Siempre queda garantizado que para conseguir el acceso al compartimento de cables se deba conectar previamente el seccionador de puesta a tierra.



- Al desmontarse el panel frontal se impide la maniobra de la aparamenta.
- El interruptor principal y el seccionador de puesta a tierra, permiten bloquear su maniobra mediante candado, tanto en abierto como en cerrado.
- Para las posiciones de protección, además de los enclavamientos citados, queda asegurado que el acceso al compartimento de fusibles nunca se podrá efectuar si con anterioridad no se ha conectado el seccionador de puesta a tierra.

1.3.1.3.3.- Medida de la energía eléctrica

Puesto que se trata de un centro de transformación tipo "abonado", la medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

1.3.1.3.4.- Puesta a tierra

Se elige el sistema de puestas a tierra separadas, por lo que se dispondrá de una tierra de neutro para el trafo y otra de protección para el C.T.

En los cálculos justificativos y en el documento planos se puede observar el tipo y dimensiones de los sistemas de puesta a tierra elegidos para el neutro y la protección del trafo.

1.3.1.3.4.1.- Tierra de Protección

Por el fondo de la zanja de acceso de la LSAT, se depositará un cable de Cu rígido de 95 mm², cuyo extremo se unirá con el seccionador de tierras incluido en el prefabricado, formando un flagelo. A este flagelo se conectarán las picas necesarias para obtener un bajo valor de resistencia de tierra.

De este anillo partirán derivaciones de 95 mm² Cu para interconectar con todas las masas metálicas del interior de centro de transformación. El mallazo de protección del firme se unirá a este conductor común.

Hay que destacar que para la elección de la sección de cables de tierra se ha seguido la recomendación Unesa, como se explica en el apartado de cálculos.

A este circuito se conectarán todos los elementos metálicos del C.T., no admitiéndose la conexión en serie entre dos o más aparatos o elementos diferentes.



1.3.1.3.4.2.- Tierra de Servicio

Generalmente se realizará mediante un cable de cobre aislado (1 kV) de 95 mm² de sección, enterrado a una profundidad mínima de 0,50 m, que discurrirá por el exterior del edificio, en dirección opuesta al de tierra de protección, conectándose al mismo los electrodos de barra necesarios para obtener el valor de la resistencia a tierra reglamentaria y a una distancia mayor que la mínima de separación. A este circuito se conectará el neutro del transformador.

1.3.1.3.5.- Cuadro general de B.T. justificación y diseño

Las protecciones de la instalación en baja tensión se realizarán mediante interruptor magnetotérmico de 1250 A. También se incluye aguas abajo de éste un interruptor para la realización de operaciones de maniobra. En el apartado de cálculos se detalla la elección del calibre del magnetotérmico de 1250 A, cuyo valor se encuentra sujeto al resultado del cálculo de la intensidad del secundario del trafo.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura.

El número de conductores de alimentación a instalar desde las bornas de baja del trafo al equipo de protecciones (interruptor automático) será el siguiente:

- 3 conductores de 3 venas para cada una de las fases de Al, XLPE y 240 mm².
- 5 Conductor para el neutro, Al, XLPE y 240 mm².

Se ha tomado la sección de forma que se aproveche al máximo la capacidad del automático (1250 A), suponiendo instalación tipo C según el R.E.B.T y para cable XLPE. Así, con 3 venas por fase se tendría una intensidad máxima admisible de 1305 A (3x435 mm²) mientras que la intensidad de cálculo que se obtiene es de 909,33 A, que teniendo en cuenta un coeficiente de agrupamiento de 0,79, asciende a 1151,05 A.

1.3.1.3.6.- Instalaciones secundarias

1.3.1.3.6.1.- Alumbrado

El alumbrado interior del C.T. se realizará conexionando desde el cuadro de B.T. en el frente del compacto, estando protegido por interruptores automáticos magnetotérmico y diferencial de alta sensibilidad.



La instalación se grapará sobre las paredes, utilizando conductor de cobre aislado (450/750 V) de 2,5 mm², y por el interior de tubo rígido 4321.

Se establecerán los puntos de luz necesarios para una correcta iluminación del recinto. Estos puntos de luz se situarán de modo que puedan reponerse sin peligro para el personal. Se establecerán los puntos de luz incandescente necesarios para una correcta iluminación de todo el recinto del C.T., de forma que la sustitución de las lámparas pueda realizarse con facilidad.

El interruptor se situará en el cuadro de B.T., en el frente del compacto. También se colocará una base de enchufe normal de 16 A.

El alumbrado de emergencia será de 1 h de autonomía y se dispondrá sobre la puerta de acceso.

1.3.1.3.6.2.- Batería de Condensadores

En principio, no será necesaria la instalación de baterías de condensadores.

1.3.1.3.6.3.- Protección contra incendios

Las medidas de protección contra incendios que ha de incorporar el centro de transformación se salen del objeto del presente proyecto, no obstante, se sabe que los cerramientos exteriores son del tipo RF-180. Se incluirá un extintor de CO₂ de 5 kg.

1.3.1.3.6.4.- Ventilación

La ventilación del centro de seccionamiento se realizará a través de una turbina de aire dispuesta para tal efecto.

También se incorporarán unas rejillas con el fin de impedir el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

1.3.1.3.6.5.- Medidas de seguridad

Se tomarán como medidas de seguridad las siguientes:



- Todas las celdas de A.T. dispondrán de enclavamientos mecánicos que relacionen entre sí los distintos elementos que la componen; todos ellos, excepto los de puerta, son accionables con las celdas en tensión.
- Los enclavamientos de puerta no se podrán accionar en presencia de tensión.
- Todas las celdas de A.T. dispondrán en su parte superior de una trampilla que asegura la evacuación de las eventuales sobrepresiones que se puedan producir, sin daño para el operador ni para la instalación.
- Tanto las puertas de acceso, como las de celdas y rejillas interiores del C.T., dispondrán de placa o rótulo que indique la existencia de A.T. Además se colocará, en lugar visible, un cartel o placa de instrucciones de primeros auxilios, así como un equipo autónomo de alumbrado de emergencia y el esquema eléctrico de la instalación.
- El acceso al interior del C.T. estará restringido para su utilización por personal específicamente autorizado.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.



- Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.
- La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.
- Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.
- En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente. Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible, habrá un cartel con las citadas instrucciones.
- Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos.
- Para realizar maniobras en A.T., el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislantes y pértiga.



1.4.- INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DEL RESTO DE LA FÁBRICA

Como último sub proyecto a abordar en el presente trabajo de fin de estudios, se procede a la obtención del esquema unifilar del resto de instalaciones. Para ello, y procediendo de forma análoga a los anteriores apartados, se estructurará la memoria según la ley de contenidos mínimos exigidos por industria.

1.4.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INDUSTRIA E INSTALACIÓN QUE SE PROYECTA

La actividad desarrollada por Tarbal Food se dedica a la Fabricación de bases alimentarias, moldes de chocolate (en la formadora de chocolate), bizcocho y otros productos de confitería y pastelería que se almacenan posteriormente en las instalaciones o son vendidos directamente al exterior.

Así, las tareas del proceso de producción se orientan al mezclado de materias primas, formado del producto, cocción o enfriamiento, y posterior almacenamiento en las instalaciones, que puede ser refrigerado o a temperatura ambiente.

Las materias primas (harinas, mantequillas, azúcar, etc..) llegan a la planta en camiones en sacos o cajas o en camiones cisterna y son descargadas y almacenadas en sus correspondientes lugares en función de sus características de conservación.

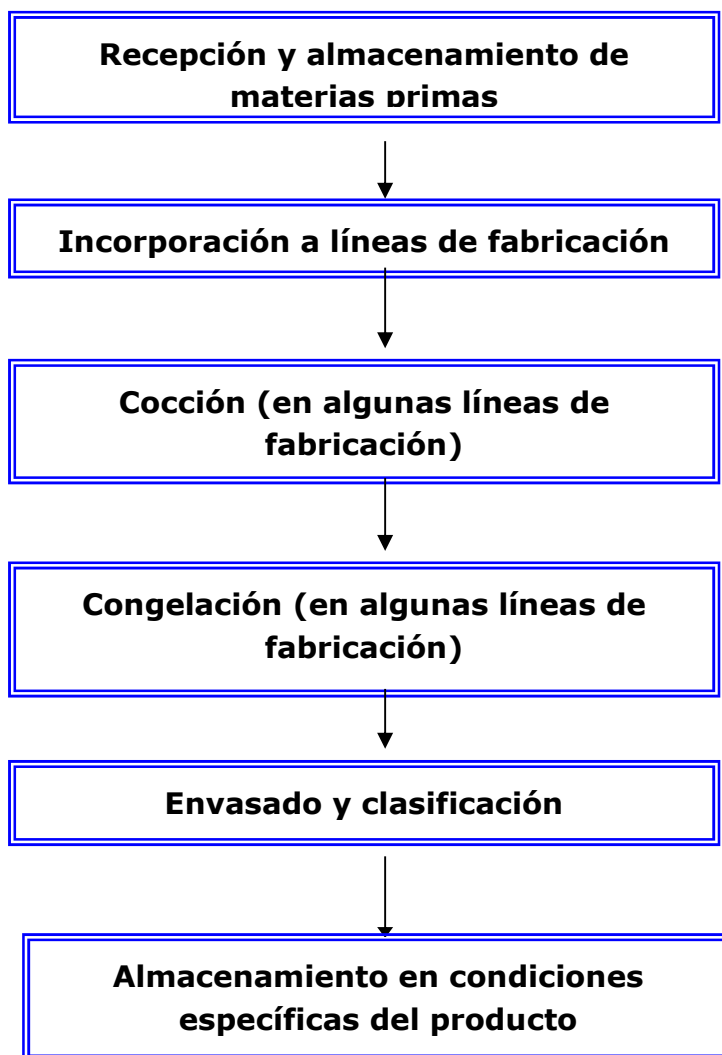
Para el almacenamiento en las instalaciones se dispone de varias cámaras de conservación y almacenes a temperatura ambiente.

Las materias primas se mezclan y se incorporan a las líneas de fabricación en función del resultado a obtener. Se dispone de diferentes líneas de fabricación de productos (moldes de chocolate, tartaleta, Vol-au-Vent, bizcocho, etc...), y diversas variantes dentro de éstas mismas líneas de fabricación.

1.4.1.1.- LÍNEAS DE PROCESO

A continuación se describe la línea de proceso de la industria objeto de la presente memoria:





1.4.2.- NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN APLICABLE

En la redacción del presente proyecto se tendrá en cuenta la siguiente (en los preceptos y normas que le son de aplicación):

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto del 2002.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- 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.

- Resolución de 4 de noviembre de 2.002 de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por el que se desarrolla la Orden de 9 de septiembre de 2.002 de la Consejería de Ciencia, Tecnología y Comercio, por la que se aportan medidas de normalización de la tramitación de expedientes en materia de industria, energía y minas.

- Resolución de 3 de julio de 2.003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se Aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo certificado como consecuencia de la aprobación por real decreto 842/2002, de 2 de agosto, del reglamento electrotécnico para baja tensión.

- Decreto 20/2003, de 21 de marzo, sobre criterios de actuación en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia.

- Resolución de 22 de enero de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se establecen el "Protocolo-Guía de Inspección" y el modelo de "Certificado de Reconocimiento" de instalaciones eléctricas de baja tensión en locales con riesgo de incendio o explosión, previstos en la Orden de 11 de septiembre de 2003, de la Consejería de Economía, Industria e Innovación.

- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo.

- Cualquier otra norma y ordenanza que puedan ser promulgadas por organismos oficiales competentes, que deriven de la concesión del permiso correspondiente.

- Orden de la Consejería de Desarrollo Económico, Turismo y Empleo de 29 de enero de 2016, por la que se determinan los procedimientos de respuesta inmediata en materia de seguridad industrial y procedimientos para la puesta en servicio de instalaciones en el ámbito territorial de la Región de Murcia.

1.4.3.- SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones que en cuestión se encuentran situadas en Camino de Parcelas, 6bis, P.I. "SAN JORGE", LAS TORRES DE COTILLAS, MURCIA.

Los edificios objeto se encuentran contruidos en estructura metálica y placas de hormigón. La superficie total en edificaciones es de 6.930,27 m².



En la tabla que se muestra a continuación se resumen las áreas por dependencias, con un resumen total de superficies:

	Denominación	Sup. (m2)
	NAVE TARTALETA-HOJALDRE	870,81
	PLANTA BAJA TARTALETA-HOJALDRE	
1	Sala de laminados	149,67
2	Distribuidor 1	98,36
3	Sala descanso 1	22,19
4	Aseo mujeres 1	23,14
5	Aseo hombres 1	11,06
6	Almacén 1	11,36
7	Recepción 1	23,05
8	Sala de masas	69,59
9	Sala de horneados	382,28
10	Limpieza	9,35
11	Sala estuchado 1	24,85
12	Sala estuchado 2	45,91
	TOTAL PLANTA BAJA NAVE TARTALETA-HOJALDRE	870,81
	NAVE BIZCOCHO	908,95
	PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO	
13	Sala de fabricación bizcocho	102,23
14	Área fabricación bizcocho	147,60
15	Almacén 5	30,47
16	Almacén 6-Paso	331,75
17	Envasado y Retractilado	72,83
18	Moldeo de chocolate	109,26
19	Almacén 7-Paso	52,81
20	Sala descanso 2	14,00
21	Vestuarios Hombres 1	48,00
	TOTAL PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO	908,95
	NAVE CÁMARAS	394,37
	PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS	
22	Cámara conservación 1 (pequeña)	22,56
23	Cámara conservación 2 (grande)	231,79
24	Cámara congelación 1	71,90
25	Cámara conservación 3 (mediana)	68,12
	TOTAL PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS	394,37

	Denominación	Sup. (m ²)
	NAVE VOL-AU-VENT	1.947,94
	PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT	
26	Sala horno 1 minibases	737,62
27	Sala Fabricación	447,28
28	Sala estuchado 4-robot	27,60
29	Obrador masas 1	238,13
30	Reposo 1	22,40
31	Reposo 2	20,60
32	Cámara conservación 3	7,22
33	Cámara conservación 4	7,48
34	Distribuidor 2	31,04
35	Cocina	79,31
36	Recibidor	16,83
37	Obrador masas 2	265,32
38	Oficinas	47,11
	TOTAL PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT	1.947,94
	NAVE ALMACÉN	2.808,20
	NAVE ALMACÉN	
	Almacén	2.744,58
	Oficina muelles	20,16
	Taller	34,03
	Aseo 5	9,43
	TOTAL NAVE ALMACÉN	2.808,20
	TOTAL	6.930,27

Tabla 15. Superficies.

En la siguiente tabla se muestra un resumen de las superficies útiles de las edificaciones:

RESUMEN SUPERFICIES	m ²	
NAVE TARTAleta-HOJALDRE		870,81
TOTAL PLANTA BAJA NAVE TARTAleta-HOJALDRE	870,81	
NAVE BIZCOCHO		908,95
TOTAL PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO	908,95	
NAVE CÁMARAS		394,37
TOTAL PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS	394,37	
NAVE VOL-AU-VENT		1.947,94
TOTAL PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT	1.947,94	
NAVE ALMACÉN		2.808,20
TOTAL NAVE ALMACÉN	2.808,20	
TOTAL SUPERFICIES EDIFICADAS		6.930,27

Tabla 16. Resumen de superficies.



1.4.4.- CLASIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

1.4.4.1.- PRESCRIPCIONES ESPECÍFICAS ADOPTADAS SEGÚN EL RIESGO DE LAS DEPENDENCIAS DE LA INDUSTRIA

1.4.4.1.1.- Locales con riesgo de incendio y explosión, según la itc-bt-29. emplazamiento, zonificación y modos de protección

Por las características de la actividad que se desarrolla en las instalaciones, la instalación eléctrica no precisa de especial atención desde el punto de vista de protección contra explosiones.

1.4.4.1.2.- Locales húmedos, según la itc-bt-30.1

Para la instalación eléctrica objeto no se consideran zonas de la industria con la clasificación de LOCALES HÚMEDOS, según la ITC-BT-30.1.

1.4.4.1.3.- Locales mojados, según la itc-bt-30.2

Para la instalación eléctrica objeto no se consideran zonas de la industria con la clasificación de LOCALES MOJADOS, según la ITC-BT-30.2.

1.4.4.1.4.- Locales con riesgo de corrosión, según la itc-bt-30.3

Para la instalación eléctrica objeto no se consideran zonas de la industria con la clasificación de LOCALES CON RIESGO DE CORROSIÓN, según la ITC-BT-30.3.

1.4.4.1.5.- Locales polvorientos sin riesgo de incendio y explosión, según itc-bt-30.4

Para la instalación eléctrica objeto no se consideran zonas de la industria con la clasificación de LOCAL POLVORIENTO SIN RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN, según ITC-BT-30.4.



1.4.4.1.6.- Locales a temperatura muy elevada, según la itc-bt-30.5

Para la instalación eléctrica objeto no se consideran zonas de la industria con la clasificación de LOCALES A TEMPERATURA MUY ELEVADA, según ITC-BT-30.5.

1.4.4.1.7.- Locales a muy baja temperatura, según la itc-bt-30.6

Para la instalación eléctrica objeto no se consideran locales a muy baja temperatura (inferior a 20 °C) según la ITC-BT-30.6.

1.4.4.1.8- Locales en los que existan baterías de acumuladores, según la itc-bt-30.7

Para la instalación eléctrica objeto no se consideran locales con presencia de baterías de acumuladores según la ITC-BT-30.7.

1.4.4.1.9.- Locales afectos a un servicio eléctrico, según la itc-bt-30.8

No se dispone de un local único y exclusivo para cuadros eléctricos. No obstante, el interior de todos los cuadros es de acceso exclusivo al personal de mantenimiento, dispondrán de puertas de los cuadros eléctricos cerrados con llave, altura libre de los locales superior a 2 metros, y anchura mayor de 0,7 metros.

Frente a los armarios se dispondrá un hueco mayor de 1,1 metros, aunque se permite que ciertas partes de la instalación que no están bajo tensión sobresalgan en el pasillo de servicio pero la anchura no puede quedar inferior a 0,8 metros (en nuestro caso, no existen). Los pasillos tendrán una altura no inferior a 1,90 m, y no existen piezas no protegidas bajo tensión.

1.4.4.1.10.- Locales de características especiales, según la itc-bt-30.9

En el local que nos ocupa no concurren circunstancias especiales no especificadas en los apartados anteriores, y que puedan originar peligro para las personas o cosas.



1.4.5.- CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

1.4.5.1.- CANALIZACIONES FIJAS

Todas las canalizaciones de la instalación tendrán un soporte fijo.

1.4.5.2.- CANALIZACIONES MÓVILES

No se prevé la existencia de canalizaciones móviles en la instalación que nos ocupa.

1.4.5.3.- MÁQUINAS ROTATIVAS

En la instalación se dispondrá de diferentes equipos rotativos para accionamiento de los mecanismos de cada máquina.

Estas máquinas rotativas, aparatos de elevación o elementos de transporte dispondrán de mecanismos de parada de emergencia, en todos los puestos de mando de movimiento de forma que estos pueden, con una sola acción, provocar el corte de toda alimentación apropiada.

Para evitar la reconexión del suministro después del corte de emergencia se emplearán enclavamientos mecánicos o eléctricos. La reconexión solamente puede ser posible desde el dispositivo de control desde el cual se realizó el corte de emergencia.

1.4.5.4.- LUMINARIAS.

Las luminarias previstas en la instalación serán variadas dependiendo de la ubicación de las mismas. Las más empleadas serán pantallas lineales LED de 2x20 W y luminarias LED de 2x26W para el alumbrado interior. Para el exterior, se prevé un suministro de hasta 5.500 W.

A modo de resumen la potencia de alumbrado total por zonas será:



RESUMEN SUPERFICIES	POTENCIA AL. (W)
NAVE TARALETA-HOJALDRE	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE TARALETA-HOJALDRE	3.852,20
NAVE BIZCOCHO	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO	3.333,00
NAVE CÁMARAS	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS	2.536,00
NAVE VOL-AU-VENT	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT	5.440,60
NAVE ALMACÉN	
TOTAL NAVE ALMACÉN	12.394,80
TOTAL POTENCIA DE ALUMBRADO	27.556,60

Tabla 17. Resumen de potencias de alumbrado

1.4.5.5.- TOMAS DE CORRIENTE

Para la alimentación de la diversa maquinaria, así como para tareas de mantenimiento que requieran la utilización de maquinaria móvil (Taladros y radiales manuales, cargadores, etc.), se dispondrá de diferentes tomas de corriente y cuadros eléctricos de utilización repartidos por toda la planta.

Las tomas de corriente estarán previstas para una intensidad acorde al interruptor magnetotérmico de protección.

1.4.5.6.- APARATOS DE CONEXIÓN Y CORTE

Los aparatos de conexión y corte serán los que figuran en el esquema unifilar adjunto.

1.4.5.7.- EQUIPO MÓVIL Y PORTÁTIL

Para tareas de mantenimiento que precisan de utilizar una u otra maquinaria, se prevé la utilización de equipos móviles y portátiles en la instalación que nos ocupa. Estos equipos se conectarán a las tomas de corriente ubicadas en la proximidad de su punto de utilización.

1.4.5.8.- SISTEMAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

La protección contra contactos indirectos se realizará a través del aislamiento de las partes eléctricas en tensión y con la utilización de dispositivos de protección de intensidad diferencial.



1.4.5.9.- PROTECCIONES CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se realizará a través de interruptores automáticos magnetotérmicos de calibre según el conductor correspondiente.

1.4.5.10.- IDENTIFICACIÓN DE CONDUCTORES

Todos los conductores utilizados en la instalación vienen totalmente identificados según lo establecido en la ITC-BT-19, relativa a Instalaciones Interiores o Receptoras. Prescripciones Generales:

- Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.
- Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos.
- Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro.
- 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 o negro.

Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris (Reservándose este para la 3º Fase).

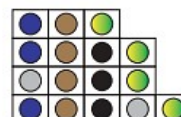
En Resumen:

Cables de la norma UNE 21031 y 211002 (450/750 V)/21123 (0,6/1 kV)

CÓDIGOS DE COLORES DE LOS CABLES

**Código de colores: UNE 21089:2002 / HD 308 S2 2001
Con conductor de protección (Am/Ve)**

Número de conductores	Color del aislamiento de los conductores				
3	Azul	Marrón	Amarillo/Verde	–	–
4	Azul	Marrón	Negro	Amarillo/Verde	–
4	Gris	Marrón	Negro	Amarillo/Verde	–
5	Azul	Marrón	Negro	Gris	Amarillo/Verde



1.4.6.- PROGRAMA DE NECESIDADES

1.4.6.1.- POTENCIA ELÉCTRICA INSTALADA PARA LOS DIFERENTES USOS

La potencia total prevista en maquinaria para la instalación es de 896,67 kW:

1.4.6.1.1.- Maquinaria:



Nº	Unidades	DESCRIPCIÓN	Pot. Máquinas (Kw)
1	5	Bomba de trasiego de harina (1, silos tartaleta; 2, silos Almacén; 2, silos VAV)	2,75
2	1	Enfriadora de agua zona hojaldres	1,50
3	11	Termo eléctrico, 75 l	11,00
4	1	Amasadora	7,50
5	1	Equipo de limpieza	1,50
6	2	Equipo frío interior (dos unidades interiores) (10), obrador hojaldre	0,54
7	1	Equipo frío exterior (9), obrador hojaldre	8,89
8	1	Laminadora función estirado	4,00
9	4	Máquinas expendedoras	2,40
10	11	Insectocutor	2,20
11	1	Equipo frío interior (19), sala masas tartaletas	0,54
12	1	Equipo frío exterior (18), sala masas tartaletas	5,93
13	1	Tolva pesadora con vibrador, zona tartaletas	0,20
14	1	Amasadora, zona tartaletas	7,50
15	1	Depositadora (Máquina tartaletas)	3,00
16	1	Conjunto cintas de bandejas entrada-salida horno tartaletas	4,00
17	1	Troqueladora (holandesa-formadora tartaletas)	1,50
18	2	Turbina extractora, en pared nave tartaletas	2,00
19	1	Sacadora de producto, zona tartaletas	2,00
20	3	Cargador de baterías, zona almacén	4,50
21	1	Retractiladora film	4,00
22	1	Horno tartaletas, 2 quemadores	0,50
23	1	Compresor de aire GA15F, zona jaula pasillo	15,00
24	1	Grupo de presión contra incendios, jockey + gasolina	1,50
25	1	Aspirador para limpieza de bandejas, con motor de aspiración 7,5 CV y desplazamiento de carro de 0,15 kW	5,67
26	1	Enfriadora de bandejas interior (34a)	0,54
27	1	Enfriadora de bandejas exterior (34)	9,96
28	1	Equipo de frío interior (35a), sala desmoldado hojaldre	0,27
29	1	Equipo de frío exterior (35), sala desmoldado hojaldre	1,38
30	1	Equipo de frío interior (36a), sala desmoldado hojaldre	0,15
31	1	Equipo de frío exterior (36), sala desmoldado hojaldre	2,48
32	1	Cinta retráctil bizcocho, final línea fabric. Bizcocho	2,20
33	1	Equipo frío interior sala retractilado, AA AIRWELL (39)	2,48
34	1	Equipo frío exterior sala retractilado AA AIRWELL (38)	0,15
35	1	Equipo frío interior, AA HITACHI (41) sala chocolate	0,15
36	1	Equipo frío exterior, AA HITACHI (40) sala chocolate	3,86
37	1	Formadora de chocolate con túnel de refrigeración por agua glicolada	13,00
38	1	Atemperador	16,00
39	2	Equipo frío interior (dos unidades interiores sala chocolate) (45)	0,72
40	1	Equipo frío exterior (44), compacto AA sala chocolate	1,75

Nº	Unidades	DESCRIPCIÓN	Pot. Máquinas (Kw)
41	1	Equipo frío exterior (48), máquina enfriadora agua glicolada, condensador, 1 de 2 unidades	0,28
42	1	Equipo frío exterior (48), máquina enfriadora agua glicolada, condensador, 1 de 2 unidades	0,28
43	1	Enfriadora de agua glicolada para equipo moldeo chocolate, con dos unidades condensadoras (42 y 43)	26,90
44	1	Depósito de chocolate caliente	3,00
45	1	Equipo frío interior, cámara huevo (51)	5,61
46	1	Equipo frío exterior, cámara huevo (50)	4,67
47	2	Equipo frío interior (53), cámara conservac. Grande	2,88
48	1	Equipo frío exterior (52), cámara conservac. Grande, compresor 25 CV	23,35
49	1	Equipo frío interior (55), cámara conservac. Grande	1,44
50	1	Equipo frío exterior (54), cámara conservac. Grande, compresor 10 CV	7,36
51	1	Equipos interior para frío (57) (1 unidad inter) cámara bizcocho	17,58
52	1	Equipos exterior para frío (56) cámara bizcocho, compresor 12 CV	11,43
53	1	Equipo frío interior cámara grasa (59)	17,58
54	1	Equipo frío exterior cámara grasa (58)	11,43
55	1	Equipo frío interior (2 uds interiores) (61), cambio cajas	0,72
56	1	Equipo frío exterior (60), en jaula pasillo lateral	7,05
57	2	Formadora de bolsas, RGD MAPE, zona VAV	3,00
58	3	Campana extracción humos salida homo	4,50
59	5	Bebedero de agua	3,75
60	1	Batidora de masa de bizcocho, en obrador bizcocho	10,00
61	1	Transporte, horno VAV 2B	0,50
62	1	Horno Vol-Au-Vent, PHASBE 2B60, 4 quemadores	1,50
63	1	Línea automática de formación de bases hojaldre VAV	15,00
64	1	Amasadora tartaleta Hojaldre	7,50
65	1	Línea de tartaleta hojaldre	7,50
66	1	Horno Vol-Au-Vent, PHASBE 4B60, 4 quemadores	1,50
67	1	Transporte horno Vol-Au-Vent 4B	3,50
68	1	Campana extracción horno cocina	0,40
69	1	Bomba agua impulsión, pasillo lateral	0,50
70	1	Bomba agua impulsión, en altillo sobre hojaldre	0,50
71	1	Equipo frío exterior, obrador altillo bizcocho (77)	0,45
72	1	Equipo frío interior, obrador altillo bizcocho (76)	3,93
73	1	Cuececremas, en cocina	1,50
74	1	Trituradora, en obrador tartaleta	1,20
75	1	Amasadora-batidora, en cocina	5,00
76	1	Mesa auxiliar, Ac. Inox. 0,5x0,5 m	1,00
77	1	Báscula electrónica, en suelo, zona cocina	1,20
78	1	Arcón congelador, en cocina	0,50
79	1	Frigorífico doméstico, en cocina	0,40
80	1	Equipo frío interior, cámara conservac 3 (87)	2,88

Nº	Unidades	DESCRIPCIÓN	Pot. Máquinas (Kw)
81	1	Equipo frío exterior, cámara conservación 3 (86)	2,88
82	1	Equipo frío interior, cámara conservación 4 (88a)	2,49
83	1	Equipo frío exterior, cámara conservación 4 (88)	2,49
84	1	Equipo frío interior, en cocina, (8 uds interiores, red para Hojaldre VAV, Cocina y obrador VAV) (92)	0,45
85	1	Equipo frío interior, en cocina, (8 uds interiores, red para Hojaldre VAV, Cocina y obrador VAV) (92)	0,18
86	3	Equipo frío interior, en obrador VAV, (8 uds interiores, red para Hojaldre VAV, Cocina y obrador VAV) (92)	1,62
87	1	Equipo frío interior, en obrador VAV, (8 uds interiores, red para Hojaldre VAV, Cocina y obrador VAV) (92)	0,27
88	2	Equipo frío interior, en hojaldre VAV (8 uds interiores, red para Hojaldre VAV, Cocina y obrador VAV) (92)	1,08
89	3	Equipo frío exterior (compresor 3 líneas), en sótano	45,00
90	2	Condensador del equipo frío de 3 compresores (92)	8,00
91	1	Batidora de cremas, en cocina	0,50
92	3	Elevador Volcador, en obrador tartaleta, tartaleta hojaldre y obrador VAV	51,00
93	1	Arcón congelador, en obrador VAV	0,50
94	1	Pesadora de harina, en obrador VAV	0,10
95	2	Amasadora, en obrador VAV	15,00
96	1	Volcador, en zona obrador bizcocho	3,20
97	1	Bomba grasa, zona cocina	1,50
98	1	Laminadora automática, línea VAV	10,00
99	1	Laminador perpendicular a laminadora 101	5,00
100	2	Máquina de corte, línea VAV	2,00
101	1	Máquina de huevo, línea VAV	1,00
102	1	Retráctil, línea VAV	2,50
103	2	Bomba de agua, impulsión sótano	1,00
104	2	Clorador automático, zona sótano y pasillo lateral	0,20
105	2	Enfriadora de agua, zona obrador tartaleta y zona sótano	7,00
106	1	Compresor de aire GA15F, en sótano	15,00
107	1	Compresor de aire GA7F, en sótano	7,50
108	1	Climatización por fancoils A/A AMPLIACIÓN, RHOSS IHAEB1005000219, 45.000 W	1,50
109	1	Depósito de CO2	0,50
110	1	Depósito de N2	0,50
111	1	Horno bizcocho, PHASBE 2004C 1,2516-4M	7,00
112	1	Bomba de grasa Nº 1, fabricac. VAV, (molino y bomba)	2,80
113	1	Bomba de grasa Nº 2, fabricac. VAV, (molino y bomba)	2,80
114	1	Cerradora de bandejas, línea VAV	0,25
115	1	Cortadora de bandejas, línea VAV	0,25
116	1	Formadora de bolsas línea tartaletas	6,40
117	1	Caudalímetro electrónico, zona obrador VAV	0,10
118	1	Báscula electrónica, suelo, zona hornos carros	0,10
119	1	Báscula electrónica, mesa, en cocina	0,10
120	1	Cazo eléctrico, en cocina	1,50

Nº	Unidades	DESCRIPCIÓN	Pot. Máquinas (Kw)
121	1	Subida a torre de reposo	0,50
122	1	Bajada de torre de reposo	0,50
123	1	Batidora de huevo	0,30
124	1	Equipo frío exterior sala robot. RECOGIDA VAV (142)	0,36
125	1	Equipo frío interior sala robot, RECOGIDA VAV (141)	3,93
126	1	Retractiladora, zona horno bizcocho	3,00
127	1	Quinal de elevación para horno bizcocho	0,75
128	1	Quinal de elevación de big-bag, zona almacén, con depósito y bomba trasiego	2,25
129	1	Dosificador de microcomponentes, con 6 depósitos	7,80
130	1	Cinta retractilado film 8,4 KW	8,40
131	2	Cinta retractilado film 4,5 KW	9,00
132	2	Campana de extracción gases sobre retractiladoras	0,74
133	2	Equipos interior para frío (161) (2 unidades inter) cámara bizcocho	50,00
134	1	Equipos exterior para frío (160) cámara bizcocho, compresor 12 CV	15,98
135	1	Línea robotizada de sacado de producto y estuchado	4,00
136	1	Cinta transportadora salida producto 3,25 x 0,70 m, zona túnel N2	0,75
137	1	Cinta de baño de chocolate, zona túnel N2	0,75
138	2	Depósito de chocolate, con agitador, zona túnel N2	1,00
139	1	Cuba chocolate para aspirac. bomba, con agitador, zona túnel N2	0,37
140	5	Detector de metales	4,00
141	1	Tolva pesadora con vibrador, zona tartaletas hojaldre	0,40
142	12	Báscula electrónica, mesa	1,20
143	1	Congelador vertical	0,75
144	1	Horno eléctrico para pruebas 1, zona de cocina	6,00
145	1	Cortadora lámina bizcocho, sala fabricac. Bizcocho	15,00
146	2	Equipo frío interior sala bizcocho (190)	0,90
147	1	Equipo frío exterior sala bizcocho (189)	12,30
148	1	Equipo servidor sistemas de seguridad	3,00
149	1	Empaquetadora bizcocho, sala fabricación bizcocho	2,00
150	1	Bomba de grasa Nº 3, fabricac. VAV, (molino y bomba) RESERVA	2,80
151	1	Horno eléctrico para pruebas 2, zona de cocina	6,70
152	1	Batidora enfriadora, en obrador bizcocho	8,00
153	1	Filtro de aire, para línea moldeo chocolate, en sala moldeo chocolate	1,50
154	4	Motor Puerta corredera, accesos calle	3,00
155	2	Equipo descalcificador, en sótano y pasillo lateral	0,40
156	7	Aire acondicionado tipo split pared	12,25
157	1	Flejadora automática	0,50
158	3	Persiana Muelle carga, con motor	2,25
159	3	Adaptador plataforma muelle carga	0,90
160	6	Puerta Persiana Rápida, con motor	4,50

Nº	Unidades	DESCRIPCIÓN	Pot. Máquinas (Kw)
161	1	Bomba achique zona sótano	0,37
162	1	Motor puerta acceso garaje	0,37
163	5	Soplante para trasiego de harina	3,68
164	2	Puerta cristal corredera de acceso oficinas	1,00
165	1	Extractor aire ambiente	1,50
166	1	Mezcladora de componentes, zona obrador bizcocho	15,00
167	2	Equipo interior para frío, torre reposo VAV (212)	0,36
168	1	Equipo exterior para frío, torre reposo VAV (211)	3,38
169	1	Secador aire por convección, en altillo sobre moldeo chocolate	0,75
170	1	Secador aire por enfriamiento, en altillo sobre moldeo chocolate	1,00
171	1	Depósito de glucosa en poliéster	0,19
172	1	Taladro de columna	2,20
173	1	Amoladora	0,45
174	1	Sierra de corte	1,10
175	1	Soldadora eléctrica portatil	2,00
176	1	Turbina extractora, en pared taller	1,00
177	2	Equipos interior para frío (223) (2 unidades inter) Minibases 2	3,72
178	1	Equipo exterior para frío (222) Minibases 2	4,18
179	1	Dosificador de masas	0,74
180	1	Rodillo transversal	1,00
181	1	Laminadora multirroller	1,47
182	1	Cinta transportadora 5400x1000mm	0,37
183	1	Cinta troquelado 1800x1000mm	0,37
184	1	Cinta de recogida de masas 1800x1000mm	0,37
185	1	Línea de laminado hojaldre	4,46
186	1	Brazo robotizado dosificación de masa	12,00
187	1	brazo robotizado envasado	2,00
188	1	Horno prototipo minibases	0,75
189	1	Cinta de troquelado 2000x1000mm	0,75
190	1	Cinta de recogida de masas 2000x1000mm	0,37
191	1	Cinta de envasado 3000x500 mm	0,37
192	1	Cinta de transporte 8000x1000 mm	0,37
193	1	Troqueladora minibases 2 sobre cinta de troquelado	1,50
194	1	Ciclón horno minibases 2	1,50
195	1	Horno minibases 2	0,55
196	1	Brazo robotizado alimentación horno minibases 2	3,30
197	1	Brazo robotizado Envasado horno minibases 2	3,30
198	1	Bomba de vacío para aspiración de robots horno minibases 2	1,50
199	1	Depositadora de bandejas automática	0,55
200	1	Compresor GA26+, en sala de horno minibases 2	28,00
201	4	Aire acondicionado tipo split pared: Laboratorio I+D, despacho I+D y taller almacén.	4,36
		TOTAL MAQUINARIA DEFINITIVA EN RI TARBAL FOOD, S.L.	896,67

Tabla 18. Resumen de maquinaria.



1.4.6.1.2. - ALUMBRADO:

	Campana LED 200 W	Downlight LED 1x18 W	Luminaria LED, 60x60 cm	Pantallas led 2x20 W	Farola led 500 W	POT SALA (W)	POT ZONA (W)
Denominación	220,00	19,80	39,60	44,00	550,00		
NAVE TARTELETA-HOJALDRE							
PLANTA BAJA TARTELETA-HOJALDRE							
Sala de laminados	3,00					660,00	
Distribuidor 1	2,00					440,00	
Sala descanso 1			2,00			79,20	
Aseo mujeres 1		5,00				99,00	
Aseo hombres 1		3,00				59,40	
Almacén 1		2,00				39,60	
Recepción 1			2,00			79,20	
Sala de masas				6,00		264,00	
Sala de horneados	8,00					1.760,00	
Limpieza		1,00				19,80	
Sala estuchado 1				4,00		176,00	
Sala estuchado 2				4,00		176,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE TARTELETA-HOJALDRE							3.852,20
NAVE BIZCOCHO							
PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO							
Sala de fabricación bizcocho				8,00		352,00	
Área fabricación bizcocho	3,00					660,00	
Almacén 5		3,00				59,40	
Almacén 6-Paso	6,00					1.320,00	
Envasado y Retractilado				6,00		264,00	
Moldeo de chocolate				10,00		440,00	
Almacén 7-Paso		5,00				99,00	
Sala descanso 2		2,00				39,60	
Vestuarios Hombres 1		5,00				99,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO							3.333,00
NAVE CÁMARAS							
PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS							
Cámara conservación 1 (pequeña)				2,00		88,00	
Cámara conservación 2 (grande)	6,00					1.320,00	
Cámara congelación 1				6,00		564,00	
Cámara conservación 3 (mediana)				6,00		564,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS							2.536,00
NAVE VOL-AU-VENT							
PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT							
Sala horno 1 minibases	11,00					2.420,00	
Sala Fabricación	4,00					880,00	
Sala estuchado 4-robot				2,00		88,00	
Obrador masas 1	3,00					660,00	
Reposo 1				2,00		88,00	
Reposo 2				1,00		44,00	
Cámara conservación 3		1,00				19,80	
Cámara conservación 4		1,00				19,80	
Distribuidor 2		4,00				79,20	
Cocina				6,00		264,00	
Recibidor		1,00				19,80	
Obrador masas 2	3,00					660,00	
Oficinas			5,00			198,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT							5.440,60
NAVE ALMACÉN							
NAVE ALMACÉN							
Almacén	20,00				14,00	12.100,00	
Oficina muelles			2,00			79,20	
Taller				4,00		176,00	
Aseo 5		2,00				39,60	
TOTAL NAVE ALMACÉN						-	12.394,80
TOTAL							27.556,60

Tabla 19. Resumen de alumbrado por estancias.



Según el desglose de potencias, la potencia total instalada correspondiente a maquinaria asciende a **896,67 kW** y la potencia correspondiente a alumbrado asciende a **27,56 kW**.

Siendo la Potencia Total instalada de 924,23 kW.

RESUMEN	POT(kW)
Total instalaciones Técnicas	27,56
Total maquinaria	896,67
TOTAL POTENCIA INSTALADA	924,23

Tabla 20. Resumen de potencias.

1.4.6.2.- NIVELES LUMINOSOS EXIGIDOS SEGÚN DEPENDENCIAS Y TIPO DE LÁMPARAS

Tareas y clases de local	Iluminancia media en servicio (lux)		
	Mínimo	Recomendado	Óptimo
Zonas generales de edificios			
Zonas de circulación, pasillos	50	100	150
Escaleras, escaleras móviles, roperos, lavabos, almacenes y archivos	100	150	200
Centros docentes			
Aulas, laboratorios	300	400	500
Bibliotecas, salas de estudio	300	500	750
Oficinas			
Oficinas normales, mecanografiado, salas de proceso de datos, salas de conferencias	450	500	750
Grandes oficinas, salas de delineación, CAD/CAM/CAE	500	750	1000
Comercios			
Comercio tradicional	300	500	750
Grandes superficies, supermercados, salones de muestras	500	750	1000
Industria (en general)			
Trabajos con requerimientos visuales limitados	200	300	500
Trabajos con requerimientos visuales normales	500	750	1000
Trabajos con requerimientos visuales especiales	1000	1500	2000

Viviendas			
Dormitorios	100	150	200
Cuartos de aseo	100	150	200
Cuartos de estar	200	300	500
Cocinas	100	150	200
Cuartos de trabajo o estudio	300	500	750

Tabla 21. Niveles luminosos exigidos.

1.4.6.3.- POTENCIA ELÉCTRICA SIMULTÁNEA NECESARIA PARA EL NORMAL DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD INDUSTRIAL

Como se vio en el capítulo 1, en el sub proyecto de la instalación fotovoltaica, se obtuvo que la potencia máxima consumida según las facturas facilitadas por la empresa es de 359 kWh. Por tanto, puesto que la potencia instalada es de 924,23 kW, se estima un coeficiente de simultaneidad de 38,84%. No obstante, se tomará un 50% de simultaneidad por mayor seguridad a la hora de realizar los cálculos, lo que proporciona potencia demandada aproximada de 462,12 kW.

1.4.6.4.- DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO DE MEDIDA Y POTENCIA A CONTRATAR

Se prevé la instalación de un equipo de medida semiindirecta a cuatro hilos, trifásico.

1.4.7.- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.4.7.1.- INSTALACIONES DE ENLACE

1.4.7.1.1.- Cuadro general de mando y protección. Ubicación y características

En las instalaciones objeto, se dispone de un cuadro general de distribución de energía eléctrica, situado en la cámara de conservación 2, según planos. Desde este cuadro se distribuye energía eléctrica hacia los cuadros secundarios repartidos por toda la planta, según las necesidades de cada proceso.

1.4.7.2.- INSTALACIONES RECEPTORAS PARA MAQUINARIA Y ALUMBRADO

Se prevé la instalación de los equipos de alumbrado y maquinaria indicados en los puntos "1.4.6.1.1.- MAQUINARIA" y "1.4.6.1.2.- ALUMBRADO".

1.4.7.2.1.- Cuadros secundarios y su composición

Se dispone de 13 cuadros secundarios distribuidos por todas las estancias de la fábrica, que alimentarán a los circuitos de alumbrado y tomas de corriente para cada sala, así como a maquinaria varia. Por otro lado, se dispone de cuadros de utilización repartidos por toda la planta, para abastecer de energía eléctrica a las diferentes máquinas que intervienen en el proceso productivo.

La totalidad de cuadros eléctricos y su esquema se encuentran reflejados en los planos correspondientes.

1.4.7.2.2.- Líneas distribuidoras y sus canalizaciones

Las líneas de conexión entre el cuadro principal y los secundarios se realizan mediante bandeja perimetral no perforada. La alimentación a los receptores finales se realiza de la misma forma, cuando sea posible.

1.4.7.2.3.- Protección de receptores

La protección de los conductores eléctricos y de los receptores se hará a través de disyuntores e interruptores magnetotérmicos, según planos de esquema unifilar.



1.4.7.3.- PUESTAS A TIERRA

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _{PE} (mm ²)
	Si el conductor de protección es del mismo material que el conductor de fase
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	$\frac{S}{2}$

Tabla 22. Relación entre secciones de los conductores de protección y los conductores de fase.

1.4.7.4.- EQUIPOS DE CORRECCIÓN DE ENERGÍA REACTIVA

No será necesario ningún equipo de corrección de energía reactiva, puesto que no hay una generación considerable de ésta.

1.4.7.5.- SISTEMAS DE SEÑALIZACIÓN, ALARMA, CONTROL REMOTO Y COMUNICACIÓN

No procede.

1.4.7.6.- ALUMBRADOS DE EMERGENCIA

Se emplearán luminarias autónomas con lámpara fluorescente.

El alumbrado de emergencia será el que aparece indicado en planos.

CRITERIO DE UBICACION DE LAS LUMINARIAS:

- En todas las puertas de las salidas de emergencia.
- Próximo a las escaleras para que todos los escalones queden iluminados.
- Próximo a los cambios de nivel del suelo.
- Para iluminar todas las salidas obligatorias y señales de seguridad.
- Próximo a todos los cambios de dirección.
- Próximo a todas las intersecciones en los pasillos.
- Próximo a los equipos de extinción de fuego así como de puntos de alarma.
- En el exterior de los edificios junto a las salidas.
- En todos los aseos y servicios.



2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

A continuación se procede al desarrollo de los cálculos de los cuatro sub proyectos anteriormente descritos. Se seguirá el mismo orden que en el apartado de memoria, explicando en cada uno de ellos todos los parámetros obtenidos.

De nuevo, a excepción del sub proyecto de la fotovoltaica que carece de guion de contenidos mínimos, el contenido del apartado de cálculos se basa en 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.

2.1. CÁLCULOS DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

A continuación, se pretende exponer todo el proceso de cálculo que se ha seguido referente a la obtención de las distintas secciones de la instalación, y de las protecciones necesarias.

La tensión nominal entre los equipos inversores de corriente continua y el armario de conexión con la compañía suministradora será trifásica, a 400 V. Se fija una caída de tensión promedio máxima de 1,50 %, para limitar la pérdida de potencia en el transporte de energía en esta etapa.

2.1.1.- FÓRMULAS UTILIZADAS.

Se utilizarán las siguientes expresiones:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{W}{U \times \cos \varphi}$$

$$I = \frac{W}{U}$$

$$u = \frac{W \times L}{56 \times U \times S}$$

$$u(\%) = u \times \frac{100}{U}$$



Siendo:

- W = Potencia en W
 U = Tensión compuesta en V
 u = Caída de tensión en voltios
 L = Longitud de la línea en m
 I = Intensidad en amperios
 S = Sección del conductor en mm²
 $\cos \varphi = 1$

2.1.2.- POTENCIA INSTALADA

Se prevé la instalación de 4 equipos inversores (4x20 kW), con una potencia pico en módulos fotovoltaicos de 87 kWp.

Los módulos se dividirán en string, conectándose 4 strings de 17 módulos a cada inversor, tal y como se aclara en la siguiente tabla:

Material	LINEA NÚMERO	Nº INVERSOR	STRING	NÚMERO DE MÓDULOS	NÚMERO DE MÓDULOS TOTAL	POTENCIA DE MÓDULO (Wp)	POTENCIA STRING (Wp)	POTENCIA INVERSOR (Wp)
Cobre	1	1	1.1	17	68	320	5.440	21.760
Cobre	2		1.2	17		320	5.440	
Cobre	3		1.3	17		320	5.440	
Cobre	4		1.4	17		320	5.440	
Cobre	5	2	2.1	17	68	320	5.440	21.760
Cobre	6		2.2	17		320	5.440	
Cobre	7		2.3	17		320	5.440	
Cobre	8		2.4	17		320	5.440	
Cobre	9	3	3.1	17	68	320	5.440	21.760
Cobre	10		3.2	17		320	5.440	
Cobre	11		3.3	17		320	5.440	
Cobre	12		3.4	17		320	5.440	
Cobre	13	4	4.1	17	68	320	5.440	21.760
Cobre	14		4.2	17		320	5.440	
Cobre	15		4.3	17		320	5.440	
Cobre	16		4.4	17		320	5.440	
					272			87.040

Tabla 23. Distribución de strings en inversores.



2.1.3.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS.

El primer tramo de secciones y protecciones que hay que calcular es el existente entre los módulos y los inversores, es decir, el tramo en corriente continua.

En la siguiente tabla se muestra el resumen de secciones empleadas, así como los valores característicos del módulo fotovoltaico empleado:

CARACTERÍSTICAS MÓDULO		
Trina Solar-TSM320PEG14		
Potencia Módulo	(Wp)	320
Vmp Módulo	(V)	37,20
Imp Módulo	(A)	8,60
Voc	(V)	45,90
Isc Módulo	(A)	9,07
1,25 Isc Módulo	(A)	11,3375
Voc	(%/°C)	-0,31
Isc (%/°C)	(%/°C)	0,06

Tabla 24. Valores característicos del módulo solar empleado.

Material	LÍNEA NÚMERO	Nº INVERSOR	STRING	NÚMERO DE MÓDULOS	NÚMERO DE MÓDULOS TOTAL	POTENCIA DE MÓDULO (Wp)	POTENCIA STRING (Wp)	POTENCIA INVERSOR (Wp)	TENSION STRING (V)	INTENSIDAD (A)	DISTANCIA HORIZONTAL	DISTANCIA VERTICAL	DISTANCIA A INVERSOR (m)	COEFICIENTE CORRECTOR DE DISTANCIA	LONGITUD EQUIVALENTE (m)	SECCIÓN (mm ²)	CAÍDAS DE TENSIÓN V _{cc} (V)	CAÍDAS DE TENSIÓN V _{cc} (%)
Cobre	1	1	1.1	17	68	320	5.440	21.760	632,40	8,60	61,03	5,00	66,03	1,05	69,33	4	5,33	0,84
Cobre	2		1.2	17		320	5.440		632,40	8,60	87,74	5,00	92,74	1,05	97,38	6	4,99	0,79
Cobre	3		1.3	17		320	5.440		632,40	8,60	103,95	5,00	108,95	1,05	114,40	6	5,86	0,93
Cobre	4		1.4	17		320	5.440		632,40	8,60	110,93	5,00	115,93	1,05	121,73	6	6,23	0,99
Cobre	5	2	2.1	17	68	320	5.440	21.760	632,40	8,60	72,85	5,00	77,85	1,05	81,74	6	4,19	0,66
Cobre	6		2.2	17		320	5.440		632,40	8,60	42,86	5,00	47,86	1,05	50,25	4	3,86	0,61
Cobre	7		2.3	17		320	5.440		632,40	8,60	52,60	5,00	57,60	1,05	60,48	4	4,65	0,73
Cobre	8		2.4	17		320	5.440		632,40	8,60	90,31	5,00	95,31	1,05	100,08	6	5,12	0,81
Cobre	9	3	3.1	17	68	320	5.440	21.760	632,40	8,60	99,24	5,00	104,24	1,05	109,45	6	5,60	0,89
Cobre	10		3.2	17		320	5.440		632,40	8,60	75,46	5,00	80,46	1,05	84,48	6	4,33	0,68
Cobre	11		3.3	17		320	5.440		632,40	8,60	40,37	5,00	45,37	1,05	47,64	4	3,66	0,58
Cobre	12		3.4	17		320	5.440		632,40	8,60	32,51	5,00	37,51	1,05	39,39	4	3,03	0,48
Cobre	13	4	4.1	17	68	320	5.440	21.760	632,40	8,60	54,59	5,00	59,59	1,05	62,57	4	4,81	0,76
Cobre	14		4.2	17		320	5.440		632,40	8,60	83,48	5,00	88,48	1,05	92,90	6	4,76	0,75
Cobre	15		4.3	17		320	5.440		632,40	8,60	86,52	5,00	91,52	1,05	96,10	6	4,92	0,78
Cobre	16		4.4	17		320	5.440		632,40	8,60	44,48	5,00	49,48	1,05	51,95	4	3,99	0,63
					272			87.040			Longitud de cable 4mm ² TOTAL = 763					PROMEDIO = 0,74		
											Longitud de cable 6mm ² TOTAL = 1.797					MÁXIMA = 0,99		

Tabla 25. Cálculo de secciones en corriente continua.

Cabe destacar, que en estas líneas no se van a incorporar protecciones térmicas, puesto que los cables se han dimensionado por caída de tensión. Mediante este criterio se tiene una sección suficientemente grande como para aguantar tanto la intensidad nominal del string como la corriente de cortocircuito.



Además, se procurado que en ninguna sección la caída de tensión sea superior al 1%, para asegurar que no se llega al 1,5 estipulado anteriormente, dado que se tienen que tener en cuenta las caídas de tensión en alterna.

A continuación, el siguiente tramo a calcular es el correspondiente a la corriente alterna, es decir, el tramo entre los inversores y el cuadro de general de protecciones Vca, y entre este y el cuadro general de baja tensión.

MATERIAL	LINEA Vac	INVERSOR	AGRUPACIÓ N	VOLTAJE (V)	FACTOR DE POTENCIA	POTENCIA INVERSOR (W)	INTENSIDAD (A)	LONGITUD (m)	COEF CORRECTOR DISTANCIA	LONGITUD EQUIVALENT E (m)	SECCIÓN (mm ²)	CAÍDA DE TENSIÓN (V)	CAIDA DE TENSIÓN (%)
Cobre	1	1	1	400	1	20000	28,87	3,00	1,05	3,15	6	0,47	0,12
Cobre	2	2	1	400	1	20000	28,87	3,00	1,05	3,15	6	0,47	0,12
Cobre	3	3	1	400	1	20000	28,87	3,00	1,05	3,15	6	0,47	0,12
Cobre	4	4	1	400	1	20000	28,87	3,00	1,05	3,15	6	0,47	0,12

Tabla 26. Caída de tensión Vca entre cada inversor y el cuadro de agrupación de inversores.

Sin embargo, en este tramo ya se hace necesaria la inclusión de protecciones frente a sobrecargas. Dichas protecciones se han calculado en base a los criterios de cálculo mostrados en la Tabla 27.

Material	Tipo Canalización	Iz (A)	Iz > 1,25 Ib	(V)	%	Cdt AC	In	1,25 Ib < In < Iz'
Cobre	E	46	CUMPLE CRITERIO	0,469	0,12%	CUMPLE CRITERIO	40	CUMPLE CRITERIO
Cobre	E	46	CUMPLE CRITERIO	0,469	0,12%	CUMPLE CRITERIO	40	CUMPLE CRITERIO
Cobre	E	46	CUMPLE CRITERIO	0,469	0,12%	CUMPLE CRITERIO	40	CUMPLE CRITERIO
Cobre	E	46	CUMPLE CRITERIO	0,469	0,12%	CUMPLE CRITERIO	40	CUMPLE CRITERIO

Tabla 27. Criterios de intensidad y caída de tensión.



Siendo:

- Ib → Intensidad de diseño del circuito según previsión de cargas.
- Iz → Intensidad máxima admisible por el cable.
- In → Intensidad del dispositivo de protección.

Como se observa, se ha seleccionado una sección de cable y un calibre de magnetotérmico que cumplan con las restricciones:

$$I_z > 1,25 I_b$$

$$1,25 I_b < I_n < I_z$$

Es por ello que, teniendo una intensidad de cálculo de 28,87 A, y suponiendo una canalización tipo E, se emplea una sección de 6 mm², cuya intensidad máxima admisible es de 46 A. Ello implica utilizar un interruptor magnetotérmico de 40 A, para asegurar cumplir con las restricciones anteriores. En la siguiente figura se muestra la tabla de intensidades máximas admisibles para las secciones, según el tipo de canalización del cable. En rojo, la selección realizada para cables trifásicos de polietileno reticulado (XLTE – 0,6/1 kV):

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
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

Figura 22. Tabla de intensidades máximas.



Además, se incorporarán interruptores diferenciales en cada línea de 30 mA de sensibilidad, y de 63 A de corriente máxima admisible.

De igual forma, nótese cómo se ha introducido un coeficiente de mayoración del 5% para la longitud, a modo de tener mayor seguridad a la hora de dimensionar el calibre de las protecciones.

Finalmente, queda por calcular el tramo de conexión entre el cuadro de agrupación de inversores y el cuadro general de baja tensión. Para ello, se ha introducido en los cálculos una longitud de 10 metros, puesto que se instalarán ambos cuadros uno junto a otro.

Para este tramo se introducirá un interruptor automático de 160 A en cabeza, mientras que en el final de línea se ha optado por un interruptor tipo "Vigi", que integra la protección térmica con la diferencial. Será de 160 A, como el anterior, y la protección diferencial regulable desde 300 mA hasta 3 A.

MATERIAL	LÍNEA CONCENTR.	POTENCIA (W)	TENSION (V)	FACTOR DE POTENCIA	INTENSIDAD (A)	LONGITUD (m)	COEFICIENTE CORRECTOR DISTANCIA	LONGITUD EQUIVALENT E (m)	NUMERO DE CABLES	SECCION (mm2)	INTENSIDAD ADMISIBLE (A)	CAIDA DE TENSION (V)	CAIDA DE TENSION (%)
Cobre	1	80000	400	1	115,47	10	1,05	10,5	1	70,00	199	0,54	0,13

Tabla 28. Pérdidas de tensión Vca entre cuadro de agrupación de inversores y punto de conexión.

Y la justificación de la sección y las protecciones:

Material	Tipo Canalización	Iz (A)	Iz > 1,25 Ib	(V)	%	Cdt AC	In	1,25 Ib < In < Iz
Cobre	E	199	CUMPLE CRITERIO	0,536	0,13%	CUMPLE CRITERIO	160	CUMPLE CRITERIO

Tabla 29. Criterios de intensidad y caída de tensión (2).

Como se observa, en ningún caso las caídas de tensión totales, entendiendo estas como la suma de las existentes en continua más las de alterna, son superiores al 1,5%, habiéndose ajustado estas al máximo con las secciones seleccionadas.



2.2.- CÁLCULOS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE ALTA TENSIÓN

2.2.1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

De acuerdo con los datos aportados por el fabricante del conductor, y teniendo en cuenta el vigente Reglamento de L.A.A.T., así como la Recomendación UNESA 3.403, los valores de los diversos parámetros a tener en cuenta serán los que se exponen a continuación.

2.2.1.1.- PREVISIÓN DE POTENCIA

La línea de alta tensión objeto del presente proyecto deberá ser capaz de abastecer a un transformador de 630 kVA. Por tanto, la potencia que la línea deberá ser capaz de transportar es de 630 kVA.

2.2.1.2.- DENSIDAD MÁXIMA DE CORRIENTE

La elección del conductor a utilizar se realizará atendiendo a la intensidad de corriente que circula por la línea. Estimando un factor de potencia de 0,9, tendremos:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \varphi} = \frac{630 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 10^3 \cdot 0,9} = 20,21 \text{ A}$$

Dado que el conductor previsto para la línea subterránea es el AL HEPRZ1 240 mm², cuya intensidad máxima admisible para canalizaciones enterradas bajo tubo según datos del fabricante es de 345 A., la densidad máxima será:

$$d_{\max} = \frac{345}{240} = 1,48 \text{ A/mm}^2$$

2.2.1.3.- REACTANCIA

La reactancia de la línea subterránea, de acuerdo con las tablas de la Cía. Suministradora y para la sección de 240 mm² en aluminio, es de 0,105 Ohm/Km.

La longitud total de la línea subterránea, considerando el entronque A/S y la entrada a CT, es de:

$$7,5 + 9,75 = 17,25 \text{ m.}$$



Por lo tanto:

$$X_{LSAT} = 0,105 * 0,01725 = 0,00181 \Omega$$

2.2.1.4.- CAÍDA DE TENSIÓN

Según datos del fabricante, para el AL HEPRZ1 - 12/20 kV - 240 mm² la resistencia kilométrica es de 0,169 Ω /Km, por lo tanto:

$$R_{LSAT} = 0,169 * 0,01725 = 0,0029 \Omega$$

La caída de tensión se obtendrá mediante:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times (R \times \cos \varphi + X \times \text{sen} \varphi)$$

donde:

ΔU = Caída de la tensión compuesta, expresada en voltios

I = Intensidad de la línea en amperios

X = Reactancia en ohmios

R = Resistencia en ohmios

φ = Angulo de desfase

Sustituyendo:

$$\Delta U_{LSAT} = \sqrt{3} \times I \times (R_{LSAT} \times \cos \varphi + X_{LSAT} \times \text{sen} \varphi) = \sqrt{3} * 20,21 * (0,0029 * 0,9 + 0,00181 * 0,436) = 0,12V$$

2.2.1.5.- OTRAS CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

2.2.1.5.1 Corriente de cortocircuito.

Su determinación se realizará mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc1} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \times U_1}$$

Siendo:

I_{cc1} = Intensidad de cortocircuito primaria del trafo, en KA.

P_{cc1} =. Potencia de cortocircuito de la red (350 MVA)



$U1 =$ Tensión primaria en KV.

Pasando a realizar los cálculos correspondientes, se tiene:

$$I_{cc1} = 10,11 \text{ KA.}$$

Conductor AL HEPRZ1 – 12/20 Kv -240 mm²

El valor máximo de I_{cc1} admisible, dado por el fabricante para cables de aislamiento seco siendo para el tiempo de duración del cortocircuito (establecido por Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.) de 0,5 segundos, para la sección adoptada de 240 mm² será 31,9 KA > 10,11 KA.

Así queda justificado el empleo de la sección adoptada.

2.2.1.6.- TABLAS RESULTADO

Se muestra a continuación una tabla resumen con los cálculos obtenidos:

MAGNITUD	VALOR	UNIDAD
Potencia prevista	630	kVA
Intensidad en la línea	20,21	A
Intensidad máxima admisible en el conductor	345	A
Densidad de corriente máxima admisible en el conductor	1,48	A/mm ²
Reactancia de la línea	0,00181	Ω
Resistencia de la línea	0,0029	Ω
Caída de tensión en la línea	0,12	V
Intensidad de cortocircuito	10,11	kA

Tabla 30. Resumen de resultados.



2.2.1.7 ANÁLISIS DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR POR TUBERÍAS, RAÍLES, VALLAS, CONDUCTORES DE NEUTRO, BLINDAJES DE CABLES, CIRCUITOS DE SEÑALIZACIÓN Y DE LOS PUNTOS ESPECIALMENTE PELIGROSOS, Y ESTUDIO DE LAS FORMAS DE ELIMINACIÓN O REDUCCIÓN:

Los únicos elementos de los enumerados capaces de transferir tensiones al exterior serían los blindajes de los cables subterráneos, los cuales quedarán conectados a tierra de forma que, en caso de defecto a masa, se eviten tensiones peligrosas.



2.3.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DEL CT 630 KVA.

2.3.1.- INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN CT

En un sistema trifásico, la intensidad primaria I_p viene determinada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador (630 kVA)

U = Tensión compuesta primaria (20 kV).

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_p = \frac{630}{\sqrt{3} * 20} = 18,19 A$$

2.3.2.- INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

En un sistema trifásico la intensidad secundaria I_s viene determinada por la expresión:

$$I_s = \frac{S - W_{fe} - W_{cu}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro. Se van a considerar nulas.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos. Se van a considerar nulas.

U = Tensión compuesta en carga del secundario en kilovoltios = 0,4 kV.

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

$$I_s = \frac{630}{\sqrt{3} * 0,4} = 909,33 A$$



2.3.3.- CORTOCIRCUITOS

2.3.3.1.- OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución.

2.3.3.2.- CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito se usarán las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U_p}$$

Siendo:

- S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.
 - U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
 - I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.
- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de alta tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S \times 100}{\sqrt{3} \times U_{cc}(\%) \times U_s}$$

Siendo:

- S = Potencia del transformador en KVA.
- $U_{cc}(\%)$ = Tensión de cortocircuito en % del transformador. (4% en nuestro caso)
- U_s = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.
- I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.



2.3.3.3.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U_p} = \frac{350}{\sqrt{3} * 20} = 10,10KA$$

2.3.3.4.- CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente y sustituyendo valores, tendremos:

$$I_{ccs} = \frac{S \times 100}{\sqrt{3} \times U_{cc} (\%) \times U_s} = \frac{630 \times 100}{\sqrt{3} \times 4 \times 400} = 22,73KA$$

2.3.4.- CÁLCULO DEL DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

Las características del embarrado son:

- Intensidad asignada : 400 A.
- Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.
- Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

Por lo tanto dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

2.3.4.1.- COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por una empresa homologada conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.



2.3.4.2.- COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

Según la MIE-RAT 05, la resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\text{máx}} \geq (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W)$$

siendo:

- $\sigma_{\text{máx}}$ = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².
- I_{ccp} = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.
- L = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.
- d = Separación entre fases, en cm.
- W = Módulo resistente de los conductores, en cm³.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por una empresa homologada conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

2.3.4.3.- CÁLCULO POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:

$$I_{\text{th}} = a \cdot S \cdot \sqrt{(DT / t)}$$

siendo:

- I_{th} = Intensidad eficaz, en A.
- $a = 13$ para el Cu.
- S = Sección del embarrado, en mm².
- DT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.
- t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.



Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por una empresa homologada conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16 \text{ kA durante } 1 \text{ s.}$$

2.3.5.- SELECCIÓN DE FUSIBLES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

2.3.5.1.- PROTECCIONES EN ALTA TENSIÓN

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo éstos los que efectúan la protección ante cortocircuitos. Estos fusibles son limitadores de corriente, produciéndose su fusión antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío.
- Soportar la intensidad nominal en servicio continuo.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia, según norma Iberdrola N.I. 75.06.31:

Cartuchos fusibles apropiados para cada transformador: serie 24 kV

Tensión de red kV	Potencia del transformador kVA			
	250	400	630	1000
11	25	40	63	100
13,2	25	40	63	100
15	25	40	63	100
20	25	40	63	100

Tabla 31. Cartuchos apropiados para cada transformador, serie 24 kV.

Para S=630 KVA y U=20KV, fusibles de 63 A



2.3.5.2.- PROTECCIONES EN BAJA TENSIÓN

En el compartimiento de baja tensión del Centro de Transformación se instala un cuadro de baja tensión, que permite un seccionamiento general de la acometida, mediante un interruptor magnetotérmico de 1250 A.

2.3.6.- DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

El procedimiento de cálculo empleado será el recomendado por Siemens para el transformador que se pretende instalar.

Las pérdidas térmicas en cada transformador vienen dadas por la siguiente expresión:

$$P_v(kW) = P_o + 1,1 * P_{k120}$$

Siendo:

- P_o = Pérdidas en vacío, en este caso 1,03 kW
- P_{k120} = Pérdidas en cortocircuito a 120°C, en este caso 6,5 kW

Por lo tanto, las pérdidas térmicas totales a evacuar en el recinto serán:

$$Q_v(kW) = \sum P_v$$

Sustituyendo los valores obtenemos:

$$P_v(kW) = P_o + 1,1 \cdot P_{k120} = 1,03 + 1,1 \cdot 6,5 = 8,18 kW$$

Como solo se instalará un transformador, las pérdidas térmicas totales son de 8,18 kW.

Las pérdidas térmicas capaces de evacuar las turbinas se obtienen de la siguiente ecuación:

$$Q_v'(kW) = n_{turbinas} * V_l * C_{PL} * \rho_L * \Delta\theta_L$$

Siendo:



- N_{turbinas} = número de turbinas del CT. En nuestro caso 1 unidad.
- V_L = Caudal de aire de la turbina en m³/s. En nuestro caso 4200 m³/h
- C_{PL} = Capacidad térmica del aire. 1,015 kW/kg K
- ρ_L = Densidad específica del aire a 20°C. 1,18 kg/m³.
- $\Delta\theta_L$ = Incremento de temperatura del aire (K). En nuestro caso 10 K.

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior, se obtiene:

$$Q_v(kW) = n_{\text{turbinas}} \cdot V_L \cdot C_{PL} \cdot \rho_L \cdot \Delta\theta_L = 13000 / 3600 \cdot 1,015 \cdot 1,18 \cdot 10 = 9,98kW$$

Comparando los valores obtenidos anteriormente, se desprende que con un caudal de aire de 3000 m³/h de la turbina es suficiente para asegurar la evacuación de la potencia térmica generada por el transformador.

2.3.7.- DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 760 l de capacidad para el transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

2.3.8.- CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.3.8.1.- INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Se estima resistividad media superficial del terreno de $\rho = 200 \Omega \times m$ para una naturaleza del terreno tipo cultivable de fertilidad media, admitiendo que se trata de un terreno homogéneo.

2.3.8.2.- DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro.-

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.



Tipo de protecciones en el origen de la línea.

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- | | |
|---|---------------------------|
| - Tensión de servicio, | $U = 20.000 \text{ V.}$ |
| - Puesta a tierra del neutro: | Zig-Zag. |
| - Intensidad máxima de defecto a tierra permitida: | 500 A |
| - Reactancia equivalente de puesta a tierra del neutro: | $X_{LTH} = 25.4 \ \Omega$ |
| - Características de actuación de las protecciones: | $I_D * t = 400$ |

2.3.8.3.- DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo, y en normas de Iberdrola.

TIERRA DE PROTECCIÓN

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores. Nunca se conectarán a ésta tierra ni a ninguna las puertas metálicas de acceso ni las rejillas metálicas de ventilación, ya que no tienen la posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación eléctrica.

El electrodo de puesta a tierra estará formado por un anillo enterrado horizontalmente alrededor del centro, y un picas enterradas verticalmente. El tamaño del anillo y el nº. de picas dependerá del tipo de edificio prefabricado de superficie, del grado de aislamiento de los elementos de BT, de la resistividad del terreno y de la corriente máxima de defecto, valor aportado por la cía. Suministradora.



La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0.6/1 kV protegido contra daños mecánicos. En la siguiente tabla se muestran los valores de sección recomendados por Iberdrola.

SECCION DE MATERIALES		
LINEA DE TIERRA		COBRE AISLADO: 50 mm ² DE SECCION, TIPO DN-RA 0,6/1 kV COBRE DESNUDO: 95 mm ² DE SECCION
ELECTRODO DE PaT	BUCLE	COBRE DESNUDO: 95 mm ² DE SECCION
	PICAS	COBRE: 14,6 mm DE DIAMETRO Y 2 m DE LONGITUD

Tabla 32. Recomendación Unesa para sección de línea de tierra.

Se tomará por tanto un cable de cobre aislado de 95 mm².

TIERRA DE SERVICIO

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Siguiendo las recomendaciones anteriores, se tomará para la puesta a tierra de servicio picas en hilera de diámetro 14,6 mm y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 95 mm² de sección.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará también con cable de Cu de 95 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico.

2.3.8.4.- CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, $U = 20.000 \text{ V.}$
- Puesta a tierra del neutro: Zig-Zag.
- Intensidad máxima de defecto a tierra permitida: 500 A
- Reactancia equivalente de puesta a tierra del neutro: $X_{LTH} = 25.4 \Omega$
- Características de actuación de las protecciones: $I_D * t = 400$



- Características del terreno:
 - ρ Terreno ($\Omega \cdot m$): 200.
 - ρ Hormigón ($\Omega \cdot m$): 3000.

TIERRA DE PROTECCIÓN

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (R_t), la intensidad y tensión de defecto (I_d , U_d), se utilizarán las siguientes expresiones:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r \cdot \rho(\Omega)$$

- Intensidad de defecto, I_d :

$$I_d = \frac{1,1 * U_f}{\sqrt{3} * \sqrt{R_t^2 + X_{LTH}^2}} (A)$$

- Tensión de defecto, U_d :

$$U_d = I_d \cdot R_t (V)$$

- Tiempo de actuación de las protecciones, t :

$$I_d \cdot t = 400$$

A la hora de la elección del electrodo, se tomará uno de entre los ofrecidos por la tabla A1.4 del Anexo I del MT 2.11.33(14-02) de Iberdrola. Principalmente se toma una configuración cuya geometría sea compatible con las medidas del centro de transformación que se pretende instalar. En este caso, se tiene:

- Designación del electrodo (Iberdrola): CPT-CT-A-(3.5x4.5)+8P2
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 3.5x4.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.
- Longitud de las picas (m): 2.



Designación del electrodo	ρ max (Ω.m)											$\left(\frac{K_r}{\Omega \cdot m}\right)$	$\left(\frac{K_{p,t-t}}{(\Omega \cdot m) \cdot A}\right)$	$\left(\frac{K_{p,a-t}}{(\Omega \cdot m) \cdot A}\right)$	
	pantallas conectadas a un apoyo			pantallas conectadas a un CT											
	20 kV con I _{IFP} =2228A	20 kV con I _{IFP} =1000A	<20 kV o 20 kV con I _{IFP} =500 A	20 kV con I _{IFP} =2228 A			20 kV con I _{IFP} =1000 A			20 kV con I _{IFP} =500 A					<20 kV
				N=2	N=4	N=8	N=1	N=2	N=4	N=1	N=2				
CPT-CT-A-(3.5x3.5)+8P2	100	300	500	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08784	0,01932	0,04403
CPT-CT-A-(3.5x4)+8P2	100	300	500	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08465	0,01843	0,04224
CPT-CT-A-(3.5x4.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08175	0,01764	0,04063
CPT-CT-A-(3.5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07911	0,01695	0,03917
CPT-CT-A-(4x4)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,08164	0,01751	0,04056
CPT-CT-A-(4x4.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07892	0,01678	0,03905
CPT-CT-A-(4x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07643	0,01613	0,03768
CPT-CT-A-(4.5x4.5)+8P2	100	300	600	200	400	700	300	500	900	700	1000	1000	0,07634	0,01598	0,03763
CPT-CT-A-(4.5x5)+8P2	100	300	600	200	400	700	400	500	900	800	1000	1000	0,07399	0,01537	0,03634

Tabla 33. Tabla A1.4.1. del anexo I del MT 2.11.3 (14-02).

Hay que destacar que la tabla A1.4 corresponde con centros de transformación compactos en edificio prefabricado de superficie (CTC)

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia:

$$K_r(\Omega / \Omega \cdot m) = 0,08175$$

- De la tensión de paso:

$$K_v(V / ((\Omega \cdot m) \cdot A)) = 0,01764$$

- De la tensión de contacto exterior:

$$K_c(V / ((\Omega \cdot m) \cdot A)) = 0,04063$$

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = 16,35\Omega$$

$$I_d = 420,48\Omega$$

$$U_d = 6.874,84V$$

$$t = 0,95s$$



TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia:

$$Kr(W / W \cdot m) = 0,135$$

Sustituyendo valores:

$$Rt - \text{neutro} = Kr \cdot \rho(\Omega) = 0,135 \cdot 200 = 27\Omega$$

La recomendación UNESA impone un valor máximo de 37 Ω para la puesta a tierra del neutro, por lo que cumplimos con dicha condición.

2.3.8.5.- CÁLCULO DE TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$Up = Kp \cdot \rho \cdot Id = 0,01764 \cdot 200 \cdot 420,48 = 1483,45V$$



2.3.8.6.- CÁLCULO DE TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

El piso del Centro estará constituida por un mallazo electrosoldado. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, está sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U_{pacc} = Kc \cdot \rho \cdot Id = 0,04063 \cdot 200 \cdot 420,48 = 3.416,82V$$

2.3.8.7.- CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

Para la determinación de los valores admisibles de la tensión de paso en el exterior, y en el acceso al Centro de seccionamiento y protección, emplearemos las siguientes expresiones:

$$U_{pad} = 10U_{ca} * \left[1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_s}{1000} \right]$$

$$U_{paccad} = 10U_{ca} * \left[1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_s + 3\rho_s^*}{1000} \right]$$

Siendo:

- U_{ca} = Tensión de contacto admisible según la tabla 1 de la ITC-RAT-13.

Para

$$t=1 \text{ s} \rightarrow U_{ca} = 107 \text{ V}$$



Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
0.60	185
0.70	165
0.80	146
0.9	126
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Tabla 34. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada U_{ca} en función de la duración de la corriente de falta t_f (s).

- R_{a1} = Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. (2000 Ω)
- p_s = Resistividad del terreno cerca de la superficie.
- p_s^* = Resistividad de la capa superficial (Hormigón; $p_s^*=3000 \Omega \cdot m$).

Sustituyendo valores en cada caso, tendremos:

Para la consideración de calzado ($R_{a1}=2000\Omega$):

$$U_{pad} = 6.634V$$

$$U_{paccad} = 15.622V$$

Para la consideración sin calzado ($R_{a1}=0 \Omega$):

$$U_{pad}' = 2.354V$$

$$U_{paccad}' = 11.342V$$

Los resultados obtenidos se presentan en la Tabla 33:



Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p=1.483,45 \text{ V}$	\leq	$U_{pad}=6.634 \text{ V}$ $U_{pad}'=2.354 \text{ V}$
Tensión de paso en el acceso	$U_{pacc}=3.416,82 \text{ V}$	\leq	$U_{paccad}=15.622 \text{ V}$ $U_{paccad}'=11.342 \text{ V}$
Tensión de defecto	$U_d=6.874,84 \text{ V}$	\leq	$U_{bt}=8.000 \text{ V}$
Intensidad de defecto	$I_d=420,48 \text{ A}$	$>$	$I_{dm\acute{a}x}=500 \text{ A}$

Tabla 35. Resultados obtenidos.

2.3.8.8.- INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para el caso en estudio no se prevé la existencia de ningún medio de transferencia de tensiones al exterior, por lo que no será necesaria la realización de un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, con el objeto de garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima D_{\min} , entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio, determinada por la expresión:

$$D_{\min} = \frac{\rho \times I_d}{2.000 \times \pi}$$

Siendo:

ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot \text{m} = 200 \Omega \cdot \text{m}$

I_d = Intensidad de defecto en A = 420,48 A.

El valor de dicha distancia es:

$$D_{\min} = 13,38 \text{ m.}$$

2.3.8.9.- CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado. No obstante, si el valor medido de las tomas de tierra resultara elevado y pudiera dar lugar a tensiones de paso o contacto excesivas, se corregirían estas mediante la disposición de alfombra aislante del suelo en el Centro de Transformación, o cualquier otro medio que asegure la no peligrosidad de estas tensiones.



2.4.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.

Se desarrollan a continuación todos los cálculos referentes a la instalación de baja tensión del resto de la fábrica.

2.4.1.- TENSIÓN NOMINAL Y CAIDA DE TENSIÓN MÁXIMA ADMISIBLE.

La tensión nominal es trifásica, a 400 V para el suministro, y la caída de tensión máxima admisible será, según ITC-BT-19, menor del 3 por 100 de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 por 100 para los demás usos, con un 1 por 100 para la derivación individual.

2.4.2.- FÓRMULAS UTILIZADAS

Se utilizarán las expresiones siguientes:

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} \Rightarrow \text{(Trifásica)}$$

$$I = \frac{W}{U \times \cos \varphi} \Rightarrow \text{(Monofásica)}$$

$$u = \frac{W \times L}{56 \times U \times S} \Rightarrow \text{Trifásica, Cu.}$$

$$u = \frac{2 \times W \times L}{56 \times U \times S} \Rightarrow \text{Monofásica, Cu.}$$

$$u(\%) = u \times \frac{100}{U}$$

Siendo:

W = Potencia en W.

U = Tensión compuesta en V.

u = Caída de tensión en voltios

L = Longitud de la línea en m.

I = Intensidad en amperios

S = Sección del conductor en mm²



$$\cos \varphi = 0,90$$

$$\text{sen } \varphi = 0,43$$

$$\text{tg } \varphi = 0,48$$

2.4.3.- POTENCIA TOTAL INSTALADA Y DEMANDAS. COEFICIENTE DE SIMULTANEIDAD

La potencia total prevista para la instalación es de 924,23 kW:

RESUMEN	POT(kW)
Total instalaciones Técnicas	27,56
Total maquinaria	896,67
TOTAL POTENCIA INSTALADA	924,23

Tabla 36. Resumen de potencias desglosado.

2.4.3.1.- RELACIÓN DE RECEPTORES DE ALUMBRADO, CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA ELÉCTRICA

	Campana LED 200 W	Downlight LED 1x18 W	Luminaria LED, 60x60 cm	Pantallas led 2x20 W	Farola led 500 W	POT SALA (W)	POT ZONA (W)
Denominación	220,00	19,80	39,60	44,00	550,00		
NAVE TARTAleta-HOJALDRE							
PLANTA BAJA TARTAleta-HOJALDRE							
Sala de laminados	3,00					660,00	
Distribuidor 1	2,00					440,00	
Sala descanso 1			2,00			79,20	
Aseo mujeres 1		5,00				99,00	
Aseo hombres 1		3,00				59,40	
Almacén 1		2,00				39,60	
Recepción 1			2,00			79,20	
Sala de masas				6,00		264,00	
Sala de horneados	8,00					1.760,00	
Limpieza		1,00				19,80	
Sala estuchado 1				4,00		176,00	
Sala estuchado 2				4,00		176,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE TARTAleta-HOJALDRE							3.852,20
NAVE BIZCOCHO							
PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO							
Sala de fabricación bizcocho				8,00		352,00	
Área fabricación bizcocho	3,00					660,00	
Almacén 5		3,00				59,40	
Almacén 6-Paso	6,00					1.320,00	
Envasado y Retractilado				6,00		264,00	
Moldeo de chocolate				10,00		440,00	
Almacén 7-Paso		5,00				99,00	
Sala descanso 2		2,00				39,60	
Vestuarios Hombres 1		5,00				99,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE BIZCOCHO							3.333,00
NAVE CÁMARAS							
PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS							
Cámara conservación 1 (pequeña)				2,00		88,00	
Cámara conservación 2 (grande)	6,00					1.320,00	
Cámara congelación 1				6,00		564,00	
Cámara conservación 3 (mediana)				6,00		564,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE CÁMARAS							2.536,00
NAVE VOL-AU-VENT							
PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT							
Sala horno 1 minibases	11,00					2.420,00	
Sala Fabricación	4,00					880,00	
Sala estuchado 4-robot				2,00		88,00	
Obrador masas 1	3,00					660,00	
Reposo 1				2,00		88,00	
Reposo 2				1,00		44,00	
Cámara conservación 3		1,00				19,80	
Cámara conservación 4		1,00				19,80	
Distribuidor 2		4,00				79,20	
Cocina				6,00		264,00	
Recibidor		1,00				19,80	
Obrador masas 2	3,00					660,00	
Oficinas			5,00			198,00	
TOTAL PLANTA BAJA NAVE VOL-AU-VENT							5.440,60
NAVE ALMACÉN							
NAVE ALMACÉN							
Almacén	20,00				14,00	12.100,00	
Oficina muelles			2,00			79,20	
Taller				4,00		176,00	
Aseo 5		2,00				39,60	
TOTAL NAVE ALMACÉN						-	12.394,80
TOTAL							27.556,60

Tabla 37. Resumen de potencia de alumbrado con elementos.



2.4.3.2.- RELACIÓN DE MAQUINARIA CONSUMIDORA Y SU POTENCIA ELÉCTRICA

Según apartado 1.4.6.1.2.- POTENCIA ELÉCTRICA PREVISTA EN MAQUINARIA

2.4.3.3.- RELACIÓN DE RECEPTORES DE OTROS USOS, CON INDICACIÓN DE SU POTENCIA ELÉCTRICA

No procede para las instalaciones en estudio.

2.4.5.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LOS DIVERSOS CIRCUITOS2.4.5.1.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE LOS CIRCUITOS Y LÍNEAS

Para la potencia prevista de las líneas a instalar, se realizan los cálculos recogidos en las tablas que se presentan seguidamente:

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
DERIVACION IND.	405591	140	3(4x150+TTx95)Cu	731.8	780	1.69	1.69	3(160)
CUADRO C1	34277	105	4x25+TTx16Cu	61.85	108	1.77	3.47	
CUADRO C-2	39445	101	4x50+TTx25Cu	71.17	162	0.96	2.65	
CUADRO C-3	27045	60	4x10+TTx10Cu	48.8	63	2.09	3.78	
CUADRO C-4	27765	43	4x16+TTx16Cu	50.1	85	0.92	2.61	
CUADRO C-5	26298	23	4x16+TTx16Cu	47.45	85	0.46	2.16	
CUADRO C-6	58815	32	4x35+TTx16Cu	106.12	133	0.7	2.39	
CUADRO C-7	43610	67	4x16+TTx16Cu	78.68	85	2.45	4.15	
CUADRO C-8	54560	78	4x25+TTx16Cu	98.44	108	2.28	3.97	
CUADRO C-9	13265	73	4x6+TTx6Cu	23.93	46	1.97	3.66	
CUADRO C-10	13799	101	4x10+TTx10Cu	24.9	63	1.67	3.36	
CUADRO C-11	41225	108	4x25+TTx16Cu	74.38	108	2.25	3.94	
CUADRO C-12	3865	119	4x16+TTx16Cu	6.97	85	0.33	2.03	
CUADRO C-13	21622	96	4x16+TTx16Cu	39.01	85	1.57	3.26	

Tabla 38. Líneas de cuadro general de mando y protección.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
DERIVACION IND.	140	3(4x150+TTx95)Cu	12	15	3793.03	287.82			800
CUADRO C1	105	4x25+TTx16Cu	8.42	10	727.23	24.17			63;C
CUADRO C-2	101	4x50+TTx25Cu	8.42	10	1256.98	32.36			80;C
CUADRO C-3	60	4x10+TTx10Cu	8.42	10	539.32	7.03			50;C
CUADRO C-4	43	4x16+TTx16Cu	8.42	10	1027.92	4.95			63;C
CUADRO C-5	23	4x16+TTx16Cu	8.42	10	1559.82	2.15			50;C
CUADRO C-6	32	4x35+TTx16Cu	8.42	10	1989.08	6.33			125;C
CUADRO C-7	67	4x16+TTx16Cu	8.42	10	728.99	9.85			80;B
CUADRO C-8	78	4x25+TTx16Cu	8.42	10	919.28	15.12			100;B
CUADRO C-9	73	4x6+TTx6Cu	8.42	10	286	9			25;C
CUADRO C-10	101	4x10+TTx10Cu	8.42	10	339.44	17.75			25;C
CUADRO C-11	108	4x25+TTx16Cu	8.42	10	710.72	25.3			80;B
CUADRO C-12	119	4x16+TTx16Cu	8.42	10	447.03	26.2			16;C
CUADRO C-13	96	4x16+TTx16Cu	8.42	10	539.32	18			40;C

Tabla 39. Cálculos de cortocircuitos en cuadro general de mando y protección.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tot al (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
AG-1	1754	0.3	4x10Cu	3.16	63	0	3.47	
0101-ALUMB 1	240	18	2x1.5+TTx1.5Cu	1.04	21	0.2	3.67	
0102-ALUMB 2	1072	75	2x6+TTx6Cu	4.66	52	0.94	4.41	
0103-ALUMB 3	342	60	2x1.5+TTx1.5Cu	1.49	21	0.96	4.43	
0104-EMERG 1	100	80	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	21	0.37	3.84	
AG-2	31500	0.3	4x16Cu	56.83	63	0.01	3.47	
0105-ENFRIADORA	7000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	12.63	27	0.68	4.15	
0106-AMASADORA	7500	20	4x2.5+TTx2.5Cu	13.53	27	0.73	4.2	
0107-ELEVADOR VOLC	17000	20	4x4+TTx4Cu	30.67	36	1.12	4.59	
AG-3	8900	0.3	4x10Cu	16.06	63	0	3.47	
0108-TC SALA MASAS	3500	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.31	27	0.49	3.96	
0109-TC ZONA OFIC	3000	60	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	27	0.84	4.31	
0110-MAQ EXPEND	2400	65	4x2.5+TTx2.5Cu	4.33	27	0.73	4.2	
AG-4	9970	0.3	4x4Cu	17.99	36	0.01	3.47	
0111-SPLIT OFIC	3500	65	4x2.5+TTx2.5Cu	6.31	27	1.07	4.54	
0112-FRIO TARTALETA	6470	35	4x2.5+TTx2.5Cu	11.67	27	1.09	4.56	
AG-5	16430	0.3	4x4Cu	29.64	36	0.02	3.48	
0113-CU NAVE IZDA 1	7000	65	4x2.5+TTx2.5Cu	12.63	27	2.2	5.68	
0114-FRIO OBRADOR	9430	40	4x2.5+TTx2.5Cu	17.01	27	1.88	5.36	

Tabla 40. Líneas de subcuadro C1.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-1	0.3	4x10Cu	1.61		723.03	3.91			
0101-ALUMB 1	18	2x1.5+TTx1.5Cu	1.6	4.5	218.39	0.96			10;C
0102-ALUMB 2	75	2x6+TTx6Cu	1.6	4.5	212.22	16.35			10;C
0103-ALUMB 3	60	2x1.5+TTx1.5Cu	1.6	4.5	83.07	6.67			10;B
0104-EMERG 1	80	2x1.5+TTx1.5Cu	1.6	4.5	64.14	11.18			10;B
AG-2	0.3	4x16Cu	1.61		724.97	6.44			
0105-ENFRIADORA	20	4x2.5+TTx2.5Cu	1.61	4.5	284.92	1.57			16;C
0106-AMASADORA	20	4x2.5+TTx2.5Cu	1.61	4.5	284.92	1.57			16;C
0107-ELEVADOR VOLC	20	4x4+TTx4Cu	1.61	4.5	368.92	2.4			32;C
AG-3	0.3	4x10Cu	1.61		723.03	3.91			
0108-TC SALA MASAS	30	4x2.5+TTx2.5Cu	1.6	4.5	218.39	2.68			16;C
0109-TC ZONA OFIC	60	4x2.5+TTx2.5Cu	1.6	4.5	128.6	7.73			16;B
0110-MAQ EXPEND	65	4x2.5+TTx2.5Cu	1.6	4.5	120.36	8.82			16;B
AG-4	0.3	4x4Cu	1.61		716.82	0.64			
0111-SPLIT OFIC	65	4x2.5+TTx2.5Cu	1.59	4.5	120.18	8.85			16;B
0112-FRIO TARTALETA	35	4x2.5+TTx2.5Cu	1.59	4.5	195.17	3.36			16;C
AG-5	0.3	4x4Cu	1.61	4.5	716.82	0.64			32
0113-CU NAVE IZDA 1	65	4x2.5+TTx2.5Cu	1.59	4.5	120.18	8.85			16;B
0114-FRIO OBRADOR	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.59	4.5	176.79	4.09			20;B

Tabla 41. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C1.



Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-6	7750	0.3	4x25Cu	13.98	82	0	2.65	
0201-ALUMB 4	1600	50	2x4+TTx4Cu	6.96	40	1.41	4.07	
0202-ALUMB 5	320	50	2x1.5+TTx1.5Cu	1.39	21	0.75	3.4	
0203-EMERG 2	50	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.12	2.77	
0204-GRUPO PRESIÓN	1500	20	4x2.5+TTx2.5Cu	2.71	27	0.14	2.79	
0205-FRIO DESMOLD	4280	20	4x2.5+TTx2.5Cu	7.72	27	0.4	3.06	
AG-7	10900	0.3	4x4Cu	19.67	36	0.01	2.66	
0206-CINTA RETRACT	4500	30	4x2.5+TTx2.5Cu	8.12	27	0.64	3.3	
0207-FORM BOLSAS	6400	25	4x2.5+TTx2.5Cu	11.55	27	0.77	3.43	
AG-8	23240	0.3	4x10Cu	41.93	63	0.01	2.66	
0208-CU NAVE IZDA 2	7000	60	4x2.5+TTx2.5Cu	12.63	27	2.03	4.69	
0209-FRIO REPOSO	3740	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.75	27	0.53	3.19	
0210-FRIO BANDEJAS	12500	30	4x2.5+TTx2.5Cu	22.55	27	1.96	4.62	
AG-9	22000	0.3	4x16Cu	39.69	85	0	2.66	
0211-MAQ TARTALETAS	17000	20	4x4+TTx4Cu	30.67	36	1.12	3.77	
0212-TC NAVE IZDA 2	5000	30	2x4+TTx4Cu	27.17	40	2.86	5.51	
0213-BOMBA GA15	15000	5	4x4+TTx4Cu	27.06	36	0.24	2.89	

Tabla 42. Líneas subcuadro C2.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-6	0.3	4x25Cu	2.79		1252.67	5.27			
0201-ALUMB 4	50	2x4+TTx4Cu	2.78	4.5	242.35	5.57			10;C
0202-ALUMB 5	50	2x1.5+TTx1.5Cu	2.78	4.5	103.34	4.31			10;C
0203-EMERG 2	50	2x1.5+TTx1.5Cu	2.78	4.5	103.34	4.31			10;C
0204-GRUPO PRESIÓN	20	4x2.5+TTx2.5Cu	2.78	4.5	341.59	1.1			16;C
0205-FRIO DESMOLD	20	4x2.5+TTx2.5Cu	2.78	4.5	341.59	1.1			16;C
AG-7	0.3	4x4Cu	2.79		1226.29	0.22			
0206-CINTA RETRACT	30	4x2.5+TTx2.5Cu	2.72	4.5	249.36	2.06			16;C
0207-FORM BOLSAS	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2.72	4.5	287.57	1.55			16;C
AG-8	0.3	4x10Cu	2.79		1244.52	1.32			
0208-CU NAVE IZDA 2	60	4x2.5+TTx2.5Cu	2.76	4.5	138.98	6.62			16;B
0209-FRIO REPOSO	30	4x2.5+TTx2.5Cu	2.76	4.5	250.11	2.04			16;C
0210-FRIO BANDEJAS	30	4x2.5+TTx2.5Cu	2.76	4.5	250.11	2.04			25;C
AG-9	0.3	4x16Cu	2.79		1249.17	3.35			
0211-MAQ TARTALETAS	20	4x4+TTx4Cu	2.77	4.5	469.31	1.49			32;C
0212-TC NAVE IZDA 2	30	2x4+TTx4Cu	2.77	4.5	357.58	2.56			32;C
0213-BOMBA GA15	5	4x4+TTx4Cu	2.79	4.5	886.76	0.42			32;C

Tabla 43. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C2.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-10	2940	0.3	4x10Cu	5.3	63	0	3.79	
0301-ALUMB 6	1050	20	2x2.5+TTx2.5Cu	4.57	30	0.59	4.38	
0302-ALUMB 7	1840	40	2x10+TTx10Cu	8	72	0.52	4.3	
0303-EMERG 3	50	40	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.09	3.88	
AG-11	16900	0.3	4x10Cu	30.49	63	0.01	3.79	
0304-FRIO BIZCOCHO	13200	15	4x2.5+TTx2.5Cu	23.82	27	1.05	4.84	
0305-CINTA RETRÁCT	2200	10	4x2.5+TTx2.5Cu	3.97	27	0.1	3.89	
0306-EXTRACT HORNO	1500	10	4x2.5+TTx2.5Cu	2.71	27	0.07	3.86	
AG-12	10000	0.3	4x6Cu	18.04	34	0.01	3.79	
0307-HORNO BIZCOCHO	7000	20	4x2.5+TTx2.5Cu	12.63	27	0.68	4.47	
0308-RETRACTILADORA	3000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	27	0.42	4.21	
0309-HORNO	15000	25	4x4+TTx4Cu	27.06	36	1.2	4.99	
0310-CU Y TC 1	7000	40	4x2.5+TTx2.5Cu	12.63	18	1.37	5.16	20
0311-QUINAL	2250	19	4x2.5+TTx2.5Cu	4.06	27	0.2	3.98	

Tabla 44. Líneas subcuadro C3.



Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-10	0.3	4x10Cu	1.2		537	7.09			
0301-ALUMB 6	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	250.44	2.04			10;C
0302-ALUMB 7	40	2x10+TTx10Cu	1.19	4.5	341.6	17.52			10;C
0303-EMERG 3	40	2x1.5+TTx1.5Cu	1.19	4.5	111.53	3.7			10;C
AG-11	0.3	4x10Cu	1.2		537	7.09			
0304-FRÍO BIZCOCHO	15	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	289	1.53			25;C
0305-CINTA RETRÁCT	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	341.6	1.1			16;C
0306-EXTRACT HORNO	10	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	341.6	1.1			16;C
AG-12	0.3	4x6Cu	1.2		536.01	1.66			
0307-HORNO BIZCOCHO	20	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	250.23	2.04			16;C
0308-RETRACTILADORA	30	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	197.55	3.27			16;C
0309-HORNO	25	4x4+TTx4Cu	1.2	4.5	284.19	4.05			32;B
0310-CU Y TC 1	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.2	4.5	181.33	2.51			16;C
0311-QUINAL	19	4x2.5+TTx2.5Cu	1.2	4.5	257.84	1.92			16;C

Tabla 45. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-13	22530	0.3	4x10Cu	40.65	63	0.01	2.62	
0401-CU Y TC 2	7000	22	4x2.5+TTx2.5Cu	12.63	22	0.76	3.38	
0402-CINTA RETRACT	12900	15	4x2.5+TTx2.5Cu	23.28	27	1.02	3.64	
0403-FRÍO RETRACT	2630	17	4x2.5+TTx2.5Cu	4.75	27	0.21	2.83	
AG-14	33000	0.3	4x16Cu	59.54	63	0.01	2.62	
0404-FRÍO SALA CHOC	4000	9	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	27	0.17	2.79	
0405-ATEMPERADOR	16000	11	4x4+TTx4Cu	28.87	36	0.57	3.19	
0406-FORM CHOCOLATE	13000	7	4x2.5+TTx2.5Cu	23.46	27	0.48	3.1	

Tabla 46. Líneas subcuadro C4.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-13	0.3	4x10Cu	2.28		1019.56	1.97			
0401-CU Y TC 2	22	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	4.5	300.88	1.41			16;C
0402-CINTA RETRACT	15	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	4.5	387.92	0.85			25;C
0403-FRÍO RETRACT	17	4x2.5+TTx2.5Cu	2.26	4.5	358.3	1			16;C
AG-14	0.3	4x16Cu	2.28		1023.41	3.23			
0404-FRÍO SALA CHOC	9	4x2.5+TTx2.5Cu	2.27	4.5	516.79	0.48			16;C
0405-ATEMPERADOR	11	4x4+TTx4Cu	2.27	4.5	585.23	0.96			32;C
0406-FORM CHOCOLATE	7	4x2.5+TTx2.5Cu	2.27	4.5	580.7	0.38			25;C

Tabla 47. Cálculo de cortocircuitos en subcuadro C4.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-15	1546	0.3	4x1.5Cu	2.79	20	0	2.16	
0501-ALUMB 8	1200	32	2x1.5+TTx1.5Cu	5.22	21	1.82	3.98	
0502-ALUMB 9	296	33	2x1.5+TTx1.5Cu	1.29	21	0.46	2.62	
0503-EMERG 4	50	27	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.06	2.22	
AG-16	16020	0.3	4x16Cu	28.9	63	0	2.16	
0504-CU+SPLIT+MOTOR	5000	25	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	18	0.6	2.76	20
0505-FRÍO HUEVO	10280	15	4x2.5+TTx2.5Cu	18.55	27	0.78	2.94	
0506-SOPLANTE	740	10	4x2.5+TTx2.5Al	1.34	20	0.06	2.22	
0507-FRÍO CAM CONS	26230	32	4x10+TTx10Cu	47.33	63	1.08	3.23	
0508-FRÍO CONS 2	8800	32	4x2.5+TTx2.5Cu	15.88	27	1.39	3.55	

Tabla 48. Líneas subcuadro C5.



Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-15	0.3	4x1.5Cu	3.46		1440.73	0.02			
0501-ALUMB 8	32	2x1.5+TTx1.5Cu	3.2	4.5	156.87	1.87			10;C
0502-ALUMB 9	33	2x1.5+TTx1.5Cu	3.2	4.5	152.62	1.98			10;C
0503-EMERG 4	27	2x1.5+TTx1.5Cu	3.2	4.5	182.26	1.39			10;C
AG-16	0.3	4x16Cu	3.46		1549.51	1.41			
0504-CU+SPLIT+MOTOR	25	4x2.5+TTx2.5Cu	3.44	4.5	341.21	0.71			16;C
0505-FRIO HUEVO	15	4x2.5+TTx2.5Cu	3.44	4.5	446.18	0.64			20;C
0506-SOPLANTE	10	4x2.5+TTx2.5Al	3.44	4.5	420.32	0.31			16;C
0507-FRIO CAM CONS	32	4x10+TTx10Cu	3.46	4.5	670.46	4.55			50;C
0508-FRIO CONS 2	32	4x2.5+TTx2.5Cu	3.46	4.5	247.02	2.09			16;C

Tabla 49. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C5.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tot al (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
AG-17	2730	0.3	4x1.5Cu	4.93	20	0.01	2.4	
0601-ALUMB 10	480	17	2x1.5+TTx1.5Cu	2.09	21	0.38	2.78	
0602-ALUMB 11	1000	31	2x1.5+TTx1.5Cu	4.35	21	1.46	3.86	
0603-ALUMB 12	1200	23	2x1.5+TTx1.5Cu	5.22	21	1.31	3.7	
0604-EMER 5	50	25	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.06	2.45	
0605-FRIO BIZC 1	29000	37	4x10+TTx10Cu	52.32	63	1.4	3.79	
0606-FRIO BIZC 2	66000	34	4x35+TTx16Cu	119.08	133	0.85	3.24	
AG-18	19900	0.3	4x10Cu	35.91	63	0.01	2.4	
0607-FRIO MINIBASES	7900	19	4x2.5+TTx2.5Cu	14.25	27	0.73	3.13	
0608-RETRACTILADORA	4000	21	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	27	0.4	2.79	
0609-CU+TC	8000	40	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	27	1.57	3.96	

Tabla 50. Líneas subcuadro C6.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-17	0.3	4x1.5Cu	4.42		1799.95	0.01			
0601-ALUMB 10	17	2x1.5+TTx1.5Cu	4	4.5	280	0.59			10;C
0602-ALUMB 11	31	2x1.5+TTx1.5Cu	4	4.5	165.08	1.69			10;C
0603-ALUMB 12	23	2x1.5+TTx1.5Cu	4	4.5	215.66	0.99			10;C
0604-EMER 5	25	2x1.5+TTx1.5Cu	4	4.5	200.31	1.15			10;C
0605-FRIO BIZC 1	37	4x10+TTx10Cu	4.42	4.5	673.25	4.51			63;C
0606-FRIO BIZC 2	34	4x35+TTx16Cu	4.42	4.5	1315.92	14.47			125;C
AG-18	0.3	4x10Cu	4.42		1958.24	0.53			
0607-FRIO MINIBASES	19	4x2.5+TTx2.5Cu	4.35	4.5	394.99	0.82			16;C
0608-RETRACTILADORA	21	4x2.5+TTx2.5Cu	4.35	4.5	364.33	0.96			16;C
0609-CU+TC	40	4x2.5+TTx2.5Cu	4.35	4.5	209.68	2.91			16;C

Tabla 51. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C6.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Tot al (%)	Dimensiones(mm) Tubo, Canal, Band.
0701-MAQ MINIBASES	40220	37	4x16+TTx16Cu	72.57	85	1.22	5.37	
AG-19	29500	0.3	4x16Cu	53.23	85	0.01	4.15	
0702-COMPRESOR GA26	28000	13	4x10+TTx10Cu	50.52	63	0.47	4.63	
0703-EXTRACTOR	1500	15	4x2.5+TTx2.5Cu	2.71	27	0.1	4.26	
0704-AMASADORA	7500	35	4x2.5+TTx2.5Cu	13.53	27	1.28	5.42	
0705-CU+TC	10000	42	4x2.5+TTx2.5Cu	18.04	27	2.11	6.26	

Tabla 52. Líneas subcuadro C7.



Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
0701-MAQ MINIBASES	37	4x16+TTx16Cu	1.62	4.5	503.19	20.68			80;B
AG-19	0.3	4x16Cu	1.62		726.35	9.92			
0702-COMPRESOR GA26	13	4x10+TTx10Cu	1.61	4.5	580.47	6.07			63;B
0703-EXTRACTOR	15	4x2.5+TTx2.5Cu	1.61	4.5	336.21	1.13			16;C
0704-AMASADORA	35	4x2.5+TTx2.5Cu	1.62	4.5	196.06	3.32			16;C
0705-CU+TC	42	4x2.5+TTx2.5Cu	1.62	4.5	171.05	4.37			20;B

Tabla 53. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C7.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-20	1070	0.3	4x6Cu	1.93	46	0	3.97	
0801-ALUMB 13	1020	40	2x6+TTx6Cu	4.43	52	0.48	4.45	
0802-EMER 6	50	40	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.09	4.06	
0803-FRIO MASAS	48650	39	4x25+TTx16Cu	87.78	108	0.99	4.96	
0804-TC+CU	8000	43	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	27	1.68	5.65	
0805-MAQ VAV	19000	18	4x6+TTx6Cu	34.28	46	0.73	4.7	
0806-MAQ HOJALDRE	24900	7	4x10+TTx10Cu	44.93	63	0.22	4.19	
0807-AMASADORA	7500	8	4x2.5+TTx2.5Cu	13.53	27	0.29	4.26	

Tabla 54. Líneas subcuadro C8.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-20	0.3	4x6Cu	2.04		908.18	0.89			
0801-ALUMB 13	40	2x6+TTx6Cu	2.02	4.5	347.71	6.09			10;C
0802-EMER 6	40	2x1.5+TTx1.5Cu	2.02	4.5	121.89	3.1			10;C
0803-FRIO MASAS	39	4x25+TTx16Cu	2.04	4.5	665.41	28.86			100;B
0804-TC+CU	43	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	176.41	4.11			16;C
0805-MAQ VAV	18	4x6+TTx6Cu	2.04	4.5	530.18	2.62			40;C
0806-MAQ HOJALDRE	7	4x10+TTx10Cu	2.04	4.5	784.94	3.32			50;C
0807-AMASADORA	8	4x2.5+TTx2.5Cu	2.04	4.5	515.62	0.48			16;C

Tabla 55. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C8.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-21	610	0.3	4x2.5Cu	1.1	27	0	3.66	
0901-ALUMB 14	560	20	2x1.5+TTx1.5Cu	2.43	21	0.53	4.19	
0902-EMER7	50	17	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.04	3.7	
AG-22	12290	0.3	4x2.5Cu	22.17	27	0.02	3.68	
0903-TC+CU	8000	11	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	27	0.43	4.11	
0904-FRIO ROBOT	4290	14	4x2.5+TTx2.5Cu	7.74	27	0.28	3.96	
0905-HORNO VAV	13630	13	4x2.5+TTx2.5Cu	24.59	27	0.95	4.61	

Tabla 56. Líneas subcuadro C9.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-21	0.3	4x2.5Cu	0.63		283.4	1.59			
0901-ALUMB 14	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0.63	4.5	141.23	2.31			10;C
0902-EMER7	17	2x1.5+TTx1.5Cu	0.63	4.5	152.73	1.97			10;C
AG-22	0.3	4x2.5Cu	0.63		283.4	1.59			
0903-TC+CU	11	4x2.5+TTx2.5Cu	0.63	4.5	212.74	2.82			16;C
0904-FRIO ROBOT	14	4x2.5+TTx2.5Cu	0.63	4.5	199.19	3.22			16;C
0905-HORNO VAV	13	4x2.5+TTx2.5Cu	0.63	4.5	204.84	3.05			25;B

Tabla 57. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C9.



Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-23	398	0.3	4x2.5Cu	0.72	27	0	3.36	
1001-ALUMB 15	348	17	2x1.5+TTx1.5Cu	1.51	21	0.28	3.64	
1002-EMER 8	50	17	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.04	3.4	
AG-24	6500	0.3	4x2.5Cu	11.73	27	0.01	3.37	
1003-AMASADORA	5000	9	4x2.5+TTx2.5Cu	9.02	27	0.21	3.58	
1004-CUECECREMAS	1500	9	4x2.5+TTx2.5Cu	2.71	27	0.06	3.43	
AG-25	12700	0.3	4x2.5Cu	22.91	27	0.02	3.38	
1005-HORNO	6700	13	4x2.5+TTx2.5Cu	12.09	27	0.42	3.8	
1006-HORNO PRUEBAS	6000	13	4x2.5+TTx2.5Cu	10.83	27	0.37	3.75	
1007-CU+TC	8000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	14.43	27	1.17	4.53	

Tabla 58. Líneas subcuadro C10.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-23	0.3	4x2.5Cu	0.75		335.79	1.13			
1001-ALUMB 15	17	2x1.5+TTx1.5Cu	0.75	4.5	166.75	1.65			10;C
1002-EMER 8	17	2x1.5+TTx1.5Cu	0.75	4.5	166.75	1.65			10;C
AG-24	0.3	4x2.5Cu	0.75		335.79	1.13			
1003-AMASADORA	9	4x2.5+TTx2.5Cu	0.75	4.5	254	1.98			16;C
1004-CUECECREMAS	9	4x2.5+TTx2.5Cu	0.75	4.5	254	1.98			16;C
AG-25	0.3	4x2.5Cu	0.75		335.79	1.13			
1005-HORNO	13	4x2.5+TTx2.5Cu	0.75	4.5	229.19	2.43			16;C
1006-HORNO PRUEBAS	13	4x2.5+TTx2.5Cu	0.75	4.5	229.19	2.43			16;C
1007-CU+TC	30	4x2.5+TTx2.5Cu	0.75	4.5	162.79	4.82			16;C

Tabla 59. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C10.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par c. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-26	810	0.3	4x6Cu	1.46	46	0	3.94	
1101-ALUMB 16	760	15	2x1.5+TTx1.5Cu	3.3	21	0.54	4.48	
1102-EMER 9	50	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.04	3.98	
AG-27	10740	0.3	4x4Cu	19.38	36	0.01	3.95	
1103-FRIO CONS 3	5760	17	4x2.5+TTx2.5Cu	10.39	27	0.47	4.42	
1104-FRIO CONS 4	4980	17	4x2.5+TTx2.5Cu	8.99	27	0.4	4.35	
1105-LAMINADORA	20500	13	4x6+TTx6Cu	36.99	46	0.58	4.52	
AG-28	19800	0.3	4x10Cu	35.72	63	0.01	3.95	
1106-ELEVADOR	17000	16	4x4+TTx4Cu	30.67	36	0.89	4.84	
1107-BOMBA GRASA	2800	7	4x2.5+TTx2.5Cu	5.05	27	0.09	4.04	
AG-29	20600	0.3	4x10Cu	37.17	63	0.01	3.95	
1108-AMASADORA VAV	15000	5	4x4+TTx4Cu	27.06	36	0.24	4.19	
1109-B GRASA 1 Y 2	5600	8	4x2.5+TTx2.5Cu	10.1	27	0.21	4.16	
1110-CU+TC	10000	21	4x2.5+TTx2.5Cu	18.04	27	1.06	5	75x60

Tabla 60. Líneas subcuadro C11.



Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
AG-26	0.3	4x6Cu	1.58		704.06	1.49			
1101-ALUMB 16	15	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	4.5	244.89	0.77			10;C
1102-EMER 9	15	2x1.5+TTx1.5Cu	1.56	4.5	244.89	0.77			10;C
AG-27	0.3	4x4Cu	1.58		700.78	0.67			
1103-FRIO CONS 3	17	4x2.5+TTx2.5Cu	1.56	4.5	308.86	1.34			16;C
1104-FRIO CONS 4	17	4x2.5+TTx2.5Cu	1.56	4.5	308.86	1.34			16;C
1105-LAMINADORA	13	4x6+TTx6Cu	1.58	4.5	504.09	2.9			40;C
AG-28	0.3	4x10Cu	1.58		706.71	4.09			
1106-ELEVADOR	16	4x4+TTx4Cu	1.57	4.5	403.23	2.01			32;C
1107-BOMBA GRASA	7	4x2.5+TTx2.5Cu	1.57	4.5	462.88	0.6			16;C
AG-29	0.3	4x10Cu	1.58		706.71	4.09			
1108-AMASADORA VAV	5	4x4+TTx4Cu	1.57	4.5	572.18	1			32;C
1109-B GRASA 1 Y 2	8	4x2.5+TTx2.5Cu	1.57	4.5	441.13	0.66			16;C
1110-CU+TC	21	4x2.5+TTx2.5Cu	1.58	4.5	274.43	1.7			20;C

Tabla 61. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C11.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-30	230	0.3	4x1.5Cu	0.41	20	0	2.03	
1201-ALUMB 17	180	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	21	0.08	2.11	
1202-EMER 10	50	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.22	21	0.02	2.05	
AG-31	7500	0.3	4x16Cu	13.53	85	0	2.03	
1203-ALUMB EXT 1	2500	180	2x16+TTx16Cu	10.87	97	1.98	4.01	
1204-ALUMB EXT 2	2500	180	2x16+TTx16Cu	10.87	97	1.98	4.01	
1205-ALUMB EXT 3	2500	180	2x16+TTx16Cu	10.87	97	1.98	4.01	

Tabla 62. Líneas subcuadro C12.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcc} (sg)	t _{ficc} (sg)	L _{máx} (m)	Curva válida
AG-30	0.3	4x1.5Cu	0.99		436.64	0.24			
1201-ALUMB 17	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.97	4.5	245.95	0.76			10;C
1202-EMER 10	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.97	4.5	245.95	0.76			10;C
AG-31	0.3	4x16Cu	0.99		446.04	26.31			
1203-ALUMB EXT 1	180	2x16+TTx16Cu	0.99	4.5	190.89	143.66			16;C
1204-ALUMB EXT 2	180	2x16+TTx16Cu	0.99	4.5	190.89	143.66			16;C
1205-ALUMB EXT 3	180	2x16+TTx16Cu	0.99	4.5	190.89	143.66			16;C

Tabla 63. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C12.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálculo (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
AG-32	2436	0.3	4x6Cu	4.4	46	0	3.26	
1301-ALUMB 18	836	102	2x6+TTx6Cu	3.63	52	1	4.26	
1302-ALUMB 19	800	75	2x4+TTx4Cu	3.48	40	1.06	4.32	
1303-ALUMB 20	800	65	2x4+TTx4Cu	3.48	40	0.92	4.17	
AG-33	1968	0.3	4x4Cu	3.55	36	0	3.26	
1304-ALUMB 21	800	75	2x4+TTx4Cu	3.48	40	1.06	4.32	
1305-ALUMB 22	800	85	2x4+TTx4Cu	3.48	40	1.2	4.46	
1306-ALUMB 23	268	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.17	21	0.25	3.51	
1307-EMER 11	100	160	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	30	0.45	3.71	
AG-34	16040	0.3	4x6Cu	28.94	46	0.01	3.27	
1308-MUELLES	9450	35	4x2.5+TTx2.5Cu	17.05	27	1.65	4.92	
1308-BATERIAS	4500	7	4x2.5+TTx2.5Cu	8.12	27	0.15	3.42	
1310-FUERZA TALLER	2090	11	4x2.5+TTx2.5Cu	3.77	27	0.11	3.37	
1311-DOSIFICADOR	7800	93	4x4+TTx4Cu	14.07	36	2.17	5.42	
1312-TC+CU	15000	150	4x10+TTx10Cu	27.06	63	2.7	5.96	

Tabla 64. Líneas subcuadro C13.



Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curva válida
AG-32	0.3	4x6Cu	1.2		535.47	2.57			
1301-ALUMB 18	102	2x6+TTx6Cu	1.19	4.5	156.35	30.11			10;C
1302-ALUMB 19	75	2x4+TTx4Cu	1.19	4.5	145.73	15.41			10;C
1303-ALUMB 20	65	2x4+TTx4Cu	1.19	4.5	161.39	12.56			10;C
AG-33	0.3	4x4Cu	1.2		533.57	1.15			
1304-ALUMB 21	75	2x4+TTx4Cu	1.18	4.5	145.59	15.44			10;C
1305-ALUMB 22	85	2x4+TTx4Cu	1.18	4.5	132.72	18.58			10;C
1306-ALUMB 23	20	2x1.5+TTx1.5Cu	1.18	4.5	184.31	1.35			10;C
1307-EMER 11	160	2x2.5+TTx2.5Cu	1.18	4.5	52.84	45.77			10;B
AG-34	0.3	4x6Cu	1.2		535.47	2.57			
1308-MUELLES	35	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	178.68	4			20;B
1308-BATERIAS	7	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	382.68	0.87			16;C
1310-FUERZA TALLER	11	4x2.5+TTx2.5Cu	1.19	4.5	329.02	1.18			16;C
1311-DOSIFICADOR	93	4x4+TTx4Cu	1.2	4.5	124.26	21.19			16;B
1312-TC+CU	150	4x10+TTx10Cu	1.2	4.5	170.95	69.97			32;B

Tabla 65. Cálculo cortocircuitos en subcuadro C13.

2.4.5.2.- CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTOS Y DIÁMETRO DE LOS TUBOS O CANALIZACIONES A UTILIZAR EN LOS CIRCUITOS Y LÍNEAS

Toda la instalación se realizará en canalización tipo bandeja no perforada, tamaño mínimo 60x60 mm.

2.4.6.- CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES A INSTALAR EN LOS DIFERENTES CIRCUITOS Y LÍNEAS DISTRIBUIDORAS

2.4.6.1.- SOBRECARGAS

Las protecciones contra sobrecargas se realizan mediante una adecuada selección de los interruptores magnetotérmicos y disyuntores, en función del equipo eléctrico al que suministra y la intensidad máxima admisible por el conductor. Para el caso que nos ocupa, aparecen indicadas en el esquema unifilar que se acompaña.

2.4.6.2.- CORTOCIRCUITOS

Los dispositivos de protección se instalarán de poder de corte mínimo 6 kA, con curva de respuesta tipo C.

2.4.6.3.- SOBRETENSIONES

No se estima la aparición de sobretensiones en la instalación de B.T. objeto del proyecto.



2.4.5.- CÁLCULO DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

2.4.5.1.- CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA.

Considerando una resistencia máxima de tierra de 15 ohmios, y considerando una tensión de contacto máxima de 24 V, se debería utilizar una sensibilidad de diferenciales de:

$$I_s = \frac{24}{R} = \frac{24}{15} = 1,6$$

No obstante, para conseguir selectividad de disparo, en las líneas principales se utilizarán diferenciales de sensibilidad regulable y en los circuitos secundarios se emplearán diferenciales de sensibilidad 30 y 300 mA, siendo del tipo superinmunizados en algunos casos donde se prevé la aparición de armónicos que puedan provocar falsos disparos.

ANEXO 1.- CÁLCULOS DE LAS LÍNEAS APORTADOS POR EL SOFTWARE DMELECT CIEBT

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

CUADRO C1	68554 W
CUADRO C-2	78890 W
CUADRO C-3	54090 W
CUADRO C-4	55530 W
CUADRO C-5	52596 W
CUADRO C-6	117630 W
CUADRO C-7	87220 W
CUADRO C-8	109120 W
CUADRO C-9	26530 W
CUADRO C-10	27598 W
CUADRO C-11	82450 W
CUADRO C-12	7730 W
CUADRO C-13	43244 W
TOTAL....	811182 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 25962
- Potencia Instalada Fuerza (W): 785220
- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 0.8: 419005.44
- Potencia Máxima Admisible (W)_Cosfi 1: 523756.78

Cálculo de la DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D1-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 140 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 811182 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
405591 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=405591/1,732 \times 400 \times 0.8 = 731.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 3(4x150+TTx95)mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 780 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 3(160) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 82.21

$$e(\text{parcial}) = 140 \times 405591 / 46.61 \times 400 \times 3 \times 150 = 6.77 \text{ V.} = 1.69 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 756 A.



Cálculo de la Línea: CUADRO C1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 105 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 68554 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
34277 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=34277/1,732 \times 400 \times 0.8=61.85 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 108 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.4

$$e(\text{parcial})=105 \times 34277 / 50.74 \times 400 \times 25 = 7.09 \text{ V.} = 1.77 \%$$

$$e(\text{total})=3.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C1

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0101-ALUMB 1	240 W
0102-ALUMB 2	1072 W
0103-ALUMB 3	342 W
0104-EMERG 1	100 W
0105-ENFRIADORA	7000 W
0106-AMASADORA	7500 W
0107-ELEVADOR VOLC	17000 W
0108-TC SALA MASAS	3500 W
0109-TC ZONA OFIC	3000 W
0110-MAQ EXPEND	2400 W
0111-SPLIT OFIC	3500 W
0112-FRIO TARTAleta	6470 W
0113-CU NAVE IZDA 1	7000 W
0114-FRIO OBRADOR	9430 W
TOTAL....	68554 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1754

- Potencia Instalada Fuerza (W): 66800



Cálculo de la Línea: AG-1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1754 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1754 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1754/1,732 \times 400 \times 0.8=3.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1754 / 53.75 \times 400 \times 10=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=3.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0101-ALUMB 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 18 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 240 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
240 W.

$$I=240/230 \times 1=1.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$$e(\text{parcial})=2 \times 18 \times 240 / 53.75 \times 230 \times 1.5=0.47 \text{ V.}=0.2 \%$$

$$e(\text{total})=3.67\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0102-ALUMB 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1072 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1072 W.

$$I=1072/230 \times 1=4.66 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 40.4
 $e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 1072 / 53.7 \times 230 \times 6 = 2.17 \text{ V.} = 0.94 \%$
 $e(\text{total})=4.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0103-ALUMB 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 60 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 342 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
342 W.

$$I=342/230 \times 1=1.49 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 40.25
 $e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 342 / 53.73 \times 230 \times 1.5 = 2.21 \text{ V.} = 0.96 \%$
 $e(\text{total})=4.43\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
 I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0104-EMERG 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 80 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
100 W.

$$I=100/230 \times 1=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:
 Temperatura cable (°C): 40.02
 $e(\text{parcial})=2 \times 80 \times 100 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.86 \text{ V.} = 0.37 \%$
 $e(\text{total})=3.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 31500 W.
- Potencia de cálculo:
31500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=31500/1,732 \times 400 \times 0.8=56.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.42

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 31500 / 49.38 \times 400 \times 16 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0105-ENFRIADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/1,732 \times 400 \times 0.8=12.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.94

$$e(\text{parcial})=20 \times 7000 / 51.71 \times 400 \times 2.5 = 2.71 \text{ V.} = 0.68 \%$$

$$e(\text{total})=4.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0106-AMASADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: 7500 W.



$$I=7500/1,732 \times 400 \times 0.8=13.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.56

$$e(\text{parcial})=20 \times 7500/51.42 \times 400 \times 2.5=2.92 \text{ V.}=0.73 \%$$

$$e(\text{total})=4.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0107-ELEVADOR VOLC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 17000 W.
- Potencia de cálculo: 17000 W.

$$I=17000/1,732 \times 400 \times 0.8=30.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.3

$$e(\text{parcial})=20 \times 17000/47.5 \times 400 \times 4=4.47 \text{ V.}=1.12 \%$$

$$e(\text{total})=4.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: AG-3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 8900 W.
- Potencia de cálculo:
8900 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=8900/1,732 \times 400 \times 0.8=16.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.25

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 8900/53.15 \times 400 \times 10=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=3.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0108-TC SALA MASAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: 3500 W.

$$I=3500/1,732 \times 400 \times 0.8=6.31 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.74

$$e(\text{parcial})=30 \times 3500 / 53.25 \times 400 \times 2.5=1.97 \text{ V.}=0.49 \%$$

$$e(\text{total})=3.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0109-TC ZONA OFIC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 60 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=60 \times 3000 / 53.38 \times 400 \times 2.5=3.37 \text{ V.}=0.84 \%$$

$$e(\text{total})=4.31\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0110-MAQ EXPEND

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Potencia de cálculo: 2400 W.



$$I=2400/1,732 \times 400 \times 0.8=4.33 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.29

$$e(\text{parcial})=65 \times 2400 / 53.52 \times 400 \times 2.5=2.91 \text{ V.}=0.73 \%$$

$$e(\text{total})=4.2\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AG-4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 9970 W.
- Potencia de cálculo:
9970 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=9970/1,732 \times 400 \times 0.8=17.99 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.48

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 9970 / 51.44 \times 400 \times 4=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0111-SPLIT OFIC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 3500 W.
- Potencia de cálculo: 3500 W.

$$I=3500/1,732 \times 400 \times 0.8=6.31 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.74

$$e(\text{parcial})=65 \times 3500 / 53.25 \times 400 \times 2.5=4.27 \text{ V.}=1.07 \%$$

$$e(\text{total})=4.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0112-FRIO TARTALETA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 35 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6470 W.
- Potencia de cálculo: 6470 W.

$$I=6470/1,732 \times 400 \times 0.8=11.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.35

$$e(\text{parcial})=35 \times 6470 / 52 \times 400 \times 2.5=4.35 \text{ V.}=1.09 \%$$

$$e(\text{total})=4.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AG-5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 16430 W.
- Potencia de cálculo:
16430 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16430/1,732 \times 400 \times 0.8=29.64 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.9

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16430 / 47.86 \times 400 \times 4=0.06 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=3.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0113-CU NAVE IZDA 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 65 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.



- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I = 7000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 12.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.94

$$e(\text{parcial}) = 65 \times 7000 / (51.71 \times 400 \times 2.5) = 8.8 \text{ V.} = 2.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0114-FRIO OBRADOR

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 40 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;

- Potencia a instalar: 9430 W.

- Potencia de cálculo: 9430 W.

$$I = 9430 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 17.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.86

$$e(\text{parcial}) = 40 \times 9430 / (50.15 \times 400 \times 2.5) = 7.52 \text{ V.} = 1.88 \%$$

$$e(\text{total}) = 5.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 101 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;

- Potencia a instalar: 78890 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
39445 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I = 39445 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 71.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x50+TTx25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 162 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.65

$$e(\text{parcial}) = 101 \times 39445 / (51.95 \times 400 \times 50) = 3.83 \text{ V.} = 0.96 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 78 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 78 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 80 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-2

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0201-ALUMB 4	1600 W
0202-ALUMB 5	320 W
0203-EMERG 2	50 W
0204-GRUPO PRESIÓN	1500 W
0205-FRIO DESMOLD	4280 W
0206-CINTA RETRACT	4500 W
0207-FORM BOLSAS	6400 W
0208-CU NAVE IZDA 2	7000 W
0209-FRIO REPOSO	3740 W
0210-FRIO BANDEJAS	12500 W
0211-MAQ TARTALETAS	17000 W
0212-TC NAVE IZDA 2	5000 W
0213-BOMBA GA15	15000 W
TOTAL....	78890 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1970

- Potencia Instalada Fuerza (W): 76920

Cálculo de la Línea: AG-6

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;

- Potencia a instalar: 7750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

7750 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=7750/1,732 \times 400 \times 0.8=13.98$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x25mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 82 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.87

e(parcial)= $0.3 \times 7750 / 53.61 \times 400 \times 25=0$ V.=0 %

e(total)=2.65% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



Cálculo de la Línea: 0201-ALUMB 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 50 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1600 W.

$$I=1600/230 \times 1=6.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.51

$$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 1600 / 53.48 \times 230 \times 4 = 3.25 \text{ V.} = 1.41 \%$$

$$e(\text{total})=4.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0202-ALUMB 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 50 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 320 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
320 W.

$$I=320/230 \times 1=1.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.22

$$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 320 / 53.73 \times 230 \times 1.5 = 1.73 \text{ V.} = 0.75 \%$$

$$e(\text{total})=3.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0203-EMERG 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 50 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.



$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 50 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5=0.27 \text{ V.}=0.12 \%$$

$$e(\text{total})=2.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0204-GRUPO PRESIÓN

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/1,732 \times 400 \times 0.8=2.71 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$$e(\text{parcial})=20 \times 1500 / 53.68 \times 400 \times 2.5=0.56 \text{ V.}=0.14 \%$$

$$e(\text{total})=2.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0205-FRIO DESMOLD

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 4280 W.
- Potencia de cálculo: 4280 W.

$$I=4280/1,732 \times 400 \times 0.8=7.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.09

$$e(\text{parcial})=20 \times 4280 / 52.99 \times 400 \times 2.5=1.62 \text{ V.}=0.4 \%$$

$$e(\text{total})=3.06\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.



Cálculo de la Línea: AG-7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10900 W.
- Potencia de cálculo:
10900 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=10900/1,732 \times 400 \times 0.8=19.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.92

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 10900 / 51 \times 400 \times 4 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0206-CINTA RETRACT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 30 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4500 W.
- Potencia de cálculo: 4500 W.

$$I=4500/1,732 \times 400 \times 0.8=8.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$$e(\text{parcial})=30 \times 4500 / 52.9 \times 400 \times 2.5 = 2.55 \text{ V.} = 0.64 \%$$

$$e(\text{total})=3.3\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0207-FORM BOLSAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 25 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6400 W.
- Potencia de cálculo: 6400 W.

$$I=6400/1,732 \times 400 \times 0.8=11.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca



I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.15

$e(\text{parcial}) = 25 \times 6400 / 52.04 \times 400 \times 2.5 = 3.07 \text{ V.} = 0.77 \%$

$e(\text{total}) = 3.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AG-8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 23240 W.
- Potencia de cálculo:
23240 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 23240 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 41.93 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.15

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 23240 / 49.76 \times 400 \times 10 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 2.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0208-CU NAVE IZDA 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 60 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$I = 7000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 12.63 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.94

$e(\text{parcial}) = 60 \times 7000 / 51.71 \times 400 \times 2.5 = 8.12 \text{ V.} = 2.03 \%$

$e(\text{total}) = 4.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.



Cálculo de la Línea: 0209-FRIO REPOSO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3740 W.
- Potencia de cálculo: 3740 W.

$$I=3740/1,732 \times 400 \times 0.8=6.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.12

$$e(\text{parcial})=30 \times 3740 / 53.17 \times 400 \times 2.5=2.11 \text{ V.}=0.53 \%$$

$$e(\text{total})=3.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0210-FRIO BANDEJAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 12500 W.
- Potencia de cálculo: 12500 W.

$$I=12500/1,732 \times 400 \times 0.8=22.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.89

$$e(\text{parcial})=30 \times 12500 / 47.71 \times 400 \times 2.5=7.86 \text{ V.}=1.96 \%$$

$$e(\text{total})=4.62\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: AG-9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo:
22000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=22000/1,732 \times 400 \times 0.8=39.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca



I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.9

$e(\text{parcial})=0.3 \times 22000 / 51.72 \times 400 \times 16 = 0.02 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=2.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 80 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0211-MAQ TARTALETAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 17000 W.
- Potencia de cálculo: 17000 W.

$I=17000/1,732 \times 400 \times 0.8=30.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.3

$e(\text{parcial})=20 \times 17000 / 47.5 \times 400 \times 4 = 4.47 \text{ V.} = 1.12 \%$

$e(\text{total})=3.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: 0212-TC NAVE IZDA 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$I=5000/230 \times 0.8=27.17 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.08

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 5000 / 49.61 \times 230 \times 4 = 6.57 \text{ V.} = 2.86 \%$

$e(\text{total})=5.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 32 A.



Cálculo de la Línea: 0213-BOMBA GA15

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 5 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8=27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26
 $e(\text{parcial})=5 \times 15000 / 48.76 \times 400 \times 4 = 0.96 \text{ V.} = 0.24 \%$
 $e(\text{total})=2.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 60 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 54090 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 27045 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=27045/1,732 \times 400 \times 0.8=48.8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70
 $e(\text{parcial})=60 \times 27045 / 48.48 \times 400 \times 10 = 8.37 \text{ V.} = 2.09 \%$
 $e(\text{total})=3.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



SUBCUADRO CUADRO C-3

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0301-ALUMB 6	1050 W
0302-ALUMB 7	1840 W
0303-EMERG 3	50 W
0304-FRIO BIZCOCHO	13200 W
0305-CINTA RETRÁCT	2200 W
0306-EXTRACT HORNO	1500 W
0307-HORNO BIZCOCHO	7000 W
0308-RETRACTILADORA	3000 W
0309-HORNO	15000 W
0310-CU Y TC 1	7000 W
0311-QUINAL	2250 W
TOTAL....	54090 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2940

- Potencia Instalada Fuerza (W): 51150

Cálculo de la Línea: AG-10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2940 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2940 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2940/1,732 \times 400 \times 0.8=5.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.35

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 2940 / 53.71 \times 400 \times 10=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=3.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0301-ALUMB 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1050 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1050 W.



$$I=1050/230 \times 1=4.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.16

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 1050 / 53.55 \times 230 \times 2.5 = 1.36 \text{ V.} = 0.59 \%$$

$$e(\text{total})=4.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0302-ALUMB 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 40 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1840 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1840 W.

$$I=1840/230 \times 1=8 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 72 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.62

$$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 1840 / 53.65 \times 230 \times 10 = 1.19 \text{ V.} = 0.52 \%$$

$$e(\text{total})=4.3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0303-EMERG 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 40 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=3.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 16900 W.
- Potencia de cálculo:
16900 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16900/1,732 \times 400 \times 0.8=30.49 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.71

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16900 / 51.58 \times 400 \times 10 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0304-FRIO BIZCOCHO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 15 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 13200 W.
- Potencia de cálculo: 13200 W.

$$I=13200/1,732 \times 400 \times 0.8=23.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.9

$$e(\text{parcial})=15 \times 13200 / 47.1 \times 400 \times 2.5 = 4.2 \text{ V.} = 1.05 \%$$

$$e(\text{total})=4.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: 0305-CINTA RETRÁCT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 10 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: 2200 W.



$$I=2200/1,732 \times 400 \times 0.8=3.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.08

$$e(\text{parcial})=10 \times 2200 / 53.56 \times 400 \times 2.5=0.41 \text{ V.}=0.1 \%$$

$$e(\text{total})=3.89\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0306-EXTRACT HORNO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/1,732 \times 400 \times 0.8=2.71 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$$e(\text{parcial})=10 \times 1500 / 53.68 \times 400 \times 2.5=0.28 \text{ V.}=0.07 \%$$

$$e(\text{total})=3.86\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AG-12

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo:
10000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.8=18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.45

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 10000 / 52.17 \times 400 \times 6=0.02 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.79\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0307-HORNO BIZCOCHO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/1,732 \times 400 \times 0.8=12.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.94

$$e(\text{parcial})=20 \times 7000 / 51.71 \times 400 \times 2.5=2.71 \text{ V.}=0.68 \%$$

$$e(\text{total})=4.47\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0308-RETRACTILADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 30 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: 3000 W.

$$I=3000/1,732 \times 400 \times 0.8=5.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 53.38 \times 400 \times 2.5=1.69 \text{ V.}=0.42 \%$$

$$e(\text{total})=4.21\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0309-HORNO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 25 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.



$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8=27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial})=25 \times 15000 / 48.76 \times 400 \times 4 = 4.81 \text{ V.} = 1.2 \%$$

$$e(\text{total})=4.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0310-CU Y TC 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/1,732 \times 400 \times 0.8=12.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.77

$$e(\text{parcial})=40 \times 7000 / 51.03 \times 400 \times 2.5 = 5.49 \text{ V.} = 1.37 \%$$

$$e(\text{total})=5.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0311-QUINAL

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 19 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 2250 W.
- Potencia de cálculo: 2250 W.

$$I=2250/1,732 \times 400 \times 0.8=4.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.13



$e(\text{parcial})=19 \times 2250 / 53.56 \times 400 \times 2.5 = 0.8 \text{ V.} = 0.2 \%$
 $e(\text{total})=3.98\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 43 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 55530 W.
- Potencia de cálculo:
27765 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$I=27765/1,732 \times 400 \times 0.8 = 50.1 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.37

$e(\text{parcial})=43 \times 27765 / 50.58 \times 400 \times 16 = 3.69 \text{ V.} = 0.92 \%$

$e(\text{total})=2.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-4

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0401-CU Y TC 2	7000 W
0402-CINTA RETRACT	12900 W
0403-FRIO RETRACT	2630 W
0404-FRIO SALA CHOC	4000 W
0405-ATEMPERADOR	16000 W
0406-FORM CHOCOLATE	13000 W
TOTAL....	55530 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 55530



Cálculo de la Línea: AG-13

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 22530 W.
- Potencia de cálculo:
22530 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=22530/1,732 \times 400 \times 0.8=40.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.82

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 22530 / 49.99 \times 400 \times 10 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0401-CU Y TC 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 22 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7000 W.
- Potencia de cálculo: 7000 W.

$$I=7000/1,732 \times 400 \times 0.8=12.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.48

$$e(\text{parcial})=22 \times 7000 / 50.73 \times 400 \times 2.5 = 3.04 \text{ V.} = 0.76 \%$$

$$e(\text{total})=3.38\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0402-CINTA RETRACT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 15 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 12900 W.
- Potencia de cálculo: 12900 W.

$$I=12900/1,732 \times 400 \times 0.8=23.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca



I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.16

$e(\text{parcial}) = 15 \times 12900 / 47.36 \times 400 \times 2.5 = 4.09 \text{ V.} = 1.02 \%$

$e(\text{total}) = 3.64\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: 0403-FRIO RETRACT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 17 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2630 W.
- Potencia de cálculo: 2630 W.

$I = 2630 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 4.75 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.54

$e(\text{parcial}) = 17 \times 2630 / 53.47 \times 400 \times 2.5 = 0.84 \text{ V.} = 0.21 \%$

$e(\text{total}) = 2.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AG-14

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 33000 W.
- Potencia de cálculo:
33000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 33000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 59.54 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.8

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 33000 / 48.99 \times 400 \times 16 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 2.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



Cálculo de la Línea: 0404-FRIO SALA CHOC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 9 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.57

$$e(\text{parcial})=9 \times 4000 / 53.08 \times 400 \times 2.5=0.68 \text{ V.}=0.17 \%$$

$$e(\text{total})=2.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0405-ATEMPERADOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 11 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 16000 W.
- Potencia de cálculo: 16000 W.

$$I=16000/1,732 \times 400 \times 0.8=28.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.15

$$e(\text{parcial})=11 \times 16000 / 48.14 \times 400 \times 4=2.29 \text{ V.}=0.57 \%$$

$$e(\text{total})=3.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: 0406-FORM CHOCOLATE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 7 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 13000 W.
- Potencia de cálculo: 13000 W.

$$I=13000/1,732 \times 400 \times 0.8=23.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 77.73

$e(\text{parcial}) = 7 \times 13000 / 47.28 \times 400 \times 2.5 = 1.92 \text{ V.} = 0.48 \%$

$e(\text{total}) = 3.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 23 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 52596 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
26298 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$I = 26298 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 47.45 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 55.58

$e(\text{parcial}) = 23 \times 26298 / 50.89 \times 400 \times 16 = 1.86 \text{ V.} = 0.46 \%$

$e(\text{total}) = 2.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-5

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0501-ALUMB 8	1200 W
0502-ALUMB 9	296 W
0503-EMERG 4	50 W
0504-CU+SPLIT+MOTOR	5000 W
0505-FRIO HUEVO	10280 W
0506-SOPLANTE	740 W
0507-FRIO CAM CONS	26230 W
0508-FRIO CONS 2	8800 W
TOTAL....	52596 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1546

- Potencia Instalada Fuerza (W): 51050



Cálculo de la Línea: AG-15

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1546 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1546 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1546/1,732 \times 400 \times 0.8=2.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.97

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1546 / 53.59 \times 400 \times 1.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=2.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0501-ALUMB 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 32 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1200 W.

$$I=1200/230 \times 1=5.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.09

$$e(\text{parcial})=2 \times 32 \times 1200 / 53.18 \times 230 \times 1.5=4.19 \text{ V.}=1.82 \%$$

$$e(\text{total})=3.98\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0502-ALUMB 9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 33 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 296 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
296 W.



$$I=296/230 \times 1=1.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$$e(\text{parcial})=2 \times 33 \times 296 / 53.74 \times 230 \times 1.5=1.05 \text{ V.}=0.46 \%$$

$$e(\text{total})=2.62\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0503-EMERG 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 27 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 27 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5=0.15 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=2.22\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-16

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 16020 W.
- Potencia de cálculo:
16020 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16020/1,732 \times 400 \times 0.8=28.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.31

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16020 / 52.57 \times 400 \times 16=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=2.16\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0504-CU+SPLIT+MOTOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.54

$$e(\text{parcial})=25 \times 5000 / 52.34 \times 400 \times 2.5=2.39 \text{ V.}=0.6 \%$$

$$e(\text{total})=2.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0505-FRIO HUEVO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10280 W.
- Potencia de cálculo: 10280 W.

$$I=10280/1,732 \times 400 \times 0.8=18.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.6

$$e(\text{parcial})=15 \times 10280 / 49.52 \times 400 \times 2.5=3.11 \text{ V.}=0.78 \%$$

$$e(\text{total})=2.94\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: 0506-SOPLANTE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 10 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 740 W.
- Potencia de cálculo: 740 W.



$$I=740/1,732 \times 400 \times 0.8=1.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Al

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.22

$$e(\text{parcial})=10 \times 740 / 32.71 \times 400 \times 2.5=0.23 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=2.22\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0507-FRIO CAM CONS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 32 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 26230 W.
- Potencia de cálculo: 26230 W.

$$I=26230/1,732 \times 400 \times 0.8=47.33 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.22

$$e(\text{parcial})=32 \times 26230 / 48.76 \times 400 \times 10=4.3 \text{ V.}=1.08 \%$$

$$e(\text{total})=3.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0508-FRIO CONS 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 32 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 8800 W.
- Potencia de cálculo: 8800 W.

$$I=8800/1,732 \times 400 \times 0.8=15.88 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.29

$$e(\text{parcial})=32 \times 8800 / 50.59 \times 400 \times 2.5=5.57 \text{ V.}=1.39 \%$$

$$e(\text{total})=3.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 32 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 117630 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
58815 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=58815/1,732 \times 400 \times 0.8=106.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 133 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 71.83

$$e(\text{parcial})=32 \times 58815 / 48.19 \times 400 \times 35 = 2.79 \text{ V.} = 0.7 \%$$

$$e(\text{total})=2.39\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-6

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0601-ALUMB 10	480 W
0602-ALUMB 11	1000 W
0603-ALUMB 12	1200 W
0604-EMER 5	50 W
0605-FRIO BIZC 1	29000 W
0606-FRIO BIZC 2	66000 W
0607-FRIO MINIBASES	7900 W
0608-RETRACTILADORA	4000 W
0609-CU+TC	8000 W
TOTAL....	117630 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2730

- Potencia Instalada Fuerza (W): 114900



Cálculo de la Línea: AG-17

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2730 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2730 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2730/1,732 \times 400 \times 0.8=4.93 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 2730 / 53.19 \times 400 \times 1.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0601-ALUMB 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 17 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 480 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
480 W.

$$I=480/230 \times 1=2.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$$e(\text{parcial})=2 \times 17 \times 480 / 53.68 \times 230 \times 1.5=0.88 \text{ V.}=0.38 \%$$

$$e(\text{total})=2.78\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0602-ALUMB 11

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 31 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1000 W.



$$I=1000/230 \times 1=4.35 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.14

$$e(\text{parcial})=2 \times 31 \times 1000 / 53.36 \times 230 \times 1.5 = 3.37 \text{ V.} = 1.46 \%$$

$$e(\text{total})=3.86\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0603-ALUMB 12

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 23 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1200 W.

$$I=1200/230 \times 1=5.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.09

$$e(\text{parcial})=2 \times 23 \times 1200 / 53.18 \times 230 \times 1.5 = 3.01 \text{ V.} = 1.31 \%$$

$$e(\text{total})=3.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0604-EMER 5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 25 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.13 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total})=2.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0605-FRIO BIZC 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 37 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 29000 W.
- Potencia de cálculo: 29000 W.

$$I=29000/1,732 \times 400 \times 0.8=52.32 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.49

$$e(\text{parcial})=37 \times 29000 / 47.77 \times 400 \times 10=5.62 \text{ V.}=1.4 \%$$

$$e(\text{total})=3.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0606-FRIO BIZC 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 34 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 66000 W.
- Potencia de cálculo: 66000 W.

$$I=66000/1,732 \times 400 \times 0.8=119.08 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 133 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.08

$$e(\text{parcial})=34 \times 66000 / 46.92 \times 400 \times 35=3.42 \text{ V.}=0.85 \%$$

$$e(\text{total})=3.24\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 125 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: AG-18

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;



- Potencia a instalar: 19900 W.
- Potencia de cálculo:
19900 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=19900/1,732 \times 400 \times 0.8=35.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.24

e(parcial)=0.3x19900/50.77x400x10=0.03 V.=0.01 %

e(total)=2.4% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0607-FRIO MINIBASES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 19 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 7900 W.
- Potencia de cálculo: 7900 W.

$$I=7900/1,732 \times 400 \times 0.8=14.25 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.93

e(parcial)=19x7900/51.18x400x2.5=2.93 V.=0.73 %

e(total)=3.13% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0608-RETRACTILADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 21 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.57

e(parcial)=21x4000/53.08x400x2.5=1.58 V.=0.4 %



$e(\text{total})=2.79\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0609-CU+TC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 40 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: 8000 W.

$I=8000/1,732 \times 400 \times 0.8=14.43$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 54.29

$e(\text{parcial})=40 \times 8000 / 51.11 \times 400 \times 2.5=6.26$ V.=1.57 %

$e(\text{total})=3.96\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 67 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 87220 W.
- Potencia de cálculo:
43610 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$I=43610/1,732 \times 400 \times 0.8=78.68$ A.

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 16 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 82.85

$e(\text{parcial})=67 \times 43610 / 46.52 \times 400 \times 16=9.81$ V.=2.45 %

$e(\text{total})=4.15\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 80 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



SUBCUADRO CUADRO C-7

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0701-MAQ MINIBASES	40220 W
0702-COMPRESOR GA26	28000 W
0703-EXTRACTOR	1500 W
0704-AMASADORA	7500 W
0705-CU+TC	10000 W
TOTAL....	87220 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 87220

Cálculo de la Línea: 0701-MAQ MINIBASES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 37 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 40220 W.
- Potencia de cálculo: 40220 W.

$$I=40220/1,732 \times 400 \times 0.8=72.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.44

$$e(\text{parcial})=37 \times 40220 / 47.47 \times 400 \times 16=4.9 \text{ V.}=1.22 \%$$

$$e(\text{total})=5.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 79 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 80 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: AG-19

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 29500 W.
- Potencia de cálculo:
29500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=29500/1,732 \times 400 \times 0.8=53.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.61

$e(\text{parcial})=0.3 \times 29500 / 50.19 \times 400 \times 16 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=4.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 80 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0702-COMPRESOR GA26

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 13 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: 28000 W.

$I=28000/1,732 \times 400 \times 0.8=50.52 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + \text{TT} \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.15

$e(\text{parcial})=13 \times 28000 / 48.14 \times 400 \times 10 = 1.89 \text{ V.} = 0.47 \%$

$e(\text{total})=4.63\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Cálculo de la Línea: 0703-EXTRACTOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 15 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$I=1500/1,732 \times 400 \times 0.8=2.71 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$e(\text{parcial})=15 \times 1500 / 53.68 \times 400 \times 2.5 = 0.42 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=4.26\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0704-AMASADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor



- Longitud: 35 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: 7500 W.

$$I = 7500 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 13.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.56

$e(\text{parcial}) = 35 \times 7500 / (51.42 \times 400 \times 2.5) = 5.1 \text{ V.} = 1.28 \%$

$e(\text{total}) = 5.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0705-CU+TC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 42 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I = 10000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.33

$e(\text{parcial}) = 42 \times 10000 / (49.73 \times 400 \times 2.5) = 8.45 \text{ V.} = 2.11 \%$

$e(\text{total}) = 6.26\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 78 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 109120 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
54560 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I = 54560 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 98.44 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca



I.ad. a 40°C (Fc=1) 108 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.54

$e(\text{parcial}) = 78 \times 54560 / 46.71 \times 400 \times 25 = 9.11 \text{ V.} = 2.28 \%$

$e(\text{total}) = 3.97\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-8

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0801-ALUMB 13	1020 W
0802-EMER 6	50 W
0803-FRIO MASAS	48650 W
0804-TC+CU	8000 W
0805-MAQ VAV	19000 W
0806-MAQ HOJALDRE	24900 W
0807-AMASADORA	7500 W
TOTAL....	109120 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1070

- Potencia Instalada Fuerza (W): 108050

Cálculo de la Línea: AG-20

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1070 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

1070 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 1070 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 1.93 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.09

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1070 / 53.76 \times 400 \times 6 = 0 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 3.97\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$



Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0801-ALUMB 13

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 40 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1020 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1020 W.

$$I=1020/230 \times 1=4.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 52 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.36

$$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 1020 / 53.7 \times 230 \times 6 = 1.1 \text{ V.} = 0.48 \%$$

$$e(\text{total})=4.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0802-EMER 6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 40 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 40 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.22 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=4.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0803-FRIO MASAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 39 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 48650 W.
- Potencia de cálculo: 48650 W.



$$I=48650/1,732 \times 400 \times 0.8=87.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x25+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 108 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.03

$$e(\text{parcial})=39 \times 48650 / 48 \times 400 \times 25=3.95 \text{ V.}=0.99 \%$$

$$e(\text{total})=4.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 98 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0804-TC+CU

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 43 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: 8000 W.

$$I=8000/1,732 \times 400 \times 0.8=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.29

$$e(\text{parcial})=43 \times 8000 / 51.11 \times 400 \times 2.5=6.73 \text{ V.}=1.68 \%$$

$$e(\text{total})=5.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0805-MAQ VAV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 18 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 19000 W.
- Potencia de cálculo: 19000 W.

$$I=19000/1,732 \times 400 \times 0.8=34.28 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.77



$e(\text{parcial})=18 \times 19000 / 48.84 \times 400 \times 6 = 2.92 \text{ V.} = 0.73 \%$
 $e(\text{total})=4.7\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0806-MAQ HOJALDRE

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 7 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 24900 W.
- Potencia de cálculo: 24900 W.

$I=24900 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 44.93 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.43

$e(\text{parcial})=7 \times 24900 / 49.22 \times 400 \times 10 = 0.89 \text{ V.} = 0.22 \%$

$e(\text{total})=4.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0807-AMASADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 8 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: 7500 W.

$I=7500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 13.53 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.56

$e(\text{parcial})=8 \times 7500 / 51.42 \times 400 \times 2.5 = 1.17 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=4.26\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



Cálculo de la Línea: CUADRO C-9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 73 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 26530 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
13265 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=13265/1,732 \times 400 \times 0.8=23.93 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.54

$$e(\text{parcial})=73 \times 13265 / 51.25 \times 400 \times 6 = 7.87 \text{ V.} = 1.97 \%$$

$$e(\text{total})=3.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-9

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

0901-ALUMB 14	560 W
0902-EMER7	50 W
0903-TC+CU	8000 W
0904-FRIO ROBOT	4290 W
0905-HORNO VAV	13630 W
TOTAL....	26530 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 610

- Potencia Instalada Fuerza (W): 25920

Cálculo de la Línea: AG-21

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 610 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
610 W.(Coef. de Simult.: 1)



$$I=610/1,732 \times 400 \times 0.8=1.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 610 / 53.76 \times 400 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=3.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0901-ALUMB 14

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 560 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
560 W.

$$I=560/230 \times 1=2.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.67

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 560 / 53.64 \times 230 \times 1.5=1.21 \text{ V.}=0.53 \%$$

$$e(\text{total})=4.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 0902-EMER7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 17 m; Cos ϕ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 17 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5=0.09 \text{ V.}=0.04 \%$$

$$e(\text{total})=3.7\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-22

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 12290 W.
- Potencia de cálculo:
12290 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=12290/1,732 \times 400 \times 0.8=22.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 73.72

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 12290 / 47.89 \times 400 \times 2.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=3.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 0903-TC+CU

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 11 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: 8000 W.

$$I=8000/1,732 \times 400 \times 0.8=14.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.29

$$e(\text{parcial})=11 \times 8000 / 51.11 \times 400 \times 2.5 = 1.72 \text{ V.} = 0.43 \%$$

$$e(\text{total})=4.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0904-FRIO ROBOT

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 14 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4290 W.
- Potencia de cálculo: 4290 W.



$$I=4290/1,732 \times 400 \times 0.8=7.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.11

$$e(\text{parcial})=14 \times 4290 / 52.98 \times 400 \times 2.5=1.13 \text{ V.}=0.28 \%$$

$$e(\text{total})=3.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 0905-HORNO VAV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 13 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 13630 W.
- Potencia de cálculo: 13630 W.

$$I=13630/1,732 \times 400 \times 0.8=24.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07 Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.48

$$e(\text{parcial})=13 \times 13630 / 46.72 \times 400 \times 2.5=3.79 \text{ V.}=0.95 \%$$

$$e(\text{total})=4.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 101 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 27598 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
13799 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=13799/1,732 \times 400 \times 0.8=24.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.81

$$e(\text{parcial})=101 \times 13799 / 52.29 \times 400 \times 10=6.66 \text{ V.}=1.67 \%$$

$$e(\text{total})=3.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-10

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

1001-ALUMB 15	348 W
1002-EMER 8	50 W
1003-AMASADORA	5000 W
1004-CUECECREMAS	1500 W
1005-HORNO	6700 W
1006-HORNO PRUEBAS	6000 W
1007-CU+TC	8000 W
TOTAL....	27598 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 398

- Potencia Instalada Fuerza (W): 27200

Cálculo de la Línea: AG-23

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 398 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
398 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 398 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 0.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.04

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 398 / (53.77 \times 400 \times 2.5) = 0 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 3.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1001-ALUMB 15

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor

- Longitud: 17 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;



- Potencia a instalar: 348 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
348 W.

$$I=348/230 \times 1=1.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.26

$$e(\text{parcial})=2 \times 17 \times 348 / 53.72 \times 230 \times 1.5 = 0.64 \text{ V.} = 0.28 \%$$

$$e(\text{total})=3.64\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1002-EMER 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 17 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 17 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=3.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-24

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 6500 W.
- Potencia de cálculo:
6500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=6500/1,732 \times 400 \times 0.8=11.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.43

$e(\text{parcial})=0.3 \times 6500 / 51.99 \times 400 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=3.37\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1003-AMASADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 9 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo: 5000 W.

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.58

$e(\text{parcial})=9 \times 5000 / 52.7 \times 400 \times 2.5 = 0.85 \text{ V.} = 0.21 \%$

$e(\text{total})=3.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1004-CUECECREMAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 9 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$I=1500/1,732 \times 400 \times 0.8=2.71 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$e(\text{parcial})=9 \times 1500 / 53.68 \times 400 \times 2.5 = 0.25 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total})=3.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AG-25

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared



- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 12700 W.
- Potencia de cálculo:
12700 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=12700/1,732 \times 400 \times 0.8=22.91 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.01

$e(\text{parcial})=0.3 \times 12700 / 47.54 \times 400 \times 2.5=0.08 \text{ V.}=0.02 \%$

$e(\text{total})=3.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1005-HORNO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 13 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6700 W.
- Potencia de cálculo: 6700 W.

$$I=6700/1,732 \times 400 \times 0.8=12.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.02

$e(\text{parcial})=13 \times 6700 / 51.88 \times 400 \times 2.5=1.68 \text{ V.}=0.42 \%$

$e(\text{total})=3.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1006-HORNO PRUEBAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 13 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: 6000 W.

$$I=6000/1,732 \times 400 \times 0.8=10.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04



$e(\text{parcial})=13 \times 6000 / 52.25 \times 400 \times 2.5 = 1.49 \text{ V.} = 0.37 \%$
 $e(\text{total})=3.75\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1007-CU+TC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 30 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo: 8000 W.

$I=8000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 14.43 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.29

$e(\text{parcial})=30 \times 8000 / 51.11 \times 400 \times 2.5 = 4.7 \text{ V.} = 1.17 \%$

$e(\text{total})=4.53\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 108 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 82450 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
41225 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$I=41225 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 74.38 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 25 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 108 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.72

$e(\text{parcial})=108 \times 41225 / 49.5 \times 400 \times 25 = 8.99 \text{ V.} = 2.25 \%$

$e(\text{total})=3.94\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 80 A. Térmico reg. Int.Reg.: 80 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 80 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



SUBCUADRO CUADRO C-11

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

1101-ALUMB 16	760 W
1102-EMER 9	50 W
1103-FRIO CONS 3	5760 W
1104-FRIO CONS 4	4980 W
1105-LAMINADORA	20500 W
1106-ELEVADOR	17000 W
1107-BOMBA GRASA	2800 W
1108-AMASADORA VAV	15000 W
1109-B GRASA 1 Y 2	5600 W
1110-CU+TC	10000 W
TOTAL....	82450 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 810

- Potencia Instalada Fuerza (W): 81640

Cálculo de la Línea: AG-26

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 810 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
810 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=810/1,732 \times 400 \times 0.8=1.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 810 / 53.77 \times 400 \times 6=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=3.94\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1101-ALUMB 16

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 760 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
760 W.



$$I=760/230 \times 1=3.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.24

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 760 / 53.53 \times 230 \times 1.5 = 1.23 \text{ V.} = 0.54 \%$$

$$e(\text{total})=4.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1102-EMER 9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 15 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1=0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=3.98\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-27

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10740 W.
- Potencia de cálculo:
10740 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=10740/1,732 \times 400 \times 0.8=19.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.49

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 10740 / 51.08 \times 400 \times 4 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.95\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$



Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1103-FRIO CONS 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 17 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 5760 W.
- Potencia de cálculo: 5760 W.

$$I=5760/1,732 \times 400 \times 0.8=10.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.41

$$e(\text{parcial})=17 \times 5760 / 52.36 \times 400 \times 2.5=1.87 \text{ V.}=0.47 \%$$

$$e(\text{total})=4.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1104-FRIO CONS 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 17 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 4980 W.
- Potencia de cálculo: 4980 W.

$$I=4980/1,732 \times 400 \times 0.8=8.99 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.54

$$e(\text{parcial})=17 \times 4980 / 52.71 \times 400 \times 2.5=1.61 \text{ V.}=0.4 \%$$

$$e(\text{total})=4.35\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1105-LAMINADORA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 13 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 20500 W.
- Potencia de cálculo: 20500 W.

$$I=20500/1,732 \times 400 \times 0.8=36.99 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Tetrapolares 4x6+TTx6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.33

$e(\text{parcial})=13 \times 20500 / 48.11 \times 400 \times 6 = 2.31 \text{ V.} = 0.58 \%$

$e(\text{total})=4.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: AG-28

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 19800 W.
- Potencia de cálculo:
 19800 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=19800/1,732 \times 400 \times 0.8 = 35.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.08

$e(\text{parcial})=0.3 \times 19800 / 50.8 \times 400 \times 10 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=3.95\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1106-ELEVADOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 16 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 17000 W.
- Potencia de cálculo: 17000 W.

$I=17000/1,732 \times 400 \times 0.8 = 30.67 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.3

$e(\text{parcial})=16 \times 17000 / 47.5 \times 400 \times 4 = 3.58 \text{ V.} = 0.89 \%$

$e(\text{total})=4.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: 1107-BOMBA GRASA

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 7 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2800 W.
- Potencia de cálculo: 2800 W.

$$I=2800/1,732 \times 400 \times 0.8=5.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.75

$$e(\text{parcial})=7 \times 2800 / 53.43 \times 400 \times 2.5=0.37 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=4.04\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: AG-29

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 20600 W.
- Potencia de cálculo:
20600 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=20600/1,732 \times 400 \times 0.8=37.17 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.4

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 20600 / 50.57 \times 400 \times 10=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.95\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1108-AMASADORA VAV

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 5 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.



$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8=27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.26

$$e(\text{parcial})=5 \times 15000 / 48.76 \times 400 \times 4 = 0.96 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total})=4.19\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Cálculo de la Línea: 1109-B GRASA 1 Y 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 8 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 5600 W.
- Potencia de cálculo: 5600 W.

$$I=5600/1,732 \times 400 \times 0.8=10.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47

$$e(\text{parcial})=8 \times 5600 / 52.44 \times 400 \times 2.5 = 0.85 \text{ V.} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total})=4.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1110-CU+TC

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 21 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 10000 W.
- Potencia de cálculo: 10000 W.

$$I=10000/1,732 \times 400 \times 0.8=18.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2910 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.33

$$e(\text{parcial})=21 \times 10000 / 49.73 \times 400 \times 2.5 = 4.22 \text{ V.} = 1.06 \%$$

$$e(\text{total})=5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-12

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 119 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7730 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
3865 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=3865/1,732 \times 400 \times 0.8=6.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.34

$$e(\text{parcial})=119 \times 3865 / 53.71 \times 400 \times 16 = 1.34 \text{ V.} = 0.33 \%$$

$$e(\text{total})=2.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-12

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

1201-ALUMB 17	180 W
1202-EMER 10	50 W
1203-ALUMB EXT 1	2500 W
1204-ALUMB EXT 2	2500 W
1205-ALUMB EXT 3	2500 W
TOTAL....	7730 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 7730

Cálculo de la Línea: AG-30

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 230 W.



- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
230 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=230/1,732 \times 400 \times 0.8 = 0.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 20 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.02

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 230 / 53.77 \times 400 \times 1.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1201-ALUMB 17

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 10 m; $\text{Cos } \phi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
180 W.

$$I=180/230 \times 1 = 0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 180 / 53.76 \times 230 \times 1.5 = 0.19 \text{ V.} = 0.08 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.11\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1202-EMER 10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 10 m; $\text{Cos } \phi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 50 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
50 W.

$$I=50/230 \times 1 = 0.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.01



$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 50 / 53.77 \times 230 \times 1.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$
 $e(\text{total})=2.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-31

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 7500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
7500 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=7500/1,732 \times 400 \times 0.8 = 13.53 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares $4 \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 85 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.27

$e(\text{parcial})=0.3 \times 7500 / 53.53 \times 400 \times 16 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=2.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1203-ALUMB EXT 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 180 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2500 W.

$I=2500/230 \times 1 = 10.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 16 + TT \times 16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 97 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.63

$e(\text{parcial})=2 \times 180 \times 2500 / 53.65 \times 230 \times 16 = 4.56 \text{ V.} = 1.98 \%$

$e(\text{total})=4.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1204-ALUMB EXT 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared



- Longitud: 180 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2500 W.

$$I=2500/230 \times 1=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 97 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.63
 $e(\text{parcial})=2 \times 180 \times 2500 / 53.65 \times 230 \times 16 = 4.56 \text{ V.} = 1.98 \%$
 $e(\text{total})=4.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1205-ALUMB EXT 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 180 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2500 W.

$$I=2500/230 \times 1=10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x16+TTx16mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 97 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.63
 $e(\text{parcial})=2 \times 180 \times 2500 / 53.65 \times 230 \times 16 = 4.56 \text{ V.} = 1.98 \%$
 $e(\text{total})=4.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: CUADRO C-13

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 96 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 43244 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
21622 W.(Coef. de Simult.: 0.5)

$$I=21622/1,732 \times 400 \times 0.8=39.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 85 A. según ITC-BT-19



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.53

$e(\text{parcial}) = 96 \times 21622 / 51.79 \times 400 \times 16 = 6.26 \text{ V.} = 1.57 \%$

$e(\text{total}) = 3.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

SUBCUADRO CUADRO C-13

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

1301-ALUMB 18	836 W
1302-ALUMB 19	800 W
1303-ALUMB 20	800 W
1304-ALUMB 21	800 W
1305-ALUMB 22	800 W
1306-ALUMB 23	268 W
1307-EMER 11	100 W
1308-MUELLES	9450 W
1308-BATERIAS	4500 W
1310-FUERZA TALLER	2090 W
1311-DOSIFICADOR	7800 W
1312-TC+CU	15000 W
TOTAL....	43244 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 4404

- Potencia Instalada Fuerza (W): 38840

Cálculo de la Línea: AG-32

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 2436 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

2436 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 2436 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 4.4 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.46

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 2436 / 53.69 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$



$e(\text{total})=3.26\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1301-ALUMB 18

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 102 m; $\cos \phi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 836 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
836 W.

$I=836/230 \times 1=3.63$ A.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 52 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.24

$e(\text{parcial})=2 \times 102 \times 836 / 53.73 \times 230 \times 6 = 2.3$ V. = 1 %

$e(\text{total})=4.26\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1302-ALUMB 19

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; $\cos \phi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
800 W.

$I=800/230 \times 1=3.48$ A.

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial})=2 \times 75 \times 800 / 53.7 \times 230 \times 4 = 2.43$ V. = 1.06 %

$e(\text{total})=4.32\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1303-ALUMB 20

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 65 m; $\cos \phi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;



- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
800 W.

$$I=800/230 \times 1=3.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$$e(\text{parcial})=2 \times 65 \times 800 / 53.7 \times 230 \times 4 = 2.11 \text{ V.} = 0.92 \%$$

$$e(\text{total})=4.17\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-33

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 1968 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1968 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=1968/1,732 \times 400 \times 0.8=3.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.49

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1968 / 53.68 \times 400 \times 4 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=3.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1304-ALUMB 21

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 75 m; Cos ϕ : 1; Xu(m ϕ /m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
800 W.

$$I=800/230 \times 1=3.48 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial}) = 2 \times 75 \times 800 / 53.7 \times 230 \times 4 = 2.43 \text{ V.} = 1.06 \%$

$e(\text{total}) = 4.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1305-ALUMB 22

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 85 m; $\cos \phi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
800 W.

$I = 800 / 230 \times 1 = 3.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 4 + \text{TT} \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c = 1$) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial}) = 2 \times 85 \times 800 / 53.7 \times 230 \times 4 = 2.75 \text{ V.} = 1.2 \%$

$e(\text{total}) = 4.46\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: 1306-ALUMB 23

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 20 m; $\cos \phi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 268 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
268 W.

$I = 268 / 230 \times 1 = 1.17 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 40°C ($F_c = 1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.15

$e(\text{parcial}) = 2 \times 20 \times 268 / 53.75 \times 230 \times 1.5 = 0.58 \text{ V.} = 0.25 \%$

$e(\text{total}) = 3.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.



Cálculo de la Línea: 1307-EMER 11

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 160 m; Cos ϕ : 1; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
100 W.

$$I=100/230 \times 1=0.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 30 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 160 \times 100 / 53.77 \times 230 \times 2.5 = 1.03 \text{ V.} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total})=3.71\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: AG-34

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 16040 W.
- Potencia de cálculo:
16040 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=16040/1,732 \times 400 \times 0.8=28.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x6mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 46 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.79

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16040 / 50.16 \times 400 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=3.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1308-MUELLES

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 35 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9450 W.
- Potencia de cálculo: 9450 W.

$$I=9450/1,732 \times 400 \times 0.8=17.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu



Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.94

$e(\text{parcial}) = 35 \times 9450 / 50.13 \times 400 \times 2.5 = 6.6 \text{ V.} = 1.65 \%$

$e(\text{total}) = 4.92\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: 1308-BATERIAS

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 7 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 4500 W.
- Potencia de cálculo: 4500 W.

$I = 4500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 8.12 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$e(\text{parcial}) = 7 \times 4500 / 52.9 \times 400 \times 2.5 = 0.6 \text{ V.} = 0.15 \%$

$e(\text{total}) = 3.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: 1310-FUERZA TALLER

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 11 m; Cos ϕ : 0.8; $X_u(\text{m}\phi/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2090 W.
- Potencia de cálculo: 2090 W.

$I = 2090 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 3.77 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.98

$e(\text{parcial}) = 11 \times 2090 / 53.59 \times 400 \times 2.5 = 0.43 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total}) = 3.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.



Cálculo de la Línea: 1311-DOSIFICADOR

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 93 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 7800 W.
- Potencia de cálculo: 7800 W.

$$I = 7800 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 14.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x4+TTx4mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.64
 $e(\text{parcial}) = 93 \times 7800 / (52.32 \times 400 \times 4) = 8.67 \text{ V.} = 2.17 \%$
 $e(\text{total}) = 5.42\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 1312-TC+CU

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.Bandeja no Perfor
- Longitud: 150 m; $\cos \phi$: 0.8; $X_u(m\phi/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 15000 W.
- Potencia de cálculo: 15000 W.

$$I = 15000 / (1,732 \times 400 \times 0.8) = 27.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 63 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.23
 $e(\text{parcial}) = 150 \times 15000 / (52.03 \times 400 \times 10) = 10.81 \text{ V.} = 2.7 \%$
 $e(\text{total}) = 5.96\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.



ANEXO 2.- DOCUMENTACIÓN EXIGIDA POR INDUSTRIA PARA LA TRAMITACIÓN DE PROYECTOS EN LA REGIÓN DE MURCIA.

Por último, se incluye como anexo una relación de toda la documentación e impresos a presentar a la Dirección General de Energía y Actividad Industrial y Minera.

Así, para cada sub proyecto anteriormente definido, será necesaria la entrega de los siguientes impresos:

- Proyecto de instalación fotovoltaica: en este caso, la tramitación se realiza a través del procedimiento de registro de instalaciones productoras de energía eléctrica. La documentación a presentar es la siguiente:
 - o Declaración responsable.
 - o Justificante de pago de la tasa T-610.3 "Ordenación de las instalaciones acogidas a régimen especial" – Inscripción previa.
 - o Justificante de pago de la tasa T-610.3 "Ordenación de las instalaciones acogidas a régimen especial" – Inscripción definitiva.
 - o Documento que justifique vinculación del titular de la instalación con la propiedad del suelo donde se ubica. (propietario, arrendatario, concesionario,...art. 39.2 RD 413/2014).
 - o Memoria-resumen de la entidad peticionaria normalizada.
 - o Memoria Técnica normalizada.
 - o Fichas técnicas de los generadores e inversores.
 - o Autorización de explotación definitiva. Para instalaciones conectadas en baja tensión: fotocopia del certificado de instalación eléctrica de baja tensión, diligenciado por D.G.I.E.M., o número de expediente de tramitación.
 - o Fotocopia de contrato técnico con la empresa distribuidora.



- Certificado emitido por el encargado de la lectura, que acredite el cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, aprobado por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, con detalle del Código de la Instalación a efectos de Liquidación.
 - Informe del gestor de la red de transporte, o del gestor de la red de distribución en su caso, que acredite la adecuada cumplimentación de los procedimientos de acceso y conexión y el cumplimiento de los requisitos de información, técnicos y operativos establecidos en los procedimientos de operación, incluyendo la adscripción a un centro de control de generación con los requisitos establecidos en el real decreto 413/2014.
- Proyecto de centro de transformación: se considera instalación eléctrica de alta tensión, siendo su epígrafe el 5.1. Es necesario disponer de:
- Declaración responsable.
 - Proyecto suscrito por técnico titulado competente acompañado por declaración responsable en caso de que no se encuentre visado.
 - Certificado de instalación suscrito por la empresa instaladora habilitada.
 - Certificado de dirección de obra suscrito por técnico titulado competente acompañado por declaración responsable en caso de que no se encuentre visado.
 - Contrato de mantenimiento o Certificado acreditativo de la existencia del mismo.
 - Libro de mantenimiento y control de centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
 - Certificado de mediciones efectuadas de las tensiones de paso y contacto, firmado por la dirección de obra.
 - Declaración de conformidad para equipos y aparatos para instalaciones de alta tensión.
 - Documento acreditativo de haber efectuado la liquidación de la tasa correspondiente.



- Proyecto de línea de alta tensión: los documentos en este tipo de proyectos son muy similares a los del proyecto de centro de transformación, dado que ambos son tratados como instalaciones de alta tensión:
 - o Declaración responsable. En este caso se trataría del epígrafe 5.4.
 - o Proyecto suscrito por técnico titulado competente acompañado por declaración responsable en caso de que no se encuentre visado.
 - o Certificado de instalación suscrito por la empresa instaladora habilitada.
 - o Certificado de dirección de obra suscrito por técnico titulado competente acompañado por declaración responsable en caso de que no se encuentre visado.
 - o Contrato de mantenimiento o Certificado acreditativo de la existencia del mismo.
 - o Conformidad de la empresa distribuidora sobre el punto de conexión a su red que figura en el proyecto.
 - o Declaración del titular de disponibilidad de terrenos, según Anexo I de la Resolución de 5/7/2001, de la DGIEM.
 - o Permisos de paso de todos y cada uno de los propietarios de los terrenos afectados por le trazado de la línea.
 - o En su caso, permisos y condicionados impuestos de todos los organismos oficiales afectados por las instalaciones.
 - o Documento acreditativo de haber efectuado la liquidación de la tasa correspondiente.

- Proyecto de baja tensión: según la página de la Comunidad Autónoma de La Región de Murcia, los documentos necesarios son, tratándose de una instalación tipo 2:
 - o Declaración responsable. Como siempre, el impreso principal, y el que determina el resto de documentación a presentar.
 - o Documento acreditativo de haber efectuado la liquidación de tasa correspondiente.



- Proyecto técnico de instalación eléctrica de baja tensión según la Resolución de 3/7/2003 de la DGIEM (BORM 26/7/2003) acompañado por declaración responsable en caso de que no se encuentre visado.
- Certificado de Dirección Técnica suscrito por técnico titulado competente acompañado por declaración responsable en caso de que no se encuentre visado.
- Certificado de instalación suscrito por empresa instaladora habilitada.
- Certificado de inspección inicial por emitido por organismo de control.
- Anexo de información al usuario.



BIBLIOGRAFÍA

ABB. *Cuaderno de aplicaciones técnicas nº 10. Plantas fotovoltaicas*. Madrid: ABB.

Alromar energía. (2013). *Propuesta técnico-económica y mantenimiento de instalación solar fotovoltaica*. Madrid: Alromar energía.

Antony, F., Dürschner, C. & Remmers, K.-H. (2006). *Fotovoltaica para profesionales. Diseño, instalación y comercialización de plantas solares fotovoltaicas*. Sevilla: Progensa.

Iberdrola distribución eléctrica. (2016). *Condiciones técnicas de instalaciones de producción eléctrica conectadas a la red de Iberdrola*. Madrid: Iberdrola.

Iberdrola distribución eléctrica. (2013). *Diseño de puestas a tierra para centros de transformación, de tensión nominal ≤ 30 kV*. Madrid: Iberdrola.

Mermoud, A. & Wittmer, B. (2017). *Tutorial PVsyst6 SA*. Satigni: PVsyst.

Schneider electric. (2008). *Centros de transformación 24 kV MT/BT. Distribución eléctrica en media tensión. Catálogo '08*. Madrid: Schneider electric.

Sunny tripower. Modelo 20000TL-30. Extraído de:
<https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico/sunny-tripower-15000tl-20000tl-25000tl.html>

Trina solar. Modelo TSM-320PEG14. Extraído de:
<https://www.solarpowerworldonline.com/panel/trina-solar-tsm-320peg14ii/>.

