

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO 09: CÁLCULOS ELECTRICOS

**PROYECTO DE LA ESTACIÓN DEPURADORA DE AGUAS
RESIDUALES DE RAMONETE, T.M. DE LORCA (MURCIA)**

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA Y AGUA DE LA COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA
REGIÓN DE MURCIA
DIRECCIÓN GENERAL DEL AGUA





ÍNDICE:

1	OBJETO DEL ANEJO Y ALCANCE	4
2	ACOMETIDA ELÉCTRICA	4
2.1	INTRODUCCIÓN	4
2.2	PUNTO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO	4
2.2.1	POTENCIA INSTALADA	4
2.2.2	TRAMITACIÓN ANTE COMPAÑÍA. NUEVO SUMINISTRO	4
2.2.3	TRAMITACIÓN ANTE COMPAÑÍA. DESVÍO DE L.A.M.T. EXISTENTE	5
3	REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES QUE REGIRÁN PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL PRESENTE PROYECTO	6
3.1	LÍNEAS DE M.T. 20 KV	6
3.2	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	7
3.3	INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN	8
4	DESVÍO DE LA L.A.M.T. EXISTENTE Y EJECUCIÓN DE LA L.A.M.T. DE ACOMETIDA	9
4.1	DESCRIPCIÓN DE LA L.A.M.T. EXISTENTE	9
4.2	INSTALACIONES A EJECUTAR	9
4.2.1	DESVÍO DE LA LAMT EXISTENTE	9
4.2.2	EJECUCIÓN DEL TENSE REDUCIDO Y APOYO DE ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO Y L.S.M.T.	10
4.3	PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES	10
4.3.1	L.A.M.T. DESVIADA	10
4.3.2	TENSE REDUCIDO Y APOYO DE ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO Y L.S.M.T.	10
4.4	DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ACTUACIÓN	11
4.4.1	APOYO Nº01	11
4.4.2	APOYO Nº02	11
4.4.3	APOYO Nº03	12
4.4.4	APOYO Nº04	12
4.4.5	APOYOS A DESMONTAR	13
4.5	CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA	13
4.6	POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR	13
4.7	LONGITUD Y PLANTEAMIENTO GENERAL	13
4.8	TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS	13
4.9	RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.	14
4.9.1	GENERALIDADES.	14
4.9.2	DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O DE TELECOMUNICACIÓN	14
4.9.3	DISTANCIAS A CARRETERAS	15
4.9.4	DISTANCIAS A FERROCARRILES	15
4.9.5	DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES	15
4.9.6	DISTANCIAS A RIOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES	15
4.9.7	PASO POR ZONAS	15
4.10	MATERIALES	15
4.10.1	CONDUCTORES	16
4.10.2	EMPALMES Y CONEXIONES	17
4.10.3	HERRAJES Y ACCESORIOS	17
4.10.4	AISLADORES	18
4.10.5	CRUCETAS	18
4.10.6	APOYOS	19
4.11	ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE21	
4.11.1	ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA	21
4.11.2	LÍNEAS DE TIERRA	22
4.11.3	CONEXIÓN DE LOS APOYOS A TIERRA	22



4.12	CIMENTACIONES	23
4.13	ENTRONQUE	23
4.14	PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA	23
5	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	24
5.1	POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO	24
5.2	TRAZADO	24
5.3	LONGITUD	24
5.4	TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS	24
5.5	RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.	24
5.6	MATERIALES	24
5.6.1	CONDUCTORES	25
5.7	TRAZADO Y CANALIZACIÓN	26
5.8	ACCESORIOS	26
5.9	PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA	27
5.10	ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO	28
5.10.1	MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD	29
5.11	PUESTA A TIERRA	29
6	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y MEDIDA	30
6.1	CARACTERÍSTICAS GENERALES	30
6.2	PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALAD EN KVAS	30
6.3	OBRA CIVIL	30
6.4	RED DE ALIMENTACIÓN	32
6.5	CELDAS	32
6.6	TRANSFORMADOR	34
6.6.1	CARACTERÍSTICAS	34
6.6.2	PUESTA A TIERRA	35
6.6.3	INSTALACIONES SECUNDARIAS	35
7	INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR EN BAJA TENSION.	37
7.1	POTENCIAS	37
7.1.1	CGBT	37
7.1.2	CS SALA DE CONTROL	37
7.1.3	CS E PRETRATAMIENTO	37
7.1.4	CS CCM	38
7.2	MAQUINARIA INSTALADA.	40
7.3	ACOMETIDA	42
7.4	DISPOSICIONES GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN	42
7.5	CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN	43
7.6	CIRCUITOS DESDE EL CGBT	44
7.7	CUADROS DE ALUMBRADO Y FUERZA USOS VARIOS EN LA ESTACIÓN DEPURADORA	45
7.8	INSTALACIONES INTERIORES	46
7.8.1	CONDICIONES GENERALES	46
7.8.2	CANALIZACIONES ELÉCTRICAS	46
7.8.3	CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES	47
7.8.4	CONDUCTORES	55
7.8.5	IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES	57
7.8.6	RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA	57
7.8.7	CAJAS DE EMPALME	57



7.8.8	MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE	58
7.9	APARATA DE MANDO Y PROTECCIÓN	58
7.9.1	CUADROS ELECTRICOS.	58
7.9.2	INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS	60
7.9.3	GUARDAMOTORES	61
7.9.4	FUSIBLES	61
7.9.5	INTERRUPTORES DIFERENCIALES	62
7.9.6	SECCIONADORES	63
7.9.7	EMBARRADOS	63
7.9.8	PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS	63
7.10	RECEPTORES DE ALUMBRADO	64
7.10.1	GENERALIDADES	64
7.10.2	ALUMBRADO INTERIOR	65
7.10.3	ALUMBRADO EXTERIOR	67
7.11	RECEPTORES A MOTOR	68
7.12	PUESTAS A TIERRA	71
7.12.1	TOMAS DE TIERRA.	72
7.12.2	CONDUCTORES DE TIERRA.	73
7.12.3	BORNES DE PUESTA A TIERRA.	73
7.12.4	CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.	73
8	BATERÍA DE CONDENSADORES	75
9	GRUPO ELECTRÓGENO	76
10	PARRARAYOS	76
•	APÉNDICE 1: CÁLCULOS DESVÍO DE L.A.M.T.	
•	APÉNDICE 2: CÁLCULOS C.T.	
•	APÉNDICE 3: CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN	
•	APÉNDICE 4: CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN	



1 OBJETO DEL ANEJO Y ALCANCE

Este documento tiene por objeto describir y justificar la instalación eléctrica proyectada, que comprende:

- Acometida Eléctrica a la parcela mediante:
 - Desvío de una L.A.M.T. existente.
 - Ejecución de Línea eléctrica de media tensión de acometida.
 - Ejecución de Centro de Transformación.
- Instalación eléctrica de baja tensión de la E.D.A.R.

2 ACOMETIDA ELÉCTRICA

2.1 INTRODUCCIÓN

Este documento tiene por objeto describir y justificar el suministro eléctrico a los edificios e instalaciones integradas en el proyecto de construcción de la Estación Depuradora de Aguas Residuales (E.D.A.R.) de Ramonete.

Para ello se ha solicitado punto de entronque a la compañía suministradora eléctrica en una línea de media tensión cercana.

Del mismo modo, se ha solicitado a la citada compañía, el desvío de una serie de líneas eléctricas de media tensión que discurren por la parcela en donde está proyectada la E.D.A.R.

En base a los datos facilitados se ha diseñado una acometida eléctrica hasta las instalaciones y el desvío de la existente.

2.2 PUNTO DE SUMINISTRO ELÉCTRICO

2.2.1 POTENCIA INSTALADA

La potencia eléctrica instalada en la E.D.A.R. es de 224.909 W.

2.2.2 TRAMITACIÓN ANTE COMPAÑÍA. NUEVO SUMINISTRO

Para esta potencia demanda se ha solicitado a la Compañía suministradora de la zona, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U. solicitud de suministro eléctrico para una potencia de 250 kW. La misma ha cursado número de referencia **9029025500**.

Las características del suministro de energía eléctrica son, según Condiciones Técnico Económicas facilitadas:

- Potencia estimada: 250 KW.
- Corriente: Alterna trifásica
- Frecuencia: 50 Hz.
- Tensión suministro provisional: 11.000 V



- Tensión suministro definitiva: 20.000 V
- Línea de Punto de entronque: L.A.M.T. Descalzos (11 kV) de la S.T.R. Ramonete.
- Termino Municipal: Lorca, Murcia
- Propiedad de entronque: Desconocida
- Zona A

Se hace constar que la el punto de entronque facilitado para el suministro de la E.D.A.R. tiene una validez determinada, por lo que transcurrido el plazo, las condiciones de acometida pueden no ser validas, debiéndose realizar una nueva solicitud.

2.2.3 TRAMITACIÓN ANTE COMPAÑÍA. DESVÍO DE L.A.M.T. EXISTENTE

Junto con las Condiciones Técnico Económicas del expediente de nuevo suministro se acompaña un plano con las infraestructuras de media tensión propiedad de la compañía en esa zona, y en las mismas, se indica el punto de entronque.

Parte de estas infraestructuras eléctricas se encuentran en la parcela en donde se proyecta la E.D.A.R., por lo que se hace necesario el desvío de las mismas, para que ningún apoyo o vuelo de las electrificaciones discorra por la zona afectada.

Para ello se ha solicitado a la Compañía suministradora de la zona, Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U., que inicie expediente de desvío de las líneas aéreas comentadas. Este expediente de desvío ha cursado número de referencia **9029544915**.



3 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES QUE REGIRÁN PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS DEL PRESENTE PROYECTO

3.1 LÍNEAS DE M.T. 20 KV

Tanto en la redacción del presente Proyecto, como posteriormente en la ejecución de las obras e instalaciones que comprende, se tendrán en cuenta las siguientes normativas legales:

- Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Órdenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE núm. 176, de 23 de julio de 1992).
- Real Decreto 198/2010, de 26 febrero, Adapta determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico a lo dispuesto en la Ley 25/2009 (RCL 2009\2556), de modificación de diversas leyes para su adaptación a la ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio
- 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. (BOE núm. 68, de 19 de marzo de 2008).
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico (BOE núm. 285, de 28 de noviembre de 1997).
- Real Decreto 2819/1998, de 23 de diciembre, por el que se regula las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica (BOE núm. 321, de 30 de diciembre de 1998).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).



- Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico (BOE núm. 309, de 24 de diciembre de 2004; con corrección de errores en BOE núm. 314, de 30 de diciembre de 2004).
- Orden de 25 de abril de 2001, de la Consejería de Tecnología, Industria, Trabajo y Turismo, por la que se establecen procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1 kV (BORM núm. 102, de 4 de mayo de 2001).
- Resolución de 5 de julio de 2001, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se desarrolla la Orden de 25 de abril de 2001, sobre procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica de tensión superior a 1kV (BORM núm. 173, de 27 de julio de 2001).
- 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 (BORM núm. 218, de 19 de septiembre de 2002, con corrección de errores en BORM núm. 235, de 9 de octubre de 2002).
- 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 (BORM núm. 284, de 10 de diciembre de 2002, con corrección de errores en BORM núm. 85, de 12 de abril de 2003).
- 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 (BORM núm. 75, de 1 de abril de 2003, con corrección de errores en BORM núm. 79, de 5 de abril de 2003).
- Normas Particulares de la Empresa Eléctrica Distribuidora.

3.2 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Tanto en la redacción del presente Proyecto, como posteriormente en la ejecución de las obras e instalaciones que comprende, se tendrán en cuenta las siguientes normativas legales:

- Reglamento sobre las Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.
- Condiciones impuestas por las entidades públicas afectadas.



3.3 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

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

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- RD 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- NBE CPI-96 de Protección contra Incendios en los Edificios.
- NBE CA-88 de Condiciones Acústicas en los Edificios.
- NBE CT-79 de Condiciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- RD 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- RD 486/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- RD 1215/1997, de 18 de julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.



4 DESVÍO DE LA L.A.M.T. EXISTENTE Y EJECUCIÓN DE LA L.A.M.T. DE ACOMETIDA

4.1 DESCRIPCIÓN DE LA L.A.M.T. EXISTENTE

La línea existente es la Línea Aérea Descalzos de 11 kV de la S.T.R. Ramonete. En su trazado actual, parte del vuelo y 2 de sus apoyos se encuentran en la zona de actuación de la Depuradora a ejecutar.

Los apoyos afectados son apoyos de presillas con cruceta de bóveda simple en tres de los casos, de presilla con cruceta recta en el desvío a un CT cercano en desuso, de madera en esta acometida al CT.

El trazado actual se puede observar en el plano de planta de la LAMT.

4.2 INSTALACIONES A EJECUTAR

Existe en la actualidad una línea aérea de media tensión que vuela sobre la parcela prevista para la implantación de la E.D.A.R. Su desvío supone afectar a otros tendidos eléctricos que comparten un apoyo en común con la mencionada línea. Por ello, se ha solicitado a la compañía distribuidora el desvío de las líneas eléctricas de media tensión que discurren por la parcela, para que ningún apoyo o vuelo de las electrificaciones discurra por la zona afectada. Para ello se acometerán las siguientes actuaciones:

- Desvío de la LAMT mediante.
 - La sustitución de apoyo existente de presilla P-400/14 por un apoyo de celosía C-2.000/18.
 - Eliminación de dos apoyos de presilla de la LAMT desviada.
 - Instalación de nuevo apoyo de celosía de estrellamiento C-3.000/16 para derivación al entronque aéreo subterráneo de abonado.
 - Sustitución de apoyo existente de presilla P-400/14 por un apoyo de celosía C-2.000/16.
 - Cableado de la nueva traza de la LAMT.
- Ejecución del tense reducido y apoyo de entronque aéreo subterráneo y L.S.M.T.

Todos los cálculos mecánicos y eléctricos de este trazado están recogidos en los Apéndices correspondientes, dentro de este Anexo.

4.2.1 DESVÍO DE LA LAMT EXISTENTE

Según lo establecido en el artículo 9 del Real Decreto 222/2008 de 15 de febrero, la infraestructura eléctrica del desvío será realizada por la empresa distribuidora, teniendo en cuenta las especificaciones técnico administrativas de la compañía eléctrica, la normativa oficial, y resto de manuales y normas aplicadas.

Para el desvío, los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de las instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarios para incorporar las nuevas instalaciones, serán realizados por la empresa distribuidora al ser ésta la propietaria de dicha red.

En este caso consistirán en:

- Trabajos de desvío de la línea aérea de media tensión existente.



- El entronque de las instalaciones de extensión de nuevas con la red de distribución existente desviada.
- Retirada de los apoyos sobrantes.

4.2.2 EJECUCIÓN DEL TENSE REDUCIDO Y APOYO DE ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO Y L.S.M.T.

Según lo establecido en el artículo 9 del Real Decreto 222/2008 de 15 de febrero, la infraestructura eléctrica será realizada por el promotor de las obras, debiendo para ello tener en cuenta las especificaciones técnico administrativas de la compañía eléctrica, la normativa oficial, y resto de manuales y normas aplicadas.

Los trabajos necesarios para la nueva extensión de red serán ejecutados a requerimiento del promotor por cualquier empresa instaladora eléctrica legalmente autorizada o por la empresa distribuidora.

Los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de las instalaciones de la red de distribución existente en servicio, que son necesarias para incorporar las nuevas instalaciones serán realizados por esta empresa distribuidora al ser esta la propietaria de dicha red.

En este caso consistirán en:

- El entronque de las instalaciones de extensión de nuevas con la red de distribución existente desviada.
- Trabajos en la línea aérea de media tensión existente desviada.

4.3 PROPIEDAD DE LAS INSTALACIONES

4.3.1 L.A.M.T. DESVIADA

De acuerdo con la normativa vigente, las instalaciones una vez desviadas ejecutadas por la Compañía quedarán de su propiedad, debiendo proceder a su mantenimiento y operación.

De este modo tenemos que los trabajos de desvío, refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de las instalaciones de la red de distribución existente en servicio, serán a ejecutar por cuenta de Iberdrola Distribución eléctrica, S.A.U, y a cargo del promotor. Por este motivo se describen y valoran en el presente proyecto.

4.3.2 TENSE REDUCIDO Y APOYO DE ENTRONQUE AÉREO SUBTERRÁNEO Y L.S.M.T.

De acuerdo con la normativa vigente, las instalaciones ejecutadas por el promotor del presente proyecto quedarán de su propiedad, debiendo proceder a su mantenimiento y operación. No obstante, podrán ceder las instalaciones a la empresa distribuidora de energía eléctrica, que en el supuesto de aceptarlas será la nueva titular de dichas instalaciones, siendo responsables entonces de su operación y mantenimiento.

De este modo tenemos que:

1º. Los trabajos de refuerzo, adecuación, adaptación o reforma de las instalaciones de la red de distribución existente en servicio, serán a ejecutar por cuenta de Iberdrola Distribución eléctrica, S.A.U, y a cargo del promotor.

2º. Las actuaciones e infraestructuras a ejecutar por cuenta y a cargo del promotor y que querrán de su propiedad es la línea aérea en tense reducido, el apoyo nº04 (ver plano 15.1) de entronque aéreo subterráneo y la línea y subterránea desde el mismo hasta el centro de transformación y este.

4.4 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE LA ACTUACIÓN

4.4.1 APOYO N°01

El apoyo nº 01 (ver plano 15.1) sustituye a uno existente de presilla P-400/14 de alineación. Desde este apoyo viene definida la nueva traza de la línea desviada hasta otro apoyo a sustituir, el nº 03.

El apoyo se encuentra al otro lado de la “Rambla de Ramonete”, fuera del dominio público hidráulico, a una distancia del mismo de 16 m.

El motivo del cambio viene derivado porque en el trazado existente, ese apoyo es de alineación, por lo que al modificarse la traza, se ha de sustituir por un apoyo con función de ángulo, que recibe más esfuerzos, y que además, ha de ser más alto que el actual, para elevar las distancias de la catenaria sobre la rambla.

Además, se ha de retranquear del sitio actual para cumplir la distancia con el Dominio Público Hidráulico, definida por una vez y media la altura del apoyo al borde del cauce. Siendo la altura del mismo de 18 m, la distancia a salvar sería de 27 m.

Por ello se elige un apoyo con las siguientes características:

- Titularidad: Compañía eléctrica.
- Función: Ángulo
- Apoyo: Celosía C-2000
- Altura: 18 m.
- Cruceta: 1 cruceta recta tipo RC1-12,5/5
- Cadenas: 6 cadenas de amarre compuestas con aisladores de composite.

Su composición y definición se pueden ver en los planos correspondientes.

4.4.2 APOYO N°02

El apoyo nº 02 (ver plano 15.1) es de nueva instalación. Sustituye a uno existente de presilla P-400/14 de alineación que se ha de desmontar y que se ubica en la traza de la “Rambla de Ramonete”.

El apoyo se encuentra junto a la parcela de la depuradora, fuera del vallado de la misma.

El motivo del cambio viene derivado porque en el trazado existente, ese apoyo es de alineación, por lo que al modificarse la traza, se ha de sustituir por un apoyo con función de ángulo, que recibe más esfuerzos, y que además, ha de ser más alto que el actual, para elevar las distancias de la catenaria sobre la rambla.

Además, se ha de retranquear del sitio actual para cumplir la distancia con el Dominio Público Hidráulico, definida por una vez y media la altura del apoyo al borde del cauce. Siendo la altura del mismo de 16 m, la distancia a salvar sería de 24 m.



Por ello se elige un apoyo con las siguientes características:

- Titularidad: Compañía eléctrica.
- Función: Estrellamiento. Salida a Apoyo de abonado.
- Apoyo: Celosía C-3.000
- Altura: 16 m.
- Cruceta: 2 cruceta recta tipo RC1-15/5
- Cadenas: 9 cadenas de amarre compuestas con aisladores de composite.
- Otros: Instalación de seccionadores, juego de chapas antiescalo.

Su composición y definición se pueden ver en los planos correspondientes.

4.4.3 APOYO N°03

El apoyo n° 03 (ver plano 15.1) es de nueva instalación. Sustituye a uno existente de presilla P-400/14 de alineación que se ha de desmontar.

El motivo del cambio viene derivado porque en el trazado existente, ese apoyo es de alineación, por lo que al modificarse la traza, se ha de sustituir por un apoyo con función de ángulo, que recibe más esfuerzos.

Por ello se elige un apoyo con las siguientes características:

- Titularidad: Compañía eléctrica.
- Función: Ángulo
- Apoyo: Celosía C-2.000
- Altura: 16 m.
- Cruceta: 1 cruceta recta tipo RC1-12,5/5
- Cadenas: 6 cadenas de amarre compuestas con aisladores de composite.

Su composición y definición se pueden ver en los planos correspondientes.

4.4.4 APOYO N°04

El apoyo n° 04 es de nueva instalación. El mismo será el que disponga del entronque aéreo subterráneo para la acometida al Centro de Transformación.

El apoyo se encuentra dentro de la parcela de la depuradora.

Su disposición es en tense reducido desde el apoyo n°02 de estrellamiento.

La posición del apoyo cumplirá con la distancia con el Dominio Público Hidráulico, definida por una vez y media la altura del apoyo al borde del cauce. Siendo la altura del mismo de 14 m, la distancia a salvar sería de 21 m.

Por ello se elige un apoyo con las siguientes características:

- Titularidad: Compañía eléctrica.
- Función: Estrellamiento. Salida a Apoyo de abonado.
- Apoyo: Celosía C-3.000
- Altura: 16 m.

- Cruceta: 2 cruceta recta tipo RC1-15/5
- Cadenas: 9 cadenas de amarre compuestas con aisladores de composite.
- Otros: Instalación de juego de pararrayos autovalvulares, juego de seccionadores unipolares, juego de botellas de terminal exterior, soporte de botellas y pararrayos, juego de chapas anti escaló, tubo de bajada de conductores.

Su composición y definición se pueden ver en los planos correspondientes.

4.4.5 APOYOS A DESMONTAR

Además de los indicados que sustituyen al apoyo nº01, nº02 y nº03, es necesario desmontar dos apoyos que se encuentran en la zona de actuación de la depuradora, uno metálico y otro de madera, según plano de planta de trazado.

4.5 CATEGORÍA DE LA LÍNEA Y ZONA

Según lo dispuesto en el artículo 3º del Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, donde establece que para líneas de tensión nominal inferior a 30KV e igual o superior a 1 KV tendrán calificación de Tercera Categoría siendo este el caso que nos ocupa al ser la tensión nominal de la línea 20KV.

El trazado de la línea se sitúa en cotas inferiores a 500 m sobre el nivel del mar, por lo que queda localizada dentro de la Zona A

4.6 POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR

Según datos aportados por la compañía eléctrica, y en función del cableado utilizado, la potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima, y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%, y viene definida en 1.000 Kvas.

4.7 LONGITUD Y PLANTEAMIENTO GENERAL

La línea desviada, propiedad de la compañía eléctrica, con entronque en el apoyo nº00 y finalización en el apoyo nº03, tiene una longitud de 305,11 m, considerando los siguientes tramos:

- Apoyo Nº00 a apoyo Nº01: 80,28 m
- Apoyo Nº01 a apoyo Nº02: 127,21 m
- Apoyo Nº02 a apoyo Nº03: 97,62 m

La línea de abonado, en trazado aéreo desde el apoyo nº02 hasta el apoyo nº04 tiene una longitud de 7'90 m.

La línea de abonado, en trazado subterráneo desde el apoyo nº04 hasta el CT tiene una longitud de 12,00 m.

4.8 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

En todo su recorrido, atraviesa el término municipal de Lorca.

4.9 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.

Cuando las circunstancias lo requieran y se necesiten efectuar Cruzamientos o Paralelismos, éstos se ajustarán a lo preceptuado en el apdo. 5 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.

4.9.1 GENERALIDADES.

En ciertas situaciones especiales, como cruzamientos y paralelismos con otras líneas o con vías de comunicación o sobre zonas urbanas, y con objeto de reducir la probabilidad de accidente aumentando la seguridad de la línea, deberán cumplirse las prescripciones especiales que se detallan en este capítulo.

No será necesario adoptar disposiciones especiales en los cruces y paralelismos con cursos de agua no navegables, caminos de herradura, sendas, veredas, cañadas y cercados no edificados, salvo que estos últimos puedan exigir un aumento en la altura de los conductores.

En aquellos tramos de línea en que, debido a sus características especiales, haya que reforzar sus condiciones de seguridad, será preceptiva la aplicación de las siguientes prescripciones.

- a) Ningún conductor tendrá una carga de rotura inferior a 1.200 daN en líneas de tensión nominal superior a 30 kV, ni inferior a 1.000 daN en líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV. Los conductores no presentarán ningún empalme en el vano de cruce.
- b) Se prohíbe la utilización de apoyos de madera.
- c) Los coeficientes de seguridad en cimentaciones, apoyos y crucetas, en el caso de hipótesis normales, deberán ser un 25% superiores a los establecidos para la línea.
- d) La fijación de los conductores al apoyo podrá ser efectuada con dos cadenas horizontales de amarre por conductor, con una cadena sencilla de suspensión, en la que los coeficientes de seguridad mecánica de herrajes y aisladores sean un 25% superiores a los establecidos, o con una cadena de suspensión doble.

A efectos de aplicación en las distancias siguientes, D es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra, y D_{pp} es la distancia de aislamiento para prevenir una descarga entre conductores de fase. Sus valores están indicados en la tabla 15 de la ITC-LAT 07.

4.9.2 DISTANCIAS A LÍNEAS ELÉCTRICAS AÉREAS O DE TELECOMUNICACIÓN

No hay cruzamientos. Con respecto a paralelismos, no son de aplicación las prescripciones especiales definidas.

Siempre que sea posible, se evitará la construcción de líneas paralelas de transporte o distribución a distancias inferiores a 1,5 veces la altura del apoyo más alto, entre las trazas de los conductores más próximos.

Se evitará siempre que sea factible el paralelismo de las líneas eléctricas de alta tensión con líneas de telecomunicación y, cuando no sea posible, se mantendrá entre las trazas de los conductores más próximos de una y otra línea una distancia de 1,5 veces la altura del apoyo más alto.

4.9.3 DISTANCIAS A CARRETERAS

No hay cruzamiento ni paralelismo con carreteras.

4.9.4 DISTANCIAS A FERROCARRILES

No hay cruzamiento ni paralelismo con ferrocarriles electrificados o sin electrificar, tranvías o trolebuses.

4.9.5 DISTANCIAS A TELEFÉRICOS Y CABLES TRANSPORTADORES

No hay cruzamiento ni paralelismo con teleféricos ni cables transportadores.

4.9.6 DISTANCIAS A RIOS Y CANALES, NAVEGABLES O FLOTABLES

La instalación de apoyos se realizará a una distancia de 25 m y, como mínimo, a 1,5 veces la altura de los apoyos.

En nuestro caso la EDAR y el desvío de la rambla se encuentra en la zona de policía de rambla de la "Rambla de Ramonete", por lo que si son de aplicación las distancias aquí descritas.

En los cruzamientos con ríos y canales, navegables o flotables, la distancia mínima vertical de los conductores sobre la superficie del agua para el máximo nivel que pueda alcanzar ésta será de:

$$G + 2,3 + Del \text{ (m)}$$

G: galibo. Si no está definido se considerará un valor de 4,7 m.

Los valores obtenidos, como se pueden observar en los perfiles, son ampliamente superados.

En los paralelismos no son de aplicación las prescripciones especiales definidas.

Se comprueba que la distancia de los apoyos a límite de la rambla es superior a la necesaria, siendo de:

Apoyo	Tipo	Distancia Necesaria	Distancia Adoptada
01	C-2000/18	25	27 m
02	C-3.000/16	24 m	22,50 m
04	C-2.000/14	21 m	22,50 m

Como se puede ver en los planos de alzado, la distancia menor de la catenaria al suelo en el cruce de la rambla es de 13,09 m.

4.9.7 PASO POR ZONAS

La línea aérea de media tensión no discurre por zona de bosques, árboles y masas de arbolado, ni tampoco por edificios, construcciones, zonas urbanas o aeropuertos.

4.10 MATERIALES

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El aislamiento de los materiales de la instalación estará dimensionado como mínimo para la tensión más elevada de la red (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 SO₄ Cu al 20 % de una densidad de 1,18 a 18 °C sin que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

Al ser la tensión nominal definitiva la línea de 20 kV (provisionalmente será de 11 kV), y según indica el RLAT, la tensión más elevada de la línea será de 24 kV. El Nivel de aislamiento mínimo, correspondiente a la tensión más elevada de 24 Kv, será el siguiente:

Categoría de la Línea	Tensión más elevada (kV. eficaces)	Tensión de ensayo al choque (kV. cresta)	Tensión de ensayo a frecuencia industrial (kV. Cresta)
3 ^a	24	125	50

Todos los materiales serán para una tensión nominal de 24kV y cumplirán con los niveles de aislamiento mínimos de la Tabla anterior.

4.10.1 CONDUCTORES

La sección nominal mínima admisible de los conductores de cobre y sus aleaciones será de 10 mm². En el caso de los conductores de acero galvanizado la sección mínima admisible será de 12,5 mm². Para otros tipos de materiales no se emplearán conductores de menos de 350 daN de carga de rotura.

En el caso en que se utilicen conductores usados, procedentes de otras líneas desmontadas, las características que afectan básicamente a la seguridad deberán establecerse razonadamente, de acuerdo con los ensayos que preceptivamente habrán de realizarse.

Se utilizará conductor de acero. Los mismos cumplirán con la norma UNE-EN 50182. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

El conductor DESNUDO empleado en la parte aérea es de aluminio-acero galvanizado de 54.6 mm² de sección, según norma UNE 50182, cuyas características principales son:

- Designación UNE 47-AI1/8ST1A
- Sección de aluminio, mm² 46,8
- Sección total, mm² 54,6
- Equivalencia en cobre, mm² 30
- Composición 6 + 1
- Diámetro de los alambres, mm 3,15
- Diámetro aparente, mm 9,45
- Carga mínima de rotura, daN 1.640
- Módulo de elasticidad, daN/mm² 7.900
- Coeficiente de dilatación lineal, °C -1 0,0000191

- Masa aproximada, kg/km 189,1
- Resistencia eléctrica a 20°C, Ohm/km 0,6136
- Densidad de corriente, A/mm² 3,7

4.10.2 EMPALMES Y CONEXIONES

Los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los conductores. Lo mismo el empalme que la conexión no deberán aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 95 por 100 de la carga de rotura del cable empalmado.

La conexión de conductores sólo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el puente de conexión de las cadenas de amarre, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Con carácter general los empalmes no se realizarán en los vanos sino en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En cualquier caso, se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Cuando se trate de la unión de conductores de distinta sección o naturaleza, es preciso que dicha unión se efectúe en el puente de conexión de las cadenas de amarre.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si éstos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

4.10.3 HERRAJES Y ACCESORIOS

Deberán cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897. Su diseño deberá ser tal que sean compatibles con los requisitos eléctricos especificados para la línea aérea.

Todos los materiales utilizados en la construcción de herrajes y accesorios de líneas aéreas deberán ser inherentemente resistentes a la corrosión atmosférica. La elección de materiales o el diseño de herrajes y accesorios deberá ser tal que la corrosión galvánica de herrajes o conductores sea mínima.

Todos los materiales férricos, que no sean de acero inoxidable, utilizados en la construcción de herrajes, deberán ser protegidos contra la corrosión atmosférica mediante galvanizado en caliente.

Los herrajes y accesorios sujetos a articulaciones o desgaste deberán ser diseñados y fabricados, incluyendo la selección del material, para asegurar las máximas propiedades de resistencia al rozamiento y al desgaste.

Las características mecánicas de los herrajes de las cadenas de aisladores deberán cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula, deberán cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

Cuando se elijan metales o aleaciones para herrajes de líneas, deberá considerarse el posible efecto de bajas temperaturas, cuando proceda. Cuando se elijan materiales no metálicos, deberá considerarse su posible reacción a temperaturas extremas, radiación UV, ozono y contaminación atmosférica.

4.10.4 AISLADORES

Comprenderán cadenas de unidades de aisladores del tipo caperuza y vástago o del tipo bastón, y aisladores rígidos de columna o peana. Podrán estar fabricados usando materiales cerámicos (porcelana), vidrio, aislamiento compuesto de goma de silicona, poliméricos u otro material de características adecuadas a su función.

Deberán resistir la influencia de todas las condiciones climáticas, incluyendo las radiaciones solares. Deberán resistir la contaminación atmosférica y ser capaces de funcionar satisfactoriamente cuando estén sujetos a las condiciones de contaminación.

Todos los materiales usados en la construcción de aisladores deberán ser inherentemente resistentes a la corrosión atmosférica.

Todos los materiales férricos, que no sean de acero inoxidable, usados en aisladores, deberán ser protegidos contra la corrosión atmosférica mediante galvanizado en caliente, debiendo cumplir los requisitos de ensayo indicados en la norma UNE-EN 60383-1.

Las características y dimensiones de los aisladores utilizados para la construcción de líneas aéreas deberán cumplir con los requisitos dimensionales de las siguientes normas:

- UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433, para elementos de cadenas de aisladores de vidrio o cerámicos.
- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona.
- CEI 60720, para aisladores rígidos de columna o peana.
- UNE-EN 62217 para aisladores poliméricos.

Los aisladores utilizados son de composite y de amarre. La composición de los aisladores se puede ver en los planos correspondientes. Se utilizarán en cada cadena 3 elementos, como se puede comprobar en el documento planos. En cadenas con tres elementos, las características de las mismas son:

- | | |
|---|----------------|
| ▪ Tensión de contorno bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto | 70 kV eficaces |
| ▪ Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta | 165 kV |

Como se puede comprobar, con las cadenas de aislamiento utilizadas se cumplen los valores mínimos reglamentarios del Nivel de Aislamiento.

4.10.5 CRUCETAS

Las crucetas a utilizar serán metálicas galvanizadas por inmersión en caliente, capaces de soportar los esfuerzos a que estén sometidas, y con las distancias adecuadas a los vanos contiguos.

El tipo de cruceta a utilizar será cruceta recta tipo RC1 para todos los apoyos.

4.10.6 APOYOS

Los apoyos metálicos estarán contruidos con perfiles laminados de acero según Norma UNE 207017.

Los apoyos serán de altura suficiente para cumplir con las distancias mínimas reglamentarias indicadas en el vigente Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.L.A.T.). Los apoyos serán metálicos del tipo celosía, según la norma NI 52.10.01.

Los apoyos se numerarán, empleando para ello placas y números de señalización según la norma NI 29.05.01. Los apoyos llevarán instalada una placa de señalización de riesgo eléctrico tipo CE 14, según la norma NI 29.00.00

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo indicado en el apartado 7 de la ITC-LAT 07 y lo descrito en el MT 2.23.35. Los sistemas de puesta a tierra han de cumplir los siguientes:

1. Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
2. Resistir, desde un punto de vista térmico, la corriente de falta más elevada determinada en el cálculo.
3. Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra en los sistemas de puesta a tierra.
4. Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Estos requisitos dependen fundamentalmente de:

- a. Método de puesta a tierra del neutro de la red: neutro aislado, neutro puesto a tierra mediante impedancia o neutro rígido a tierra.
- b. Del tipo de apoyo en función de su ubicación: apoyos frecuentados y apoyos no frecuentados y del material constituyente del apoyo: conductor o no conductor.

Los apoyos que alberguen las botellas terminales de paso aéreo-subterráneo cumplirán los mismos requisitos que el resto de apoyos en función de su ubicación. Los apoyos que alberguen aparatos de maniobra cumplirán los mismos requisitos que los apoyos frecuentados, exclusivamente a efectos de su diseño de puesta a tierra.

Los conductores de la línea se fijarán mediante aisladores a los apoyos. Estos serán metálicos de tipo celosía.

Los materiales empleados deberán presentar una resistencia elevada a la acción de los agentes atmosféricos, y en caso de no presentarla por sí mismos, deberán recibir los tratamientos protectores adecuados para tal fin.

No se permitirá el uso de tirantes para la sujeción de los apoyos, salvo en caso de avería, sustitución o desvío provisional.

Atendiendo al tipo de cadena de aislamiento y a su función en la línea, los apoyos se clasificarán en:

- Apoyo de suspensión: Apoyo con cadenas de aislamiento de suspensión.
- Apoyo de amarre: Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre.



- Apoyo de anclaje: Apoyo con cadenas de aislamiento de amarre destinado a proporcionar un punto firme en la línea. Limitará, en ese punto, la propagación de esfuerzos longitudinales de carácter excepcional.
- Apoyo de principio o fin de línea: Son los apoyos primero y último de la línea, con cadenas de aislamiento de amarre, destinados a soportar, en sentido longitudinal, las solicitaciones del haz completo de conductores en un solo sentido.
- Apoyos especiales: Son aquellos que tienen una función diferente a las definidas en la clasificación anterior.
 - Atendiendo a su posición relativa respecto al trazado de la línea, los apoyos se clasificarán en:
 - Apoyo de alineación: Apoyo de suspensión, amarre o anclaje usado en un tramo rectilíneo de la línea.
 - Apoyo de ángulo: Apoyos de suspensión, amarre o anclaje colocado en un ángulo del trazado de una línea.

Los apoyos serán metálicos de tipo celosía. Las características técnicas de sus componentes (perfiles, chapas, tornillería, galvanizado, etc.) responderán a lo indicado en la norma UNE 207017(celosía) y UNE 207018 (chapa) o, en su defecto, en otras normas o especificaciones técnicas reconocidas.

En los apoyos de acero, así como en los elementos metálicos de los apoyos de otra naturaleza, no se emplearán perfiles abiertos de espesor inferior a 4 mm. Cuando los perfiles fueran galvanizados por inmersión en caliente, el límite anterior podrá reducirse a 3 mm. Análogamente, en construcción atornillada no podrán realizarse taladros sobre flancos de perfiles de una anchura inferior a 35 mm.

No se emplearán tornillos de diámetro inferior a 12 mm. La utilización de perfiles cerrados se hará siempre de forma que se evite la acumulación de agua en su interior. En estas condiciones, el espesor mínimo de la pared no será inferior a 3 mm, límite que podrá reducirse a 2,5 mm cuando estuvieran galvanizados por inmersión en caliente.

Se recomienda la adopción de protecciones anticorrosivas de la máxima duración, en atención a las dificultades de los tratamientos posteriores de conservación necesarios.

Los apoyos situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica sea frecuente, dispondrán de las medidas oportunas para dificultar su escalamiento hasta una altura mínima de 2,5 m.

Cada apoyo se identificará individualmente mediante un número, código o marca alternativa (como por ejemplo coordenadas geográficas), de tal manera que la identificación sea legible desde el suelo.

En todos los apoyos, cualesquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

También se recomienda colocar indicaciones de existencia de riesgo eléctrico en todos los apoyos. Esta indicación será preceptiva para líneas de tensión nominal superior a 66 kV y, en general, para todos los apoyos situados en zonas frecuentadas.

Estas indicaciones cumplirán la normativa existente sobre señalizaciones de seguridad.

Los apoyos propiedad de la compañía eléctrica, llevarán su propia placa normalizada con la numeración correspondiente.

4.11 ELEMENTOS DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y CONDICIONES DE MONTAJE

A modo general indicaremos que todos los apoyos, herrajes y elementos metálicos estarán puestos a tierra mediante cable de acero de 100 mm y pica de acero/cobre de 2 m de longitud y 14,80 mm de diámetro enterrado en tierra consiguiendo una red de tierra equipotencial.

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra deberán ser de material, diseño, dimensiones, colocación en el terreno y número apropiados para la naturaleza y condiciones del terreno, de modo que puedan garantizar una tensión de contacto dentro de los niveles aceptables.

El uso de productos químicos para reducir la resistividad del terreno, aunque puede estar justificado en circunstancias especiales, plantea inconvenientes, ya que incrementa la corrosión de los electrodos de puesta a tierra, necesita un mantenimiento periódico y no es muy duradero.

4.11.1 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Podrán disponerse de las siguientes formas:

- Electrodos horizontales de puesta a tierra (varillas, barras o cables enterrados) dispuestos en forma radial, formando una red mallada o en forma de anillo. También podrán ser placas o chapas enterradas.
- Picas de tierra verticales o inclinadas hincadas en el terreno, constituidas por tubos, barras u otros perfiles, que podrán estar formados por elementos empalmables.

Es recomendable que el electrodo de puesta a tierra esté situado a una profundidad suficiente para evitar la congelación del agua ocluida en el terreno. Los electrodos horizontales de puesta a tierra serán enterrados como mínimo a una profundidad de 0,5 m (habitualmente entre 0,5 m y 1 m). Esta medida garantiza una cierta protección mecánica.

Los electrodos horizontales de puesta a tierra se colocarán en el fondo de una zanja o en la excavación de la cimentación de forma que:

- se rodeen con tierra ligeramente apisonada,
- las piedras o grava no estén directamente en contacto con los electrodos de puesta a tierra enterrados,
- cuando el suelo natural sea corrosivo para el tipo de metal que constituye el electrodo, el suelo se reemplace por un relleno adecuado.

Las picas verticales o inclinadas son particularmente ventajosas cuando la resistividad del suelo decrece mucho con la profundidad. Se clavarán en el suelo, empleando herramientas apropiadas para evitar que los electrodos se dañen durante su hincado.

Cuando se instalen varias picas en paralelo se separarán como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica.

La parte superior de cada pica siempre quedará situada debajo del nivel de tierra.

Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de una red de tierras, con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, deberán tener las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los propios electrodos.

Los electrodos de puesta a tierra deberán ser resistentes a la corrosión y no deberán ser susceptibles de crear pares galvánicos.

Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

4.11.2 LÍNEAS DE TIERRA

Los conductores de las líneas de tierra deberán instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio.

Conviene prestar especial atención para evitar la corrosión donde los conductores de las líneas de tierra desnudos entren el suelo o en el hormigón. En este sentido, cuando en el apoyo exista macizo de hormigón el conductor no deberá tenderse por encima de él, sino atravesarlo.

Se cuidará la protección de los conductores de las líneas de tierra en las zonas inmediatamente superior e inferior al terreno, de modo que queden defendidos contra golpes, etc.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Las uniones no deberán poder soltarse y serán protegidas contra la corrosión. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, pudiendo causar una corrosión galvánica, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica apropiadas para limitar estos efectos.

Conviene que sea imposible desmontar las uniones sin herramientas.

4.11.3 CONEXIÓN DE LOS APOYOS A TIERRA

Todos los apoyos de material conductor o de hormigón armado deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Los apoyos de material no conductor no necesitarán puesta a tierra. Además, todos los apoyos frecuentados, salvo los de material aislante, deberán ponerse a tierra.

La conexión específica a tierra de los apoyos de hormigón armado podrá efectuarse de las dos formas siguientes:

- Conectando a tierra directamente los herrajes o armaduras metálicas a las que estén fijados los aisladores, mediante un conductor de conexión.

La conexión a tierra de los pararrayos instalados en apoyos no se realizará ni a través de la estructura del apoyo metálico ni de las armaduras, en el caso de apoyos de hormigón armado. Los chasis de los aparatos de maniobra y las envolventes de los transformadores podrán ponerse a tierra a través de la estructura del apoyo metálico.

4.12 CIMENTACIONES

Las cimentaciones podrán ser realizadas en hormigón, hormigón armado o acero. En las cimentaciones de hormigón se cuidará su protección en el caso de suelo o aguas que sean agresivos para el mismo. En las de acero se prestará especial atención a su protección, de forma que quede garantizada su duración.

En los planos correspondientes, se indica, para cada apoyo a instalar, las dimensiones de excavación y el volumen de hormigón a utilizar.

4.13 ENTRONQUE

La conexión de la línea derivada con la principal se hará en un "puente flojo" de ambas, quedando prohibido que los conductores ejerzan esfuerzos mecánicos de tracción sobre las piezas de conexión, para lo cual el primer apoyo de la línea derivada se situará preferentemente a una distancia inferior a 20 m del apoyo de entronque.

La derivación se hará desde un apoyo de amarre si existiese o desde uno de alineación si sus características lo permitiesen, mediante el cambio de las cadenas de aisladores, para su conversión en amarre. En caso de no ser posible ninguna de las soluciones anteriores, será necesaria la instalación de un nuevo apoyo para la línea principal, que mantendrá la altura y separación entre conductores existentes en ésta, y tendrá un mínimo de 1.000 daN de esfuerzo en punta.

4.14 PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA

Independientemente de las disposiciones de carácter autonómico, en las líneas eléctricas aéreas de alta tensión con conductores desnudos, que estén situadas en Zonas de protección, se adoptarán medidas anti electrocución y anticolidión, con el fin de proteger a la avifauna.

Al no encontrarse la línea desviada en esta zona, no se realizará ninguna actuación al efecto.



5 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

5.1 POTENCIA MÁXIMA A TRANSPORTAR Y CRITERIOS DE CÁLCULO

La LSMT tiene por objeto abastecer un centro de transformación de 400 Kvas de potencia. Todas las características de la energía a transportar figuran en el anexo de cálculo del proyecto.

Las características generales de la red son:

- Tensión (V): 20000
- C.d.t. máx.(%): 5
- $\cos \varnothing$: 0,8
- Coef. Simultaneidad: 1
- Temperatura cálculo conductividad eléctrica (°C):
 - Conductores aislados: 20
 - Conductores desnudos: 50

5.2 TRAZADO

Desde el apoyo nº04 de entronque aéreo subterráneo se diseña una línea subterránea de media tensión, en simple circuito hasta el Centro de transformación.

5.3 LONGITUD

La longitud de la LSMT es de 12 m.

5.4 TÉRMINOS MUNICIPALES AFECTADOS

Toda la instalación discurre por la parcela del titular, sita en el TM de Lorca, Murcia.

5.5 RELACIÓN DE CRUZAMIENTOS, PARALELISMOS, ETC.

Conforme a lo establecido en el artículo 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementada a cada lado en una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

No hay cruzamientos, proximidades y paralelismos con calles y carreteras, ferrocarriles, tuberías de agua, de saneamiento, de evacuación de pluviales, canalizaciones eléctricas de baja tensión y de telecomunicaciones.

5.6 MATERIALES

Todos los materiales serán de los tipos "aceptados" por la Cía. Suministradora de Electricidad.

El nivel de aislamiento de los cables y accesorios de alta tensión (A.T.) deberá adaptarse a los valores normalizados indicados en las normas UNE 211435 y UNE-EN 60071-1.

La tensión más elevada del material (U_m) será, al menos, igual a la tensión más elevada de la red donde

dicho material será instalado (Us).

La tensión asignada del cable U0/U se elegirá en función de la tensión nominal de la red (U_n), o tensión más elevada de la red (U_s), y de la duración máxima del eventual funcionamiento del sistema con una fase a tierra (categoría de la red: A, B o C).

5.6.1 CONDUCTORES

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten.

Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación.

Podrán ser unipolares o tripolares.

Los cables utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los conductores elegidos son unipolares de aluminio de 240 mm² de sección y del tipo HEPRZ1, con tensión asignada 12/20 KV.

Se trata de Cables unipolares con aislamiento seco de etileno propileno de alto módulo y cubierta de poliolefina (HEPRZ1) para redes de AT hasta 18/30 kV.

El conductor AISLADO empleado en la parte subterránea de la instalación es de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

- Conductor: Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
- Pantalla sobre conductor: Capa de mezcla semiconductoras aplicada por extrusión.
- Aislamiento: Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre el aislamiento: Una capa de mezcla semiconductoras pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Cubierta: Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componentes clorados u otros contaminantes.
- Tipo seleccionado: HEPRZ1 12/20 Kv 1x150 mm² de Al.

Las características principales son:

- Designación UNE HEPRZ1 12/20 1x150 K AL+H16
- Sección de aluminio, en mm² 50
- Sección de pantalla, en mm² 16
- Resistencia máx. a 105°C, en Ω /km. 0,862
- Reactancia por fase, en Ω /km. 0,133



- Capacidad, en $\mu\text{F}/\text{km}$. 0,206
- Intensidad máxima admisible, en A. 160

Los conductores de aluminio deberán cumplir la Norma UNE-EN 50182, así como los conductores de acero. Las especificaciones del material serán conforme a la norma UNE-EN 50189 para los hilos de acero galvanizado y conforme a la norma UNE-EN 61232 para los hilos de acero recubiertos de aluminio.

Los conductores de cobre podrán estar constituidos por hilos redondos de cobre o aleación de cobre, de acuerdo con la norma UNE 207015.

5.7 TRAZADO Y CANALIZACIÓN

El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que puedan soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

Los cables se instalarán en canalización entubada. La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.

No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético. Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran.

La instalación proyectada serán conductores unipolares enterados bajo tubo plástico de sección 160 mm².

Se instalarán 2 tubos de reserva en esta zanja, según sección tipo.

La zanja se dispondrá desde el apoyo aéreo subterráneo hasta el CT, en la parte del transformador. El trazado será recto. Los cables acometerán directamente desde el tubo de acero ubicado en el apoyo hasta el tubo plástico de la zanja, que acometerá a la superficie con el primero, sellándose convenientemente la unión entre ambos tubos y el cableado.

5.8 ACCESORIOS

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser construido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta semiconductor capa exterior, cinta metálica de reconstitución de pantalla, cinta para compactar, trenza de

tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes para conductores desnudos podrán ser de plena tracción de los denominados estirados, comprimidos o de varillas preformadas.

La aparamenta eléctrica que interviene en el diseño de la red eléctrica queda descrita perfectamente en el anexo de cálculo del proyecto.

5.9 PROTECCIONES ELÉCTRICAS DE PRINCIPIO Y FIN DE LÍNEA

5.9.1.1 PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES

Las líneas deberán estar debidamente protegidas contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que puedan originar las sobreintensidades susceptibles de producirse en la instalación, cuando éstas puedan dar lugar a averías y daños en las citadas instalaciones.

Las salidas de línea deberán estar protegidas contra cortocircuitos y, cuando proceda, contra sobrecargas. Para ello se colocarán cortacircuitos fusibles o interruptores automáticos, con emplazamiento en el inicio de las líneas. Las características de funcionamiento de dichos elementos corresponderán a las exigencias del conjunto de la instalación de la que el cable forme parte integrante, considerando las limitaciones propias de éste.

Los dispositivos de protección utilizados no deberán producir, durante su actuación, proyecciones peligrosas de materiales ni explosiones que puedan ocasionar daños a personas o cosas.

Entre los diferentes dispositivos de protección contra las sobreintensidades pertenecientes a la misma instalación, o en relación con otros exteriores a ésta se establecerá una adecuada coordinación de actuación para que la parte desconectada en caso de c.c. o sobrecarga sea la menor posible.

La protección contra c.c. por medio de fusibles o interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal que la temperatura alcanzada por el conductor durante el c.c. no exceda de la máxima admisible asignada en c.c.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

En el entronque aéreo subterráneo se disponen los correspondientes fusibles XS para la protección de la LSMT.

En el CT, se dispone de celda de protección por fusibles.

5.9.1.2 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de

ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones MIE-RAT 12 y MIE-RAT 13.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2 y UNE-EN 60099-5.

5.10 ZANJAS Y SISTEMAS DE ENTERRAMIENTO

Los cables de media tensión irán enterrados en zanja en el interior de tubos.

No deberá instalarse más de un cable tripolar por tubo o más de un sistema de tres unipolares por tubo. La relación de diámetros entre tubo y cable o conjunto de tres unipolares no será inferior a 1,5. En el caso de instalar un cable unipolar por tubo, el tubo deberá ser de material magnético.

Tubos de corta longitud: Se entiende por corta longitud, canalizaciones tubulares que no superen longitudes de 15 m (cruzamientos de caminos, carreteras, etc.). En este caso, si el tubo se rellena con aglomerados especiales, no será necesario aplicar coeficiente de corrección de intensidad alguno.

Tubos de gran longitud: En el caso de una línea con un terno de cables unipolares por el mismo tubo, se utilizarán los valores de intensidades indicados en la tabla 12, calculados para una resistividad térmica del tubo de 3,5 K.m/W y para un diámetro interior del tubo superior a 1,5 veces del diámetro equivalente de la terna de cables unipolares.

Las condiciones de la zanja serán:

La profundidad, hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 metros en acera o tierra, ni de 0,8 metros en calzada.

Estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El diámetro interior de los tubos no será inferior a vez y media el diámetro exterior del cable o del diámetro aparente del circuito en el caso de varios cables instalados en el mismo tubo. El interior de los tubos será liso para facilitar la instalación o sustitución del cable o circuito averiado. No se instalará más de un circuito por tubo. Si se instala un solo cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material no ferromagnético.

Antes del tendido se eliminará de su interior la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se deberán embocar correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección de las canalizaciones entubadas respetando los cambios de curvatura indicados por el fabricante de los cables. En los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables podrán disponerse arquetas con tapas registrables o no.



Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. A la entrada de las arquetas, las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

5.10.1 MEDIDAS DE SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD

Para instalaciones enterradas bajo tubo, como las que nos afecta, la canalización deberá tener una señalización colocada de la misma forma que la indicada en el apartado anterior, para advertir de la presencia de cables de alta tensión.

5.11 PUESTA A TIERRA

En los extremos de las líneas subterráneas se colocará un dispositivo que permita poner a tierra los cables en caso de trabajos o reparación de averías, con el fin de evitar posibles accidentes originados por existencia de cargas de capacidad. Las cubiertas metálicas y las pantallas de las mismas estarán también puestas a tierra.



6 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y MEDIDA

En este apartado se especificarán las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un centro de transformación de características normalizadas, ubicado en el interior de la parcela de la E.D.A.R. y cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión, realizándose la medición de la misma en media tensión.

6.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El centro de transformación será de abonado o cliente.

La energía eléctrica será suministrada por la compañía Iberdrola a la tensión trifásica de 11 Kv en una primera instancia y a 20 kV en una segunda, siempre a frecuencia de 50 HZ, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

Se utilizarán celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles un situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

El centro de transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la cual se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

El modelo elegido es el PFU-4 de Ormazabal o similar. Sus características dimensionales se pueden observar en los planos correspondientes.

6.2 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALAD EN KVAS

Se precisa el suministro de energía eléctrica a una tensión de 400 V. La potencia instalada ronda los 223 kW.

En previsión de una ampliación de la E.D.A.R. futura y para atender las necesidades en este caso, la potencia instalada en el centro de transformación es de 400 kV.

6.3 OBRA CIVIL

Se trata de una caseta prefabricada de hormigón para centro de transformación y medida, de dimensiones exteriores (largo x ancho x alto) 4.460 x 2.380 x 2.780 mm.

Dispone de 1 puerta para uso de abonado y de una puerta para acceso al transformador.

Está formado por envolvente de hormigón armado vibrado, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra, según la norma RU 1303.

Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envolvente. Su interior estará pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas.

Dispondrá de alumbrado normal y de emergencia. En el interior del mismo se dispondrá de un conjunto de elementos auxiliares de maniobra para estación transformadora, como pértiga de maniobra, pértiga de salvamento, guantes y banqueta aislante.

Se ubicará un extintor y las celdas correspondientes.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 60298.

Será de las dimensiones necesarias para alojar las celdas correspondientes y transformadores de potencia, respetándose en todo caso las distancias mínimas entre los elementos que se detallan en el vigente reglamento de alta tensión.

Las dimensiones de locales, accesos, así como la ubicación de las celdas se indican en los Planos correspondientes que se incluyen en el presente Proyecto.

Se detallan a continuación las condiciones mínimas que debe cumplir el local para poder albergar el C.T.:

- Acceso de personas: Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía. Eléctrica. La(s) puerta(s) se abrirá(n) hacia el exterior y tendrán como mínimo 2,10 m de altura y 0,90 m de anchura, siendo las dimensiones de 1,20 m x 2,18 m, según obra en el documento planos.
- Acceso de materiales: las vías para el acceso de materiales deberá permitir el transporte, en camión, de los transformadores y demás elementos pesados hasta el local. Las puertas se abrirán hacia el exterior y tendrán una luz mínima de 2,10 m de altura y de 1,2 m de anchura, siendo las dimensiones de 1,36 m x 2,18 m, según obra en el documento "Planos".
- Dimensiones interiores y disposición de los diferentes elementos: indicado en los planos correspondientes del presente Proyecto.
- Paso de cables A.T.: para el paso de cables de A.T. (acometida a las celdas de llegada y salida) se preverá un foso de dimensiones adecuadas cuyo trazado figura en los Planos correspondientes del presente Proyecto.
- Las dimensiones del foso en la zona de celdas serán las siguientes: una anchura libre de 600 mm, y una altura que permita darles la correcta curvatura a los cables. Se deberá respetar una distancia mínima de 100 mm entre las celdas y la pared posterior a fin de permitir el escape de gas SF₆ (en caso de sobrepresión demasiado elevada) por la parte debilitada de las celdas sin poner en peligro al operador.

Fuera de las celdas, el foso irá recubierto por tapas de chapa estriada apoyadas sobre un cerco bastidor, constituido por perfiles recibidos en el piso.

- Acceso a transformadores: una malla de protección impedirá el acceso directo de personas a la zona de transformador. Dicha malla de protección irá enclavada mecánicamente por cerradura con el seccionador de puesta tierra de la celda de protección correspondiente, de tal manera que no se pueda acceder al transformador sin haber cerrado antes el seccionador de puesta a tierra de la celda de protección.
- Piso: se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará al sistema de tierras a fin de



evitar diferencias de tensión peligrosas en el interior del C.T. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

- Ventilación: se dispondrán rejillas de ventilación a fin de refrigerar el transformador por convección natural. La superficie de ventilación por transformador está indicada en el apartado de Cálculos.

El C.T. no contendrá otras canalizaciones ajenas al mismo y deberá cumplir las exigencias que se indican en el pliego de condiciones respecto a resistencia al fuego, condiciones acústicas, etc.

6.4 RED DE ALIMENTACIÓN

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 11/20 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 350 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

6.5 CELDAS

Las celdas a emplear serán de la serie SM6, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 60298.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.
- e) Compartimento de control.

Las características de la Aparamenta de Alta Tensión

- Tensión asignada:24 kV
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto50 kV ef.
 - a impulso tipo rayo.....125 kV cresta
- Intensidad asignada en funciones de línea:.....400-630 A
- Intensidad asignada en interruptores automáticos:400-630 A
- Intensidad asignada en ruptofusibles:.....200 A
- Intensidad nominal admisible durante un segundo:.....16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible:40 kA cresta, es decir, 2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente:.....IP307 según UNE 20324-94



- Puesta a tierra:El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 60298 y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

Las celdas a utilizar serán:

- Celda de línea con extensibilidad superior, para corte y aislamiento íntegro, con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, tipo SDC de ABB o similar de 375 mm de ancho, 1.700 mm de alto y 1.070 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados, los siguientes aparatos y materiales:
 - Carpintería UNISEC.
 - Juego III de barras de 630 A.
 - un interruptor seccionador III, con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 24 kV de tensión nominal, 630 A de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40 kA cresta, y capacidad de corte de 630 A y mando manual tipo B;
 - Corte en SF6.
 - tres captosres capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.
 - pletina de cobre de 40x8 mm para puesta a tierra de la instalación.
 - Barra de tierra de Cu de 75 mm².
 - Seccionador de tierra simple.
 - Juego de 3 detectores de presencia AT.
- Celda de protección por fusibles con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, tipo SFC de ABB o similar de 375 mm de ancho, 1.700 mm de alto y 1.070 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados, los siguientes aparatos y materiales:
 - Carpintería UNISEC,
 - Juego III de barras 630 A.
 - Pletina Cu de 40x8 mm para puesta a tierra de la instalación.
 - Barra de tierra Cu de 75 mm².
 - Interruptor-seccionador 3 posiciones (I-O-Tierra),
 - Corte en SF6, 24 KV 630 A, mando manual.
 - Bases portafusibles (sin cartuchos fusibles).
 - Timonería de disparo por fusión de fusible.
 - Relé apertura con autocorte
 - Seccionador tierra doble (ruptofusible).
 - Juego 3 detectores presencia AT.



- Celda de medida vacío de tensión e intensidad, de 750 mm de ancho, 1700 mm de alto y 1.070 mm de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales:
 - Carpintería UNISEC,
 - Juego III de barras 630 A.
 - Pletina Cu de 40x8 mm para puesta a tierra de la instalación.
 - Barra de tierra Cu de 75 mm².
 - Soporte universal p/trafos tensión e intensidad.
 - Dispositivo bloqueo puerta precintable;
 - Pletina de cobre de 30x3 mm.
- 3 transformadores de intensidad, tipo ACD-24, X-X/5^a, 10 VA cl, 0,5 S, 80 In
- 3 transformadores de Tensión, servicio interior, moldeado en resina, tensión máxima de servicio 20.000:V3/110:V3-110:V3 potencias 25 VA cl 0.5 50 VA 3P Tipo UXL-24.

Las celdas tipo SM6 o similares, dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la Norma UNE-EN 60298, y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador 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.

Además de los enclavamientos funcionales ya definidos, algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados.

6.6 TRANSFORMADOR

6.6.1 CARACTERÍSTICAS

El transformador será Transformador trifásico reductor tipo seco encapsulado clase F, interior e IP00, según Norma UNE 21538.

Dispondrá de bobinado continuo de gradiente lineal sin entrecapas.

Sus características son:

- Potencia nominal: 400 kVA.
- Relación: 20/11/0.42 KV.
- Tensión secundaria vacío: 420 V.
- Tensión cortocircuito: 6%.
- Regulación: +/-2,5%, +/-5%.
- Grupo conexión: Dyn11.

Dispondrá incluso de equipo de sondas PT100 de temperatura y termómetro digital MB103 para protección térmica de transformador, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, protegidas contra sobreintensidades y de juego de dos carriles para soporte de transformador.

Para el conexionado en el lado de alta tensión dispondrá de un juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco DHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

Para el conexionado en el lado de baja tensión dispondrá de un juego de puentes III de cables BT unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV, de 2 (4x240 mm² Cu para las fases y neutro)

6.6.2 PUESTA A TIERRA

Tierra de Protección.

Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará, constituyendo el colector de tierras de protección.

Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida.

Tierras interiores.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado formando un anillo.

Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

6.6.3 INSTALACIONES SECUNDARIAS

Alumbrado.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de



proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

Protección contra incendios.

De acuerdo con la instrucción MIERAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

Ventilación.

La ventilación de los centros de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan 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.



7 INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERIOR EN BAJA TENSION.

7.1 POTENCIAS

7.1.1 CGBT

La potencia instalada es de 225.089 W,

Según el siguiente reparto:

- CS Sala de Control 9.998 W
- CS E Pretratamiento 31.555 W
- CS CCM 177.200 W
- Focos 1 1.600 W
- Focos 2 800 W
- Focos 3 800 W
- Motor Puerta Acceso 736 W
- SAI PLC 2.400 W

La potencia instalada en alumbrado es de 13.203 W.

La potencia Instalada en fuerza y otros usos es de 211.886 W.

La potencia Máxima Admisible es de 349.171'22 W.

Los cuadros secundarios son:

7.1.2 CS SALA DE CONTROL

La Potencia total instalada es de 9.998 W

- A/A Multisplit 1350 W
- A1 (Aseo-Hall-Vestuario) 312 W
- A2 (Resto Interior) 816 W
- A3 (Exterior) 1200 W
- TC1 (Laboratorio) 2200 W
- TC2 (Resto) 2200 W
- SAI Edificio de Control 1920 W

La potencia Instalada en Alumbrado es de 2.328 W

La potencia Instalada en Fuerza y otros usos es de 7.670 W

7.1.3 CS E PRETRATAMIENTO

La Potencia total instalada es de 31.555 W

- A1 (Sala Canales 1) 525 W
- A2 (S. Electrica+Almacén) 780 W



▪ A3 (S. Deshidratad)	700 W
▪ R1	500 W
▪ A4 (Sala Canales 2)	700 W
▪ A5 (Exterior)	1350 W
▪ R2	500 W
▪ TC1 (Aseos)	1000 W
▪ TC2 (Varios)	1500 W
▪ TC3 (Taller 1)	2000 W
▪ TC4 (Taller 2)	3000 W
▪ TC5 (Nave 1)	2000 W
▪ TC6 (Nave 2)	3000 W
▪ TC7 (Nave 3)	2000 W
▪ TC8 (Nave 4)	3000 W
▪ TC9 (Ext 1)	3000 W
▪ TC9 (Ext 2)	3000 W
▪ TC9 (Ext 2)	3000 W

La potencia Instalada en Alumbrado es de 5.055 W

La potencia Instalada en fuerza y otros usos es de 26.500 W

7.1.4 CS CCM

La potencia instalada es de 177.200

▪ EG33	180 W
▪ CB01A	1500 W
▪ CB01B	1680 W
▪ BP18A	1500 W
▪ BP18B	1500 W
▪ BF19A	1400 W
▪ CM20	750 W
▪ BT21A	4800 W
▪ BT21B	4800 W
▪ AT22	5600 W
▪ FT23	3850 W
▪ BD24A	250 W
▪ BD24B	250 W
▪ UV25	3200 W
▪ DC26	29500 W
▪ BF27A	1500 W
▪ BF27B	1500 W



▪ BD28A	250 W
▪ BD28B	250 W
▪ GP29	990 W
▪ BT30	4000 W
▪ EV31	24 W
▪ CT32	1472 W
▪ VD34	11000 W
▪ A/A Sala E.	3800 W
▪ BA02A	6400 W
▪ BA02B	6400 W
▪ BA02C	6400 W
▪ RA03	360 W
▪ TT04	550 W
▪ RT05	550 W
▪ TT06	550 W
▪ EV07	24 W
▪ PD08	180 W
▪ BA08	550 W
▪ SD09A	2200 W
▪ SD09B	2200 W
▪ CIS09A	120 W
▪ CIS09B	120 W
▪ CA10	370 W
▪ CG11	180 W
▪ OR14A	22000 W
▪ OR14B	22000 W
▪ AC15A	3200 W
▪ AC15B	3200 W
▪ DS16	180 W
▪ BR17A	1900 W
▪ BR17B	1900 W
▪ GP33	4000 W
▪ AT37	2100 W
▪ CS E Pretratamiento	1192 W
▪ CS Alumbrado Ext.	1428 W

La potencia Instalada en Alumbrado es de 2.620 W

La potencia Instalada en fuerza y otros usos es de 174.580 W



7.2 MAQUINARIA INSTALADA.

Se relacionan a continuación los receptores de fuerza, incluyendo las características de los mismos o de sus circuitos de alimentación:

Nº	Equipo	Potencia (W)	Red/Grupo	Distancia total	Fases (monofásico, trifásico)	COSΦ	RENDIMIENTO %
OBRA DE LLEGADA							
CB01A	Cuchara bivalva	1,5	R	15,5	T		
CB01B	Polipasto eléctrico + carro	1,68	R	15,5	T		
BA02A	Bombas de agua bruta	6,4	G	15,8	T	0,82	85,6
BA02B	Bombas de agua bruta	6,4	G	15,8			85,6
BA02C	Bombas de agua bruta	6,4	G	15,8			85,6
PRETRATAMIENTO							
RA03	Reja automática sólidos gruesos	0,36	G	15,2	T		
TT04	Tornillo transportador Compactador residuos rejas	0,55	G	15,2	T		
RT05	Rototamiz	0,55	G	19,3	T		
TT06	Tornillo transportador Compactador residuos tamiz	0,55	G	19,3	T		
EV07	Electroválvula limpieza rototamiz	0,024	G	19,3	M		
PD08	Puente desarenador	0,18	G	29,94	T		
SD09A	Soplante desarenador	2,2	G	15,3	T		
SD09B	Soplante desarenador	2,2	G	15,3			
CIS09A	Cabina Insonorizante desarenador	0,12	G	15,3	T		
CIS09B	Cabina Insonorizante desarenador	0,12	G	15,3			
BA08	Bombas de arenas	0,55	G	15,3	T		20
CA10	Clasificador de arenas	0,37	G	25,8	T		
CG11	Concentrador de grasas	0,18	G	29,8	T		
TRATAMIENTO SECUNDARIO							
AT37	Agitador dep. de homogenización	2,1	G	70			



OR14A	Rotores de aireación 1	22	G	34,7	T	0,86	91,6
OR14B	Rotores de aireación 2	22	G	22,8			91,6
AC15A	Acelerador de corriente 1	3,2	G	38,3	T	0,71	75,5
AC15B	Acelerador de corriente 2	3,2	G	26,3			75,5
DS16	Decantador secundario	0,18	G	79,3	T		
BR17A	Bombas de recirculación de fangos	1,9	G	76	T	0,76	77,1
BR17B	Bombas de recirculación de fangos	1,9	G	76			77,1
BP18A	Bomba purga fangos	1,5	R	76	T	0,75	75,2
BP18B	Bomba purga fangos	1,5	R	76			75,2
BF19A	Bombas de flotantes	1,4	R	75,2	T	0,76	65
BF19B	Bombas de flotantes	1,4	R	75,2			65
CM20	Compuerta arqueta de derivación	0,75	R	80,62	T		
TRATAMIENTO TERCIARIO							
BT21A	Bombas terciario	4,8	R	45	T	0,75	83,6
BT21B	Bombas terciario	4,8	R	45			83,6
AT22	Agitador	5,6	R	52,4	T	0,68	72
FT23	Filtro textil +bombas	3,85	R	46	T		
BD24A	Bombas dosificadoras de hipoclorito	0,25	R	95	M		
BD24B	Bombas dosificadoras de hipoclorito	0,25	R	95			
UV25	Ultravioleta	3,2	R	64,26	T		
DC25	Dos control		R	60,26			
LINEA DE FANGOS							
DC26	Centrifuga (motor principal + motor generador)	29,5	R	28,11	T		
EV31	Electroválvula limpieza centrifuga	0,024	R	28,11			
BF27A	Bombas de fangos espesados	1,5	R	24,2	T		
BF27B	Bombas de fangos espesados	1,5	R	24,2			
BD28A	Bombas dosificadoras de polielectrolito	0,25	R	25	T		
BD28B	Bombas dosificadoras de polielectrolito	0,25	R	25			
GP29	Equipo automático polielectrolito	0,99	R	28,7	T		
BT30	Bombas fango deshidratado	4	R	28,7	T		55
EG33	Puente espesador de gravedad	0,18	R	36,16			



CT32	compuerta Tolva	1,47	RR	34,16	T		
OTROS SERVICIOS							
GP33	Grupo de presión	4	G	58,26	T		
VD34	Desodorización	11	R	42	T		

7.3 ACOMETIDA

La acometida a cuadro general de baja tensión, se llevará a cabo a través de canal con tapa desmontable, y procederá de la baja tensión del transformador. Por tratarse de una instalación de abonado, la medida de la energía eléctrica se llevará a cabo en media tensión, tal y como se comentó anteriormente.

Desde el cuadro de baja tensión situado en el transformador se realizará la acometida al CGBT situado en el edificio de pre tratamiento. Se realizará con cableado tipo XLPE, RV-K 0,6/1KV, unipolares de cobre. Se trata de 2 agrupaciones de 4x240 mm² (3F+N) y conductor de tierra de 120 mm².

Los conductores unipolares irán en canalización enterrada bajo tubo de diámetro 200 mm. Se utilizarán 3 tubos, uno para cada agrupación y un tercero de reserva.

7.4 DISPOSICIONES GENERALES E INDIVIDUALES DE MANDO Y PROTECCIÓN

Los dispositivos individuales de mando y protección de cada uno de los circuitos, que son el origen de la instalación interior, podrán instalarse en cuadros separados y en otros lugares.

La altura a la cual se situarán los dispositivos generales e individuales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, estará comprendida entre 1 y 2 m.

Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439 -3, con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20.324 e IK07 según UNE-EN 50.102. Además, en las zonas húmedas, el grado de protección mínimo será el correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. La cubierta y partes accesibles de los órganos de accionamiento no serán metálicos.

El instalador fijará de forma permanente sobre el cuadro de distribución una placa, impresa con caracteres indelebles, en la que conste su nombre o marca comercial, fecha en que se realizó la instalación, así como la intensidad asignada del interruptor general automático.

Los dispositivos generales e individuales de mando y protección serán, como mínimo:

- Un interruptor general automático de corte omipolar, de intensidad nominal mínima 25 A, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecarga y cortocircuitos (según ITC-BT-22). Tendrá poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación, de 4,5 kA como mínimo. Este interruptor será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un interruptor diferencial general, de intensidad asignada superior o igual a la del interruptor general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos (según ITCBT- 24). Se cumplirá la siguiente condición:

$R_a \times I_a U$

donde:

" R_a " es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

" I_a " es la corriente que asegura el funcionamiento del dispositivo de protección (corriente diferencial-residual asignada).

" U " es la tensión de contacto límite convencional (50 V en locales secos y 24 V en locales húmedos).

Si por el tipo o carácter de la instalación se instalase un interruptor diferencial por cada circuito o grupo de circuitos, se podría prescindir del interruptor diferencial general, siempre que queden protegidos todos los circuitos. En el caso de que se instale más de un interruptor diferencial en serie, existirá una selectividad entre ellos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

- Dispositivos de corte omnipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores (según ITC-BT-22).
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23, si fuese necesario.

7.5 CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

El Cuadro general de Baja Tensión (CGBT) de la depuradora está ubicado en la sala eléctrica al efecto en el interior del edificio de pretratamiento, donde quedará ubicado este cuadro, el cuadro CCM, el del edificio de tratamiento, así como los cuadros de control, de los variadores de frecuencia y la batería de condensadores.

En una sala contigua, se sitúa el grupo electrógeno.

Los cuadros serán de chapa de acero, grado de protección mínima IP55 y registrables mediante puertas con cerradura. Sus características detalladas se pueden observar en otro apartado de este anejo.

A nivel de mando y protecciones tenemos las siguientes:

- Un interruptor automático general magnetotérmico de 4x630 A, 22kA, con base cortacircuitos tripolar.
- Un analizador de redes con transformadores de intensidad de relación 630/5 A, transformadores de tensión y fusibles.

De este cuadro tenemos las siguientes salidas:

- Batería de condensadores: Un interruptor automático general magnetotérmico de 4x630 A, 15kA, con base cortacircuitos tripolar, con relé y transformador diferencial 300 mA.
- Caseta de control: Un interruptor automático general magnetotérmico de 4x25 A, 15kA, y protección diferencial 4x40A, 300 mA.



- CS Pretratamiento: Un interruptor automático general magnetotérmico de 4x100 A, 15kA, con base cortacircuitos tripolar, con relé y transformador diferencial 300 mA.
- CCM: Un interruptor automático general magnetotérmico de 4x400 A, 15kA, con base cortacircuitos tripolar, con relé y transformador diferencial regulable superior a 300 mA.
- Alumbrado Exterior (Proyectores en zona de trabajo): Interruptor diferencial bipolar de 40 A, 30 mA, con tres interruptores magnetotérmico bipolares 2x16A de 15 kA, con un interruptor de encendido.
- Motor Puerta de Acceso: Un interruptor automático general magnetotérmico de 2x16 A, 15kA, y protección diferencial 2x25A, 30 mA.
- Salida SAI PLC: Un interruptor automático general magnetotérmico de 2x20 A, 15kA, y protección diferencial 2x25A, 30 mA.

7.6 CIRCUITOS DESDE EL CGBT

Aunque más adelante se comenta pormenorizadamente los distintos tipos de instalaciones interiores que hay en la depuradora, como norma general tenemos que:

- Los circuitos desde el CGBT de la estación depuradora se realizarán con cables tipo RVK 0,6/1kV de cobre, tipo manguera.
- Los conductores serán unipolares a partir de una sección de 25 mm², sino serán multipolares.
- En el edificio de pretratamiento el cableado, tanto para receptores de fuerza, como tomas de corriente, como de alumbrado, irá bajo tubo en canalización vista.
- Desde el CGBT hasta el resto de subcuadros que se encuentran en la sala eléctrica o hasta equipos eléctricos (batería de condensadores, variadores de frecuencia, PLC), el cableado irá al aire por los cuadros eléctricos al efecto.
- Desde el CT hasta el CGBT y desde el mismo al edificio de control, el cableado irá enterrado bajo tubo.
- Desde el CGBT o CCM hasta los receptores eléctricos en exterior (alumbrado o fuerza), el cableado discurrirá enterrado bajo tubo.

Las canalizaciones enterradas serán tubos de PVC lisas interiormente y corrugadas exteriormente, con los diámetros recogidos en el presupuesto. Los tubos irán siempre sobre lecho de arena y a una profundidad mínima de 70 cm. En los cruces de calzada, los tubos irán siempre hormigonados. Llevarán cinta de Atención al cable y siempre se dispondrá, como mínimo un tubo de reserva. Las distintas zanjas se pueden observar en la planimetría adjunta.

Para el dimensionamiento de las mismas se ha seguido el siguiente criterio:

- El cableado de alumbrado exterior se dispondrá en canalización/es independiente
- El cableado apantallado de instrumentación se dispondrá en canalización/es independiente
- El cableado de la acometida al CGBT se dispondrá en canalización/es independiente
- El cableado de fuerza se dispondrá en canalización/es independiente.
- Siempre se dejarán uno o varios tubos vacíos de reserva.

Para el dimensionamiento de los tubos en las canalizaciones enterradas se ha seguido el criterio de la tabla 9 de la ITC-BT-21, adaptando el tubo resultante de la tabla a los establecidos por defecto en las zanjas, es decir de 63 mm, 150 mm y 200 mm. La sección interior de los mismos, para cada una de las agrupaciones descritas (alumbrado, instrumentación, etc.), será como mínimo 4 veces la sección ocupada por los conductores.

De esta forma, y de cara a una ampliación de la EDAR, dispondremos de espacio suficiente en los tubos, o incluso tubos vacíos, para alojar cableado de la ampliación.

Se han diseñado 6 tipos de zanjas en función del número de tubos que hay en su interior. En cualquier caso, la profundidad de la zanja será como mínimo de 70 cm y se colocarán sobre una cama de arena. En los cruces de calzadas las tuberías irán hormigonadas.

7.7 CUADROS DE ALUMBRADO Y FUERZA USOS VARIOS EN LA ESTACIÓN DEPURADORA

En el edificio de control se dispondrá un cuadro secundario para el mando y control de los receptores que se ubican en el mismo. El cuadro será de empotrar y con llave.

En el edificio de tratamiento, y en la misma sala eléctrica, quedarán, además de los cuadros de fuerza (CGBT, CCM, variadores y batería de condensadores) el cuadro secundario de alumbrado y tomas de corriente de este edificio (tanto de red como de grupo) y el cuadro de alumbrado exterior. Todos estos cuadros serán de superficie, metálicos, con grado de protección IP54.

Aunque su composición se puede observar en el esquema unifilar, se han tenido en cuenta, las siguientes prescripciones:

- Todos los circuitos de alumbrado se protegerán con un interruptor bipolar de 10 A.
- Las agrupaciones de alumbrado, a su vez, con interruptores diferenciales de sensibilidad 30 mA y acción instantánea.
- Todos los interruptores automáticos destinados a la protección de circuitos de alimentación a puntos de luz con lámparas de descarga, serán de calibre adecuado a una potencia equivalente a 1x8 veces la nominal de las lámparas.
- En todos los cuadros se ha dejado reserva de espacio de por lo menos, el 30% de las salidas para posibles ampliaciones.

Repartidos por la nave de pretratamiento y en el exterior se dispondrán cuadros de fuerza estancos que contendrán los siguientes elementos:

- Tomas de corriente tipo CETAC de I+N+TT de 10-16 A y 230 V.
- Tomas de corriente tipo CETAC de III+TT de 16-32ª y 400 V.
- Tomas de corriente tipo Schuco.



7.8 INSTALACIONES INTERIORES

7.8.1 CONDICIONES GENERALES

Se considerará el interior la depuradora como local húmedo y el exterior como local mojado.

El centro de control no se clasifica al no tener características especiales.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

7.8.2 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc.

Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

Como se ha comentado, como norma general, las canalizaciones eléctricas serán.

- Tubos plásticos corrugados empotrados en el edificio de control.
- Tubos plásticos lisos interiormente y corrugados exteriormente en canalización enterrada en exterior para alimentación a subcuadros, receptores a motor y alumbrado exterior.

- Tubo de PVC rígido en instalación vista en el interior del edificio de pretratamiento para alumbrado y otros usos y en el tramo final de acometida receptores a motor.
- Bandeja de PVC de reparto en el edificio de pretratamiento y en exterior.

El cableado será del tipo RV-K unipolares o multipolares de cobre. La sección mínima será de 1,5 mm² para alumbrado y señal, mando y control y de 2,5 mm² para circuitos de potencia.

7.8.3 CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas serán las indicadas a continuación:

Característica Código Grado

- Resistencia a la compresión 4 Fuerte
- Resistencia al impacto 3 Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio 2 - 5 °C



- Temperatura máxima de instalación y servicio 1 + 60 °C
- Resistencia al curvado 1-2 Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas 1-2 Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos 4 Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua 2 Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos 2 Protección interior y exterior media y compuestos
- Resistencia a la tracción 0 No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama 1 No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas 0 No declarada

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas indicadas a continuación:

1º Tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra.

Característica Código Grado

- Resistencia a la compresión 2 Ligera
- Resistencia al impacto 2 Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio 2 - 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio 1 + 60 °C
- Resistencia al curvado 1-2-3-4 Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas 0 No declaradas

Característica Código Grado

- Resistencia a la penetración de objetos sólidos 4 Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua 2 Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15 °
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos 2 Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción 0 No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama 1 No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas 0 No declarada

2º Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

Característica Código Grado

- Resistencia a la compresión 3 Media
- Resistencia al impacto 3 Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio 2 - 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio 2 +90°C (+60°C canal precabl. ordinarias)



- Resistencia al curvado 1-2-3-4 Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas 0 No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos 5 Protegido contra el polvo
- Resistencia a la penetración del agua 3 Protegido contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos 2 Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción 0 No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama 1 No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas 0 No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas a continuación:

Característica Código Grado

- Resistencia a la compresión 4 Fuerte
- Resistencia al impacto 3 Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio 2 - 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio 1 + 60 °C
- Resistencia al curvado 4 Flexible
- Propiedades eléctricas 1/2 Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos 4 Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua 2 Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos 2 Protección interior mediana y exterior elevada y compuestos
- Resistencia a la tracción 2 Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama 1 No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas 2 Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm².

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

Característica Código Grado

- Resistencia a la compresión NA 250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto NA Ligero / Normal / Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio NA NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio NA NA



- Resistencia al curvado 1-2-3-4 Cualquiera de las especificadas
- Propiedades eléctricas 0 No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos 4 Contra objetos $D \geq 1$ mm
- Resistencia a la penetración del agua 3 Contra el agua en forma de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos 2 Protección interior y exterior media
- Resistencia a la tracción 0 No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama 0 No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas 0 No declarada

***Notas:**

- NA: No aplicable.
- Para tubos embebidos en hormigón aplica 250 N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450 N y grado Normal; para tubos en suelos pesados aplica 750 N y grado Normal.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.



- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

Cuando los tubos se instalen en montaje superficial, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.
- Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:
 - En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
 - No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.



- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral).

Para la ejecución de las canalizaciones se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la

inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

Conductores aislados enterrados

Las condiciones para estas canalizaciones, en las que los conductores aislados deberán ir bajo tubo salvo que tengan cubierta y una tensión asignada 0,6/1kV, se establecerán de acuerdo con lo señalado en la Instrucciones ITC-BT-07 e ITC-BT-21.

Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

Para estas canalizaciones son necesarios conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral). La temperatura mínima y máxima de instalación y servicio será de - 5°C y 90°C respectivamente (polietileno reticulado o etileno-propileno).

Conductores aislados en el interior de la construcción

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V. Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

Se evitará que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua que puedan penetrar en el interior del hueco, prestando especial atención a la impermeabilidad de sus muros exteriores, así como a la proximidad de tuberías de conducción de líquidos, penetración de agua al efectuar la limpieza de suelos, posibilidad de acumulación de aquella en partes bajas del hueco, etc.

Conductores aislados bajo canales protectores

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa

de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc., siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. La tapa de las canales quedará siempre accesible.

Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc., tendrán la misma calidad que la bandeja. Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

Normas de instalación en presencia de otras canalizaciones no eléctricas

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a

condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Accesibilidad a las instalaciones

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc., instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

7.8.4 CONDUCTORES

Los conductores utilizados se registrarán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Materiales

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
- Conductor: de cobre.
- Formación: unipolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
- Tensión de prueba: 2.500 V.
- Instalación: bajo tubo.
- Normativa de aplicación: UNE 21.031.
- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
- Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
- Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
- Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la



forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

Dimensionado de los conductores

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se erigirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.
- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.
- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

7.8.5 IDENTIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

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, negro o gris.

7.8.6 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

7.8.7 CAJAS DE EMPALME

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuerca y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaz de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.



En el edificio de pretratamiento y en el exterior serán en instalación vista, con grado de protección IP-54, para instalación mojada.

En el edificio de control serán en instalación empotrada.

7.8.8 MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE

Los interruptores y conmutadores cortarían la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de torna una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

En el edificio de pretratamiento y en el exterior serán en instalación vista, con grado de protección IP-54, para instalación mojada.

En el edificio de control serán en instalación empotrada.

7.9 APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCIÓN

7.9.1 CUADROS ELECTRICOS.

En la depuradora proyectada, la envolvente para CGMP está formada por 9 Armarios metálicos IP55 combinables:

- 1 modulo para el CGBT.
- 4 módulos para CCM.
- 2 módulos para los variadores de frecuencia.
- 1 modulo para la batería de condensadores.

Cada uno de estos armarios, cuya disposición se puede observar en los planos adjuntos, dispone de:

- Columnas internas,
- kits base techo y zócalos,
- Perfiles posteriores de columna,
- Paneles posteriores,
- Puertas ciegas,

- Paneles laterales entre módulos,
- Tapaderas frontales, laterales y traseras de zócalos,
- Placas de montaje de 2.000x1.000

En el caso del CCM y el CGBT las columnas de entrada contendrán por lo menos el siguiente material:

- Interruptor general automático magnetotérmico.
- Tres transformadores de intensidad
- Una base cortacircuitos tripolar
- Un analizador de red
- Dos transformadores de aislamiento con relación 400/220V, uno para mando y señalización y el otro para alimentación a instrumentos.

Las columnas de salida se compondrán de cubículos, cada uno de los cuales estará destinado a un motor de maquina en particular.

Las salidas para motores contendrán los siguientes elementos:

- Un interruptor automático magnetotérmico III o guardamotor.
- Interruptor de protección diferencial.
- Un contactor.
- Arrancador estrella triangulo, variador de frecuencia, inversor, etc. según la casuística y esquema unifilar
- Material auxiliar de mando y señalización necesario en cada caso, como selector “Manual-O-Automático”, relés auxiliares, piloto de señalización, etc.
- En el caso de motores mayores a 10 KW, un transformador de intensidad con relación x5A, un amperímetro y un cuenta horas.

Para las salidas a equipos que dispongan su propio cuadro o para instrumentos, la salida incorporará:

- Un interruptor automático magnetotérmico III o guardamotor.
- Interruptor de protección diferencial.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT- 24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles

laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provistas de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc.), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc.), paneles sinópticos, etc., se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

7.9.2 INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará

con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

7.9.3 GUARDAMOTORES

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.

7.9.4 FUSIBLES

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda

proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

7.9.5 INTERRUPTORES DIFERENCIALES

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

2º La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$R_a \times I_a \leq U$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

7.9.6 SECCIONADORES

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

7.9.7 EMBARRADOS

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

7.9.8 PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que

correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

7.10 RECEPTORES DE ALUMBRADO

7.10.1 GENERALIDADES

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no debe exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc.), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío

comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

7.10.2 ALUMBRADO INTERIOR

En el alumbrado interior se prevé la instalación de alumbrado normal y otra de alumbrado de señalización y emergencia.

La instalación de alumbrado normal prevista, contempla la obtención de las siguientes iluminancias de medidas iniciales:

- En las salas industriales: 200-300 lux
- En el edificio de control: 300-500 lux
- En el laboratorio: 500-800 lux

Los receptores de alumbrado a utilizar son:

SITUACION	RECEPTOR	UD
Control / Pretratamiento	Luminaria de techo Downlight para empotrar marca LLEDO o similar, para 2 lámparas HIT-CE en blanco neutro. Anillo de fundición, con pintura en color blanco, ajustable sin herramientas. Con unidad de alimentación modular sustituible sin herramientas. Carcasa opaca de chapa de acero cincada. Cristal de protección decorativo. Diámetro 220 mm escotadura de techo 206 mm, profundidad de montaje 170 mm, portalámparas G12. Incluso lámparas.	18
Pretratamiento	Luminaria industrial marca LLEDO o similar, fabricado en aluminio de inyección y chapa de aluminio entallado. Conexión eléctrica se realiza a clema de tres polos en el interior de la carcasa. Equipo electrónico no regulable. Tensión de alimentación: 230 V -50/60 Hz. Montaje suspendido mediante cable acerado o cadena no incluidos en el suministro. Alta tecnología en disipación pasiva. En función de la distribución óptica utilizada LEDBAY175 esta optimizada para alturas comprendidas desde los 4-6m hasta los 15m de altura. Fuente de luz: LED750 175 W. Factor de potencia: 0,9. Vida útil 40000h @ Ta: 25°. Temperatura de arranque: -10°/+ 40°. Cristal de seguridad. Altura 356 mm, diámetro 324 mm.	11
Pretratamiento	Luminaria estanca, en material plástico de 2x58 W. con protección IP66 clase I, cuerpo de poliéster reforzado con fibra de vidrio, difusor transparente prismático de policarbonato de 2 mm de espesor. Fijación del difusor a la carcasa sin clips gracias a un innovador concepto con puntos de fijación integrados. Equipo eléctrico formado por reactancias, condensadores, portalámparas, cebadores, lámparas fluorescentes nueva generación.	34
Control	Luminaria de empotrar polivalente marca LLEDO o similar. Fabricada en alum. especular. Módulo 600x600 mm OPTIMA, tamaño 597x597 mm, Fabricado en chapa de acero termoestablada en color blanco. Las partes ciegas entre	4



SITUACION	RECEPTOR	UD
	componentes ópticos están fabricadas en acero termoesmaltado en color blanco, con Sistema de anclaje para techos de escayola. incluso 3 lámparas fluorescentes con reactancia electrónica de 24 W.	
Control	Luminaria de empotrar polivalente marca LLEDO o similar. Fabricada en alum. especular. Módulo 600x600 mm OPTIMA, tamaño 597x597 mm, Fabricado en chapa de acero termoesmaltada en color blanco. Las partes ciegas entre componentes ópticos están fabricadas en acero termoesmaltado en color blanco, con Sistema de anclaje para techos de escayola. incluso 4 lámparas fluorescentes con reactancia electrónica de 24 W.	2
Control	Luminaria de superficie marca LLEDO o similar, extraplana de líneas curvas con Óptica de aluminio semimate, tamaño 585x550 mm, Fabricada con perfiles de aluminio de extrusión y cabeceras de 3 mm de espesor. Termoesmaltada en blanco. Montaje: adosada a techo Componente óptico fabricado en aluminio semimate Elevado rendimiento y limitación del deslumbramiento. Rendimiento hasta de un 70%. incluso 4 lámparas fluorescentes con reactancia electrónica de 14 W.	6
Emergencia	Bloque autónomo de emergencia IP42 IK 04, de superficie, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, banderola o estanco (caja estanca: IP66 IK08) de 95 Lúm. con lámpara de emergencia de FL. 8 W. Carcasa fabricada en policarbonato blanco, resistente a la prueba del hilo incandescente 850°C. Difusor en policarbonato transparente, opalino o muy opalino. Accesorio de enrasar con acabado blanco, cromado, niquelado, dorado, gris plata. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	6
Emergencia	Bloque autónomo de emergencia IP42 IK 04, de superficie, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, banderola o estanco (caja estanca: IP66 IK08) de 215 Lúm. con lámpara de emergencia de FL. 8 W. Carcasa fabricada en policarbonato blanco, resistente a la prueba del hilo incandescente 850°C. Difusor en policarbonato transparente, opalino o muy opalino. Accesorio de enrasar con acabado blanco, cromado, niquelado, dorado, gris plata. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	2

SITUACION	RECEPTOR	UD
Emergencia	Bloque autónomo de emergencia IP42 IK 04, de superficie, semiempotrado pared, enrasado pared/techo, banderola o estanco (caja estanca: IP66 IK08) de 450 Lúm. con lámpara de emergencia de FL. 8 W. Carcasa fabricada en policarbonato blanco, resistente a la prueba del hilo incandescente 850°C. Difusor en policarbonato transparente, opalino o muy opalino. Accesorio de enrasar con acabado blanco, cromado, niquelado, dorado, gris plata. Piloto testigo de carga LED. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Opción de telemando. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	9

Los criterios han sido:

- En la nave de pretratamiento luminarias fluorescentes de superficie con grado de protección IP65 salvo en la zona central, que de cara al consumo y mantenimiento, se han elegido luminarias de tipo LED, también con ese índice de protección.
- En el edificio de control se instalaran luminarias fluorescentes de empotrar con grado de protección IP42.
- El alumbrado de señalización y emergencia previsto contempla que queden instalados un mínimo de 5 Lúm por metro cuadrado en todas las zonas.
- Con respecto a las luminarias de emergencia, en el edificio de control los difusores serán muy opalino y la instalación enrasada. En el edificio de pretratamiento los difusores serán opalinos y la instalación estanca.

7.10.3 ALUMBRADO EXTERIOR

La instalación de alumbrado exterior de la EDAR comprende la iluminación de la fachada de los 2 edificios, así como los viales de circulación interior de la misma y de la puerta de entrada, con alumbrado de balizamiento.

Además, se van a instalar unos proyectores sobre apoyo metálico para su encendido en caso de trabajo en zonas determinadas de la planta (reactores biológicos y decantadores secundarios).

Las luminarias a utilizar son:

SITUACIÓN	RECEPTOR	UD
Control / Pretratamiento	Luminaria de pared marca LLEDO o similar con distribución asimétrica de la intensidad luminosa en forma de banda. Para 1 lámpara de halogenuros metálicos HIT-CE/S 150 W, IP66 Luminaria de aleación de aluminio, aluminio y acero inoxidable. Vidrio de seguridad transparente. Reflector de aluminio puro anodizado. Rango de Basculación en torno al eje vertical de +90° a -30° en pasos de of 10°.	17



SITUACIÓN	RECEPTOR	UD
	Dimensiones: 290 x 600 x 105 mm.	
Exterior	Luminaria de balizamiento marca LLEDO o similar para 1x42 W TC-TELI. IP95. Aluminio de inyección, aluminio y acero inoxidable. Cristal transparente, interior blanco. Color grafito, con unidad de anclaje.	34
Exterior	Luminaria marca LLEDO o similar, con protección añadida de proyección. IP65 Tamaño 400x350 mm. Fabricado en aluminio de inyección y termoesmaltado en color RAL-9006. Montaje mediante un soporte que permite la orientación del proyector. Dicha orientación se puede fijar mediante una escala graduada. Reflector en aluminio martelé. Extensivo. Fuente de luz: halogenuros metálicos. Incluye, accesorios, sujeciones y material auxiliar. Totalmente montada, conexionada y comprobada. Incluye: replanteo. Montaje, fijación y nivelación.	8
Exterior	Suministro y colocación de poste lumínico de acero, superficie galvanizada en caliente, sin costura visible, altura 10 mm y diámetro 76 mm, incluso excavación de pozo de 0,95x0,80 m. y una profundidad de 1,80 m.; relleno de hormigón HA-25 N/mm ² , placa de anclaje 40x40x3 cm, i/transporte de tierras a vertedero, maquinaria de elevación i/p.p. de medios auxiliares.	3
Exterior	Luminaria de exterior para alumbrado residencial para colocar sobre poste de 60 mm de diámetro de acoplamiento. Difusor esférico semi-transparente de 500 mm, base de poliamida reforzado fibra de vidrio y difusor de policarbonato resistente a impactos y estabilizado frente a UV. Para lámpara de vapor de sodio de alta presión de 70 W, con equipo convencional y óptica unidireccional, la base se acopla al difusor mediante bayoneta (sin herramientas) y se suministra con elemento óptico incorporado, negro. Instalado incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	2

Los criterios han sido:

- Encendido con reloj horario situado en los cuadros eléctricos del edificio de control y del edificio de tratamiento de las luminarias perimetrales de cada edificio.
- Encendido manual, desde el CS de Retratamiento, de los proyectores situados sobre los báculos.
- Encendido con interruptor crepuscular del alumbrado viario de balizamiento y de la puerta de entrada.

7.11 RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

- De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
- De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
- De 5 kW a 15 kW: 2
- Más de 15 kW: 1,5

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua

proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las solicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará por servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).

- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá "deratarse" de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superior a 1,5 megahomios. En caso de que sea inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia de motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

7.12 PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo,



permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Particularizando, el sistema de puesta a tierra de la EDART de Ramonete estará constituida por:

- Cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección, directamente enterrado en el terreno a una profundidad mínima de 70 cm, en la cimentación del edificio de control y de pretratamiento.
- Cable de cobre desnudo de 35 mm² de sección, directamente enterrado en el terreno a una profundidad mínima de 70 cm, en la cimentación de los equipos, en el exterior de la planta.
- Esta red de tierra estará unida entre sí mediante grapas de unión o soldadura aluminotérmica.
- Se instalarán arquetas con punto de control.
- Se instalarán, repartidas por la instalación, picas de acero cobrizado de 2 m de longitud y 18,4 mm de diámetro, conectadas a la red de tierra con una interdistancia aproximada de 25 m y unidas mediante grapas de unión o soldadura aluminotérmica.

En cada cuadro eléctrico se contempla la instalación de una barra de puesta a tierra, que por una parte se conectará al exterior, y por la otra se contactará a los cables de la puesta a tierra de los distintos receptores, Acompañando a los conductores de cada circuito, ira un conductor de puesta a tierra con sección igual o la mitad que la de los conductores de fase. De este modo quedaran conectados a la malla exterior de los chasis de los cuadros máquinas y luminarias, así como las pastillas de puesta a tierra de todas las base de enchufe y tomas de corriente.

La puesta a tierra del pararrayos, de la instalación eléctrica de baja tensión y del transformador (servicio y neutro) estarán separadas entre sí, tal y como se refleja en el plano correspondiente.

Se describe a continuación las partes del sistema de puesta a tierra.

7.12.1 TOMAS DE TIERRA.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;

- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

7.12.2 CONDUCTORES DE TIERRA.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberá estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

7.12.3 BORNES DE PUESTA A TIERRA.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

7.12.4 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm²) Sección conductores protección (mm²)

Sf ≤ 16 Sf

16 < Sf ≤ 35 16

Sf > 35 Sf/2

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación



serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.



8 BATERÍA DE CONDENSADORES

Para compensar el factor de potencia debido al consumo de energía reactiva por parte del propio transformador, se dispondrá de condensadores de la potencia relacionada en función de la potencia del transformador a compensar, conectados en el secundario de éste.

Se prevé la instalación de un equipo de corrección automática del factor de potencia junto al cuadro general de baja tensión, con objeto de que durante la explotación de la estación depuradora no se generen sobrecostos motivados por factores de potencia inferiores a 1. Se proyecta una batería de Condensadores para baja tensión tipo CLMH de ABB o similar con las siguientes características:

- Nº de unidades: 1
- Tipo: CLMH-2
- Número de armarios por batería: 1
- Conexión: Trifásica
- Potencia de compensación a tensión de red: 200 kVAr.
- Composición: (4 x 50) kVAr
- Secuencia: 1:1:1
- Tensión de red: 400 V.
- Frecuencia de red: 50 Hz.
- Tensión nominal de los condensadores: 440 V.
- Reactancias antirresonancia: Sí, sintonizadas a 189 Hz
- Ventilación: Forzada con regulación de velocidad
- Grado protección: IP 32 con puerta cerrada
- Ejecución: Interior
- Entrada de cables: Inferior
- Máxima temperatura ambiente: + 40 °C
- Mínima temperatura ambiente: 5 °C
- Acabado: RAL 7035 texturizado
- Regulador: RVC
- Interruptor principal. 630 A. (en cuadro general)

El cálculo de la batería de condensadores se puede comprobar en apartado independiente. Su ubicación en el cuadro de receptores eléctricos.



9 GRUPO ELECTRÓGENO

Se ha proyectado la instalación de un grupo electrógeno en una sala independiente del edificio de pretratamiento. La potencia se ha calculado en función de las cargas que debe alimentar en caso de emergencia. La potencia es de 100 KVA en funcionamiento continuo y 110 Kvas en funcionamiento de emergencia.

La sala dispondrá de entrada y salida de aire para el correcto funcionamiento del equipo.

Las características son:

- Marca: SDM o similar;
- Modelo: J110K;
- Ejecución: Compact II;
- Potencia aparente: 100/110 KVA;
- Arranque: Automático;
- Depósito: En bancada, capacidad:1 90 l con indicador de nivel
- Autonomía: 12 h;
- Cabina de insonorización;
- Motor gasoil;
- Potencia aparente: 88/97 kW;
- Cuadro de control automático y arranque montado sobre el grupo. Según ETP 50.

El cálculo del grupo electrógeno se puede comprobar en apartado independiente. Su ubicación en el cuadro de receptores eléctricos.

10 PARRARAYOS

Para el cumplimiento de la normativa vigente se va a instalar un pararrayos en la EDAR. El cálculo y la justificación del mismo se puede observar en la Adenda de Cálculos de BT.

El pararrayos a utilizar se instalará en un poste de alumbrado, en la parte central de la EDAR.

Tendrá un radio de protección de 52 m, y estará formado por una cabeza ionizante con dispositivo de cebado PDC condensador atmosférico, pieza de adaptación cabezal-mástil, mástil adosado, puesta a tierra independiente, etc.

APÉNDICE 1: CÁLCULOS DESVÍO DE L.A.M.T.



ÍNDICE:

1	CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	2
1.1	RESUMEN DE FORMULAS	2
2	DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.	23
3	TENSIÓN MÁXIMA EN LA LINEA Y COMPONENTE HORIZONTAL.	23
4	VANO DE REGULACIÓN.	23
5	TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES.	23
6	LIMITE DINAMICO EDS.	24
7	APOYOS.	24
8	CIMENTACIONES.	24
9	CADENAS DE AISLADORES.	24
10	DISTANCIAS DE SEGURIDAD.	25
10.1	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO	25
10.2	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ	25
10.3	DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO	26
10.4	TABLAS RESUMEN	26
10.5	CRUCETAS ADOPTADAS.	28
10.6	CALCULO DE CIMENTACIONES.	28
10.7	CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.	28
10.8	CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.	29



1 CÁLCULOS DE LA LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

1.1 RESUMEN DE FORMULAS

TENSION MAXIMA EN UN VANO (Apdo. 3.2.1).

La tensión máxima en un vano se produce en los puntos de fijación del conductor a los apoyos.

$$TA = P_0 \cdot YA = P_0 \cdot c \cdot \cosh(XA/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh[(X_m - a/2) / c]$$

$$TB = P_0 \cdot YB = P_0 \cdot c \cdot \cosh(XB/c) = P_0 \cdot c \cdot \cosh[(X_m + a/2) / c]$$

$$P_v = K \cdot d / 1000 \quad K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \leq 120 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \leq 120 \text{ Km/h}$$

$$P_{vh} = K \cdot D / 1000$$

$$K=60 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d \leq 16 \text{ mm y } v \leq 60 \text{ Km/h}$$

$$K=50 \cdot (v/120)^2 \text{ daN/m}^2 \text{ si } d > 16 \text{ mm y } v \leq 60 \text{ Km/h}$$

$$P_h = K \cdot \ddot{O}d$$

$$K=0.18 \text{ Zona B}$$

$$K=0.36 \text{ Zona C}$$

$$P_0 = \ddot{O} (P_p^2 + P_v^2)$$

Zona A, B y C. Hipótesis de viento.

$$P_0 = P_p + P_h$$

Zonas B y C. Hipótesis de hielo. $P_0 = \ddot{O} [(P_p + P_h)^2 + P_{vh}^2]$ Zonas B y

C. Hipótesis de hielo + viento.

Cuando sea requerida por la empresa eléctrica. $c = T_0h / P_0X_m = c \cdot \ln [z$

$$+ \ddot{O}(1+z^2)]z = h / (2 \cdot c \cdot \sinh a/2c)$$

Siendo:

v = Velocidad del viento (Km/h).

TA = Tensión total del conductor en el punto de fijación al primer apoyo del vano (daN).

TB = Tensión total del conductor en el punto de fijación al segundo apoyo del vano (daN).

P_0 = Peso total del conductor en las condiciones más desfavorables (daN/m).

P_p = Peso propio del conductor (daN/m).

P_v = Sobrecarga de viento (daN/m).

P_{vh} = Sobrecarga de viento incluido el manguito de hielo (daN/m).

P_h = Sobrecarga de hielo (daN/m).

d = diámetro del conductor (mm).

D = diámetro del conductor incluido el espesor del manguito de hielo (mm).

$Y = c \cdot \cosh(x/c)$ = Ecuación de la catenaria.

c = constante de la catenaria.

YA = Ordenada correspondiente al primer apoyo del vano (m).



YB = Ordenada correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

XA = Abcisa correspondiente al primer apoyo del vano (m).

XB = Abcisa correspondiente al segundo apoyo del vano (m).

Xm = Abcisa correspondiente al punto medio del vano (m).

a = Proyección horizontal del vano (m).

h = Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

T0h = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN). Es constante en todo el vano.

VANO DE REGULACIÓN.

Para cada tramo de línea comprendida entre apoyos con cadenas de amarre, el vano de regulación se obtiene del siguiente modo:

$$ar = \ddot{O} (\ddot{a} a^3 / \ddot{a} a)$$

TENSIONES Y FLECHAS DE LA LINEA EN DETERMINADAS CONDICIONES. ECUACION DEL CAMBIO DE CONDICIONES.

Partiendo de una situación inicial en las condiciones de tensión máxima horizontal (T0h), se puede obtener una tensión horizontal final (Th) en otras condiciones diferentes para cada vano de regulación (tramo de línea), y una flecha (F) en esas condiciones finales, para cada vano real de ese tramo.

La tensión horizontal en unas condiciones finales dadas, se obtiene mediante la Ecuación del Cambio de Condiciones:

$$[d \cdot L_0 \cdot (t - t_0)] + [L_0/(S \cdot E) \cdot (Th - T_0h)] = L - L_0 \quad L_0 = c_0 \cdot \text{senh}[(X_{m0} + a/2) / c_0] - c_0 \cdot \text{senh}[(X_{m0} - a/2) / c_0] \\ c_0 = T_0h/P_0 \quad ; \quad X_{m0} = c_0 \cdot \ln[z_0 + \ddot{O}(1+z_0^2)] \quad z_0 = h / (2 \cdot c_0 \cdot \text{senh} a/2c_0) \quad L = c \cdot \text{senh}[(X_m + a/2) / c] - c \cdot \text{senh}[(X_m - a/2) / c] \\ c = Th/P \quad ; \quad X_m = c \cdot \ln[z + \ddot{O}(1+z^2)] \quad z = h / (2 \cdot c \cdot \text{senh} a/2c)$$

Siendo:

d = Coeficiente de dilatación lineal.

L0 = Longitud del arco de catenaria en las condiciones iniciales para el vano de regulación (m).

L = Longitud del arco de catenaria en las condiciones finales para el vano de regulación (m).

t0 = Temperatura en las condiciones iniciales (°C).

t = Temperatura en las condiciones finales (°C).

S = Sección del conductor (mm²).

E = Módulo de elasticidad (daN/mm²).

T0h = Componente Horizontal de la Tensión en las condiciones más desfavorables o Tensión Máxima Horizontal (daN).

Th = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN).



$a = ar$ (vano de regulación, m).

$h =$ Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos, en tramos de un solo vano (m).

$h = 0$, para tramos compuestos por más de un vano. Obtención de la flecha en las condiciones finales (F), para cada vano real de la línea: $F = YB - [h/a \cdot (XB - X_{fm})] - Y_{fm}X_{fm} = c \cdot \ln[h/a + \sqrt{1+(h/a)^2}]$ $Y_{fm} = c \cdot \cosh(X_{fm}/c)$ Siendo: $YB =$ Ordenada de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$XB =$ Abcisa de uno de los puntos de fijación del conductor al apoyo (m).

$Y_{fm} =$ Ordenada del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$X_{fm} =$ Abcisa del punto donde se produce la flecha máxima (m).

$h =$ Desnivel entre los puntos de fijación del conductor a los apoyos (m).

$a =$ proyección horizontal del vano (m).

Tensión máxima

Condiciones iniciales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones. a) Zona A.

- Tracción máxima viento.

$$t = -5 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (Pv).b) Zona B.

- Tracción máxima viento.

$$t = -10 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (Pv).

- Tracción máxima hielo.

$$t = -15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Sobrecarga: hielo (Ph).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$$t = -15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (Pvh).

Sobrecarga: hielo (Ph).c) Zona C.

- Tracción máxima viento.

$$t = -15 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (Pv).

- Tracción máxima hielo.

$$t = -20 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Sobrecarga: hielo (Ph).

- Tracción máxima hielo + viento. (Cuando sea requerida por la empresa eléctrica).

$$t = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: viento (Pvh).

Sobrecarga: hielo (Ph). Flecha máxima (Apdo. 3.2.3). Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones. a) Hipótesis de viento.

$$t = +15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: Viento (Pv). b) Hipótesis de temperatura.

$$t = +50 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna. c) Hipótesis de hielo.

$$t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: hielo (Ph). Zona A: Se consideran las hipótesis a) y b).

Zonas B y C: Se consideran las hipótesis a), b) y c). Flecha mínima.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones.

a) Zona A.

$$t = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna. b) Zona B.

$$t = -15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: Zona C.

$$t = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Sobrecarga: ninguna.

Desviación cadena aisladores. Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones. $t = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona A, $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona B y $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona C.

Sobrecarga: mitad de Viento ($Pv/2$). Hipótesis de Viento. Cálculo de apoyos. Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones. $t = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona A, $-10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona B y $-15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ en zona C.

Sobrecarga: Viento (Pv).

Tendido de la línea.

Condiciones finales a considerar en la ecuación del cambio de condiciones. $t = -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ (Sólo zona C).

$$t = -15 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Sólo zonas B y C)}.$$

$$t = -10 \text{ }^{\circ}\text{C} \text{ (Sólo zonas B y C)}.$$

$$t = -5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$t = 0 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$t = +5 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$t = +10 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

$$t = +15 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$



$t = + 20 \text{ }^\circ\text{C}.$

$t = + 25 \text{ }^\circ\text{C}.$

$t = + 30 \text{ }^\circ\text{C}.$

$t = + 35 \text{ }^\circ\text{C}.$

$t = + 40 \text{ }^\circ\text{C}.$

$t = + 45 \text{ }^\circ\text{C}.$

$t = + 50 \text{ }^\circ\text{C}.$

Sobrecarga: ninguna.

LIMITE DINAMICO "EDS".

$$EDS = (Th / Qr) \cdot 100 < 15$$

Siendo:

EDS = Every Day Estress, esfuerzo al cual están sometidos los conductores de una línea la mayor parte del tiempo, correspondiente a la temperatura media o a sus proximidades, en ausencia de sobrecarga.

Th = Componente Horizontal de la Tensión o Tensión Horizontal en las condiciones finales consideradas, para el vano de regulación (daN). Zonas A, B y C, $t^a = 15 \text{ }^\circ\text{C}.$ Sobrecarga: ninguna.

Qr = Carga de rotura del conductor (daN).

HIPOTESIS CALCULO DE APOYOS (Apdo. 3.5.3).

Apoysos de líneas situadas en zona A (Altitud inferior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2 (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{tv}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = Rot_v$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} - P_{cvr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2 (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = Dtv$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $Lt = Rotv$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; Lt = Rotv$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; Lt = Rotv$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2 (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = Dtv$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $Lt = Rotv$
Anclaje Angulo y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = Fvc + Eca \cdot nc + RavT$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavdT$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = RavrT$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavL$		Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = RavdL$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $L = RavrL ; Lt = Rotv$
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv + Pca \cdot nc$			Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = Pcv - Pcvr + Pca \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = Fvc + Eca \cdot nc$			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) $L = Dtv$			Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) $Lt = Rotv$

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal

Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de -5 °C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.

- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

Apoyos de líneas situadas en zonas B y C (Altitud igual o superior a 500 m).

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
Alineación Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) $L_t = R_{oth}$
Alineación Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) $L = D_{th}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) $L_t = R_{oth}$
Angulo Suspensión	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = P_{cv} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} + P_{ca} \cdot nc$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = P_{ch} - P_{chr} + P_{ca} \cdot nc$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = F_{vc} + E_{ca} \cdot nc + R_{avT}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $T = R_{ahrT}$
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.1)	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.1)



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
				Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = \text{RahdL}$	Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $L = \text{RahrL} ; \text{Lt} = \text{Roth}$
Angulo Amarre	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = \text{Pcv} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} - \text{Pchr} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{Fvc} + \text{Eca} \cdot \text{nc} + \text{RavT}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{RahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{RahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{RahrT}$
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = \text{RavL}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = \text{RahL}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $L = \text{RahdL}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.2) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $L = \text{RahrL} ; \text{Lt} = \text{Roth}$
Anclaje Alineación	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = \text{Pcv} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} - \text{Pchr} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) $T = \text{Fvc} + \text{Eca} \cdot \text{nc}$			
	L			Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) $L = \text{Dth}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) $\text{Lt} = \text{Roth}$
Anclaje Angulo Y Estrellam.	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) $V = \text{Pcv} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) $V = \text{Pch} - \text{Pchr} + \text{Pca} \cdot \text{nc}$
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{Fvc} + \text{Eca} \cdot \text{nc}$	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{RahT}$	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{RahdT}$	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) $T = \text{RahrT}$



TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	HIPOTESIS 1ª (Viento)	HIPOTESIS 2ª (Hielo)	HIPOTESIS 3ª (Des. Tracciones)	HIPOTESIS 4ª (Rotura cond.)
		+ RavT			
	L	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RavL	Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahL	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.3) Res. Angulo (apdo. 3.1.6) L = RahdL	Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.3) Res. Ángulo (apdo. 3.1.6) L = RahrL ; Lt = Roth
Fin de línea	V	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Viento. (apdo. 3.1.2) V = Pcv + Pca·nc	Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch + Pca·nc		Cargas perm. (apdo. 3.1.1) Hielo (apdo. 3.1.3) V = Pch - Pchr + Pca·nc
	T	Viento. (apdo. 3.1.2) T = Fvc + Eca·nc			
	L	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dtv	Des. Tracc. (apdo. 3.1.4.4) L = Dth		Rot. Cond. (apdo. 3.1.5.4) Lt = Roth

V = Esfuerzo vertical T = Esfuerzo transversal L = Esfuerzo longitudinal Lt = Esfuerzo de torsión

Para la determinación de las tensiones de los conductores se considerará:

Hipótesis 1ª : Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 Km/h y a la temperatura de

-10 °C en zona B y -15 °C en zona C.

Resto hipótesis : Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C.

En los apoyos de alineación y ángulo con cadenas de suspensión y amarre se prescinde de la 4ª hipótesis si se verifican simultáneamente las siguientes condiciones (apdo. 3.5.3) :

- Tensión nominal de la línea hasta 66 kV.
- La carga de rotura del conductor es inferior a 6600 daN.
- Los conductores tienen un coeficiente de seguridad de 3, como mínimo.
- El coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera es el correspondiente a las hipótesis normales.
- Se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.



Cargas permanentes

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso de los distintos elementos: conductores con sobrecarga (según hipótesis), aisladores, herrajes.

En todas las hipótesis en zona A y en la hipótesis de viento en zonas B y C, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pcv" será:

$$P_{cv} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos a \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{cvr} = L_v \cdot P_{pv} \cdot \cos a \cdot n_r \text{ (daN)}$$
 Siendo:

L_v = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) o -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (m).

P_{pv} = Peso propio del conductor con sobrecarga de viento (daN/m).

P_{cvr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de viento para la 4ª hipótesis (daN).

a = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis.

En todas las hipótesis en zonas B y C, excepto en la hipótesis 1ª de Viento, el peso que gravita sobre los apoyos debido al conductor y su sobrecarga "Pch" será

$$P_{ch} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n \text{ (daN)}$$

$$P_{chr} = L_h \cdot P_{ph} \cdot n_r \text{ (daN)}$$

Siendo:

L_h = Longitud del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de -15 °C (zona B) o -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (m).

P_{ph} = Peso propio del conductor con sobrecarga de hielo (daN/m).

P_{chr} = Peso que gravita sobre los apoyos de los conductores rotos con sobrecarga de hielo para la 4ª hipótesis (daN).

n = número total de conductores.

n_r = número de conductores rotos en la 4ª hipótesis. En todas las zonas y en todas las hipótesis habrá que considerar el peso de los herrajes y la cadena de aisladores "Pca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc".

Esfuerzos del viento (Apdo. 3.1.2). –

El esfuerzo del viento sobre los conductores "Fvc" en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene de la siguiente forma:

Apoyos alineación $F_{vc} = (a_1 \cdot d_1 \cdot n_1 + a_2 \cdot d_2 \cdot n_2) / 2 \cdot k \text{ (daN)}$
Apoyos fin de línea $F_{vc} = a / 2 \cdot d \cdot n \cdot k \text{ (daN)}$
Apoyos de ángulo y estrellamiento $F_{vc} = a \cdot d_p / 2 \cdot n_p \cdot k \text{ (daN)}$



Siendo:

a_1 = Proyección horizontal del conductor que hay a la izquierda del apoyo (m).

a_2 = Proyección horizontal del conductor que hay a la derecha del apoyo (m).

a = Proyección horizontal del conductor (m).

a_p = Proyección horizontal del conductor en la dirección perpendicular a la bisectriz del ángulo (apoyos de ángulo) y en la dirección perpendicular a la resultante (apoyos de estrellamiento) (m).

d, d_1, d_2, d_p = Diámetro del conductor(m).

n, n_1, n_2, n_p = nº de haces de conductores.

v = Velocidad del viento (Km/h).

$K=60 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si $d \leq 16$ mm y $v \leq 120$ Km/h

$K=50 \cdot (v/120)^2$ daN/m² si $d > 16$ mm y $v \leq 120$ Km/h- En la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C habrá que considerar el esfuerzo del viento sobre los herrajes y la cadena de aisladores "Eca", así como el número de cadenas de aisladores del apoyo "nc". 1.5.3.

Desequilibrio de tracciones (Apdo. 3.1.4)-

En la hipótesis 1ª (sólo apoyos fin de línea) en zonas A, B y C y en la hipótesis 3ª en zona A (apoyos alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje), el desequilibrio de tracciones "Dtv" se obtiene: Apoyos de alineación con cadenas de suspensión. $Dtv = 8/100 \cdot Th \cdot n$ (daN)

$Dtv = \text{Abs} ((Th_1 \cdot n_1) - (Th_2 \cdot n_2))$ (daN) Apoyos de alineación con cadenas de amarre. $Dtv = 15/100 \cdot Th \cdot n$ (daN)

$Dtv = \text{Abs} ((Th_1 \cdot n_1) - (Th_2 \cdot n_2))$ (daN) Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión. $Dtv = 8/100 \cdot Th \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo. Apoyos de ángulo con cadenas de amarre. $Dtv = 15/100 \cdot Th \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo. Apoyos de anclaje de alineación. $Dtv = 50/100 \cdot Th \cdot n$ (daN)

$Dtv = \text{Abs} ((Th_1 \cdot n_1) - (Th_2 \cdot n_2))$ (daN) Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento. $Dtv = 50/100 \cdot Th \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo. Apoyos fin de línea $Dtv = 100/100 \cdot Th \cdot n$ (daN) Siendo:

n, n_1, n_2 = número total de conductores.

Th, Th_1, Th_2 = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).- En la hipótesis 2ª (fin de línea) y 3ª (alineación, ángulo, estrellamiento y anclaje) en zonas B y C, el desequilibrio de tracciones "Dth" se obtiene: Apoyos de alineación con cadenas de suspensión. $Dth = 8/100 \cdot T_0h \cdot n$ (daN)

$Dth = \text{Abs} ((T_0h_1 \cdot n_1) - (T_0h_2 \cdot n_2))$ (daN) Apoyos de alineación con cadenas de amarre. $Dth = 15/100 \cdot$



$T0h \cdot n$ (daN)

$Dth = \text{Abs}((T0h1 \cdot n1) - (T0h2 \cdot n2))$ (daN) Apoyos de ángulo con cadenas de suspensión. $Dth = 8/100 \cdot T0h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo. Apoyos de ángulo con cadenas de amarre. $Dth = 15/100 \cdot T0h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo. Apoyos de anclaje en alineación. $Dth = 50/100 \cdot T0h \cdot n$ (daN)

$Dth = \text{Abs}((T0h1 \cdot n1) - (T0h2 \cdot n2))$ (daN) Apoyos de anclaje en ángulo y estrellamiento. $Dth = 50/100 \cdot T0h \cdot n$ (daN)

Este esfuerzo se combinará con la resultante de ángulo. Apoyos fin de línea $Dth = 100/100 \cdot T0h \cdot n$ (daN) Siendo:

$n, n1, n2$ = número total de conductores.

$T0h, T0h1, T0h2$ = Componente horizontal de la tensión en las condiciones -15°C (Zona B) y -20°C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN). 1.5.4. Rotura de conductores (Apdo. 3.1.5)- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Rotv" en zona A, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene: Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo. 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable. $\text{Rotv} = T0h$ (daN) Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo. 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Rotv", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable. $\text{Rotv} = T0h$ (daN) Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento $\text{Rotv} = T0h$ (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

$\text{Rotv} = T0h \cdot ncf \cdot 0,5$ (dúplex, triplex, cuádruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN) Fin de línea $\text{Rotv} = T0h \cdot ncf$ (daN)

$\text{Rotv} = 2 \cdot T0h \cdot ncf$ (montaje tresbolillo y bandera) (daN) Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

$T0h$ = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -5°C (zona A), -10°C (zona B) y -15°C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).- El esfuerzo debido a la rotura de conductores "Roth" en zonas B y C, aplicado en el punto donde produzca la sollicitación más desfavorable produciendo un esfuerzo de torsión, se obtiene: Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo. 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable. $\text{Roth} = T0h$

(daN)Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre- Se prescinde siempre que se cumplan las condiciones especificadas en el apdo. 3.5.3.

- Si no se cumplen esas condiciones, se considerará el esfuerzo unilateral correspondiente a la rotura de un solo conductor "Roth", aplicado en el punto que produzca la sollicitación más desfavorable. Roth = T0h (daN)Apoyos de anclaje en alineación, anclaje en ángulo y estrellamiento Roth = T0h (simplex, un sólo conductor por fase) (daN)

Roth = T0h · ncf · 0,5 (dúplex, tríplex, cuádruplex; dos, tres o cuatro conductores por fase) (daN)Fin de línea Roth = T0h · ncf (daN)

Roth = 2 · T0h · ncf (montaje tresbolillo y bandera) (daN)Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T0h = Componente horizontal de la tensión en las condiciones de -15 °C (Zona B) y -20 °C (Zona C) con sobrecarga de hielo (daN).1.5.5. Resultante de ángulo (Apdo. 3.1.6) El esfuerzo resultante de ángulo "Rav"

de las tracciones de los conductores en la hipótesis 1ª para las zonas A, B y C se obtiene del siguiente modo:

$$Rav = \sqrt{(Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - a]} \text{ (daN)}$$

El esfuerzo resultante de ángulo "Rav" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavL" y otro en dirección transversal a la línea "RavT". Siendo:

n1, n2 = Número de conductores.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

a = Angulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.). El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 2ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo: Rah = $\sqrt{(Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - a]}$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rah" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahL" y otro en dirección transversal a la línea "RahT". Siendo:

n1, n2 = Número de conductores.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

a = Angulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.). El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para la zona A se obtiene del siguiente modo: Ravd = $\sqrt{(Th1 \cdot n1)^2 + (Th1 \cdot n1 - Dtv)^2 - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th1 \cdot n1 - Dtv) \cdot \cos [180 - a]}$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavdL" y otro en dirección transversal a la línea "RavdT". Siendo:

n1 = Número de conductores.

Th1 = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).



Dtv = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de viento.

a = Angulo que forman Th1 y (Th1 - Dtv) (gr. sexa.). El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" de las tracciones de los conductores en la hipótesis 3ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo: $Rahd = \sqrt{(Th1 \cdot n1)^2 + (Th1 \cdot n1 - Dth)^2} - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th1 \cdot n1 - Dth) \cdot \cos [180 - a]$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahd" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahdL" y otro en dirección transversal a la línea "RahdT". Siendo:

n1 = Número de conductores.

Th1 = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

Dth = Desequilibrio de tracciones en la hipótesis de hielo.

a = Ángulo que forman Th1 y (Th1 - Dth) (gr. sexa.). El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para la zona A se obtiene del siguiente modo: $Ravr = \sqrt{(Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2} - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - a]$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Ravr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RavrL" y otro en dirección transversal a la línea "RavrT". Siendo:

n1, n2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -5 °C (zona A), -10 °C (zona B) y -15 °C (zona C) con sobrecarga de viento (daN).

a = Angulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.). El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" de la rotura de conductores en la hipótesis 4ª para las zonas B y C se obtiene del siguiente modo: $Rahr = \sqrt{(Th1 \cdot n1)^2 + (Th2 \cdot n2)^2} - 2 \cdot (Th1 \cdot n1) \cdot (Th2 \cdot n2) \cdot \cos [180 - a]$ (daN)

El esfuerzo resultante de ángulo "Rahr" se descompondrá en dos esfuerzos, uno en dirección longitudinal a la línea "RahrL" y otro en dirección transversal a la línea "RahrT". Siendo:

n1, n2 = Número de conductores quitando los conductores que se han roto.

Th1, Th2 = Tensiones horizontales en las condiciones de -15 °C (zona B) y -20 °C (zona C) con sobrecarga de hielo (daN).

a = Angulo que forman Th1 y Th2 (gr. sexa.).*Nota: En los apoyos de estrellamiento las operaciones anteriores se han realizado tomando las tensiones dos a dos para conseguir la resultante total. Esfuerzos descentrados En los apoyos fin de línea, cuando tienen el montaje al tresbolillo o bandera, aparecen por la disposición de la cruceta esfuerzos descentrados en condiciones normales, cuyo valor será: $Esdt = T0h \cdot ncf$ (daN) (tresbolillo)

$Esdb = 3 \cdot T0h \cdot ncf$ (daN) (bandera)Siendo:

ncf = número de conductores por fase.

T0h = Componente horizontal de la tensión en las condiciones más desfavorables de tensión máxima. Apoyo adoptado El apoyo adoptado deberá soportar la combinación de esfuerzos considerados en cada

hipótesis:

V = Cargas verticales.

T = Esfuerzos transversales.

L = Esfuerzos longitudinales.

Lt = Esfuerzos de torsión. CIMENTACIONES (Apdo. 3.6). Las cimentaciones se podrán realizar mediante zapatas monobloque o zapatas aisladas. En ambos casos se producirán dos momentos, uno debido al esfuerzo en punta y otro debido al viento sobre el apoyo.

Estarán situados los dos momentos, horizontalmente en el centro del apoyo y verticalmente a ras de tierra. Momento debido al esfuerzo en punta El momento debido al esfuerzo en punta "Mep" se obtiene: $M_{ep} = E_p \cdot H_{rc}$ Siendo:

E_p = Esfuerzo en punta (daN).

H_{rc} = Altura de la resultante de los conductores (m). Momento debido al viento sobre el apoyo El momento debido al esfuerzo del viento sobre el apoyo "Mev" se obtiene: $M_{ev} = E_{va} \cdot H_v$ Siendo:

E_{va} = Esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN). Según apdo. 3.1.2.3 se obtiene:

$$E_{va} = 170 \cdot (v/120)^2 \cdot h \cdot S \text{ (apoyos de celosía).}$$

$$E_{va} = 100 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies planas).}$$

$$E_{va} = 70 \cdot (v/120)^2 \cdot S \text{ (apoyos con superficies cilíndricas).}$$

v = Velocidad del viento (Km/h).

S = Superficie definida por la silueta del apoyo (m²).

h = Coeficiente de opacidad. Relación entre la superficie real de la cara y el área definida por su silueta.

H_v = Altura del punto de aplicación del esfuerzo del viento (m). Se obtiene:

$$H_v = H/3 \cdot (d_1 + 2 \cdot d_2) / (d_1 + d_2) \text{ (m)}$$

H = Altura total del apoyo (m).

d1 = anchura del apoyo en el empotramiento (m).

d2 = anchura del apoyo en la cogolla (m). Zapatas Monobloque.

Las zapatas monobloque están compuestas por macizos de hormigón de un solo bloque.

Momento de fallo al vuelco

Para que un apoyo permanezca en su posición de equilibrio, el momento creado por las fuerzas exteriores a él ha de ser absorbido por la cimentación, debiendo cumplirse por tanto: $M_f \geq 1,65 \cdot (M_{ep} + M_{ev})$

Siendo:

M_f = Momento de fallo al vuelco. Momento absorbido por la cimentación (daN · m).

M_{ep} = Momento producido por el esfuerzo en punta (daN · m).

M_{ev} = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo (daN · m). Momento absorbido por la



cimentación El momento absorbido por la cimentación "Mf" se calcula por la fórmula de Sulzberger: $M_f = [139 \cdot C_2 \cdot a \cdot h^4] + [a^3 \cdot (h + 0,20) \cdot 2420 \cdot (0,5 - 2/3 \cdot \ddot{O}(1,1 \cdot h/a \cdot 1/10 \cdot C_2))]$ Siendo:

C_2 = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m (daN/cm³).

a = Anchura del cimiento (m).

h = Profundidad del cimiento (m).

Zapatas Aisladas.

Las zapatas aisladas están compuestas por un macizo de hormigón para cada pata del apoyo.
Fuerza de rozamiento de las tierras

Cuando la zapata intenta levantar un volumen de tierra, este opone una resistencia cuyo valor será:

$F_{rt} = d_t \cdot \ddot{a} \cdot (g \cdot L) \cdot \text{tg}[f/2]$ Siendo:

d_t = Densidad de las tierras de que se trata (1600 daN/ m³).

g = Longitudes parciales del macizo, en m.

L = Perímetro de la superficie de contacto, en m.

f = Angulo de las tierras (generalmente = 45°).

Peso de la tierra levantada

El peso de la tierra levantada será:

$P_t = V_t \cdot d_t$, en dan. Siendo:

$V_t = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \ddot{O}(S_s \cdot S_i))$; volumen de tierra levantada, que corresponde a un tronco de pirámide, en m³.

d_t = Densidad de la tierra, en daN/ m³.

h = Altura del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m².

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide de la tierra levantada, en m². Al volumen de tierra " V_t ", habrá que quitarle el volumen del macizo de hormigón que hay enterrado.

Peso del macizo de hormigón

El peso del macizo de hormigón de la zapata será:

$P_h = V_h \cdot d_h$, en daN.

Siendo:

d_h = Densidad del macizo de hormigón, en daN/ m³.

$V_h = \ddot{a} V_{hi}$; los volúmenes " V_{hi} " pueden ser cubos, pirámides o troncos de pirámide, en m³.

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot (S_s + S_i + \ddot{O}(S_s \cdot S_i))$; volumen del tronco de pirámide, en m³.

$V_i = 1/3 \cdot h \cdot S$; volumen de la pirámide, en m³.

$V_i = h \cdot S$; volumen del cubo, en m³.



h = Altura del cubo, pirámide o tronco de pirámide, en m.

S_s = Superficie superior del tronco de pirámide, en m^2 .

S_i = Superficie inferior del tronco de pirámide, en m^2 .

S = Superficie de la base del cubo o pirámide, en m^2 .

Esfuerzo vertical debido al esfuerzo en punta

El esfuerzo vertical que tiene que soportar la zapata debido al esfuerzo en punta "Fep" se obtiene:

$$Fep = 0,5 \cdot (Mep + Mev \cdot f) / Base , \text{ en daN.}$$

Siendo:

Mep = Momento producido por el esfuerzo en punta, en $daN \cdot m$.

Mev = Momento producido por el esfuerzo del viento sobre el apoyo, en $daN \cdot m$.

f = Factor que vale 1 si el coeficiente de seguridad del apoyo es normal y 1,25 si el coeficiente de seguridad es reforzado.

Base = Base del apoyo, en m. Esfuerzo vertical debido a los pesos

Sobre la zapata actuarán esfuerzos verticales debidos a los pesos, el valor será:

$$FV = TV / 4 + Pa / 4 + Pt + Ph , \text{ en daN.}$$

Siendo:

TV = Esfuerzos verticales del cálculo de los apoyos, en daN.

Pa = Peso del apoyo, en daN.

Pt = Peso de la tierra levantada, en daN.

Ph = Peso del hormigón de la zapata, en dan. Esfuerzo total sobre la zapata

El esfuerzo total que actúa sobre la zapata será:

$$FT = Fep + FV , \text{ en daN.}$$

Siendo:

Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

FV = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en dan. Comprobación de las zapatas Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a levantar el macizo de hormigón, habrá que comprobar el coeficiente de seguridad "Cs", cuyo valor será:

$$Cs = (FV + Frt) / Fep > 1,5 .$$

Si el esfuerzo total que actúa sobre la zapata tiende a hundir el macizo de hormigón, habrá que comprobar que el terreno tiene la debida resistencia "Rt", cuyo valor será: $Rt = FT / S$, en daN/cm^2 .

Siendo:

FV = Esfuerzo debido a los esfuerzos verticales, en daN.

Frt = Esfuerzo de rozamiento de las tierras, en daN.



Fep = Esfuerzo debido al esfuerzo en punta, en daN.

FT = Esfuerzo total sobre la zapata, en daN.

S = Superficie de la base del macizo, en cm².

CADENA DE AISLADORES.

Cálculo eléctrico

El grado de aislamiento respecto a la tensión de la línea se obtiene colocando un número de aisladores suficiente "NAis", cuyo número se obtiene:

$$NAis = Nia \cdot Ume / Llf$$

Siendo:

NAis = número de aisladores de la cadena.

Nia = Nivel de aislamiento recomendado según las zonas por donde atraviesa la línea (cm/kV).

Ume = Tensión más elevada de la línea (kV).

Llf = Longitud de la línea de fuga del aislador elegido (cm). Cálculo mecánico Mecánicamente, el coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores "Csm" ha de ser mayor de 3.

El aislador debe soportar las cargas normales que actúan sobre él.

$$Csmv = Qa / (Pv + Pca) > 3$$

Siendo:

Csmv = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas normales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Pv = El esfuerzo vertical transmitido por los conductores al aislador (daN).

Pca = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN). El aislador debe soportar las cargas anormales que actúan sobre él.

$$Csmh = Qa / (Toh \cdot ncf) > 3$$

Siendo:

Csmh = coeficiente de seguridad a la rotura de los aisladores con cargas anormales.

Qa = Carga de rotura del aislador (daN).

Toh = Tensión horizontal máxima en las condiciones más desfavorables (daN).

ncf = número de conductores por fase. Longitud de la cadena

La longitud de la cadena Lca será:

$$Lca = NAis \cdot LAis \text{ (m)}$$

Siendo:

Lca = Longitud de la cadena (m).

NAis = número de aisladores de la cadena.



LAis = Longitud de un aislador (m).

Peso de la cadena El peso de la cadena Pca será: $Pca = NAis \cdot PAis$ (daN) Siendo:

Pca = Peso de la cadena (daN).

NAis = número de aisladores de la cadena.

PAis = Peso de un aislador (daN). Esfuerzo del viento sobre la cadena

El esfuerzo del viento sobre la cadena Eca será:

$$Eca = k \cdot (DAis / 1000) \cdot Lca \text{ (daN)}$$

Siendo:

Eca = Esfuerzo del viento sobre la cadena (daN).

$$k = 70 \cdot (v/120)^2 \text{ . Según apdo. 3.1.2.2.}$$

v = Velocidad del viento (Km/h).

DAis = Diámetro máximo de un aislador (mm).

Lca = Longitud de la cadena (m).

DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

Distancia de los conductores al terreno

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de.

$$D = Dadd + Del = 5,3 + Del \text{ (m), mínimo 6 m.}$$

Siendo:

Dadd = Distancia de aislamiento adicional (m).

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

Distancia de los conductores entre sí

La distancia de los conductores entre sí "D" debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot \ddot{O}(F + L) + k' \cdot Dpp \text{ (m).}$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre L=0.

F = Flecha máxima (m).

$$k' = 0,75.$$



D_{pp} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m). Distancia de los conductores al apoyo

La distancia mínima de los conductores al apoyo " d_s " será de:

$d_s = D_{el}$ (m), mínimo de 0,2 m.

Siendo:

D_{el} = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido, según tabla 15 del apdo. 5.2 (m).

ANGULO DE DESVIACION DE LA CADENA DE SUSPENSION.

Debido al esfuerzo del viento sobre los conductores, las cadenas de suspensión en apoyos de alineación y de ángulo sufren una desviación respecto a la vertical. El ángulo máximo de desviación de la cadena " g " no podrá ser superior al ángulo " m " máximo permitido para que se mantenga la distancia del conductor al apoyo. $tg\ g = (P_v + E_{ca}/2) / (P \cdot X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de alineación.

$tg\ g = (P_v \cdot \cos[(180-a)/2] + R_{av} + E_{ca}/2) / (P \cdot X^{\circ}C + V/2 + P_{ca}/2) = E_{tv} / P_t$, en apoyos de ángulo. Siendo:

$tg\ g$ = Tangente del ángulo que forma la cadena de suspensión con la vertical, al desviarse por la acción del viento.

P_v = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre el conductor (120 km/h) (daN).

E_{ca} = Esfuerzo de la mitad de la presión de viento sobre la cadena de aisladores y herrajes (120 km/h) (daN).

$P \cdot X^{\circ}C + V/2$ = Peso total del conductor que gravita sobre el apoyo en las condiciones de una T^a X (-5 °C en zona A, -10 °C en zona B, -15 °C en zona C) con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

P_{ca} = Peso de la cadena de aisladores y herrajes (daN).

a = Ángulo que forman los conductores de la línea (gr. sexa.).

R_{av} = Resultante de ángulo en las condiciones de -5 °C en zona A, -10 °C en zona B y -15 °C en zona C con sobrecarga mitad de la presión de viento (120 km/h) (daN).

Si el valor del ángulo de desviación de la cadena " g " es mayor del ángulo máximo permitido " m ", se deberá colocar un contrapeso de valor:

$$G = E_{tv} / tg\ m - P_t$$

DESVIACION HORIZONTAL DE LAS CATENARIAS POR LA ACCION DEL VIENTO.

$$dH = z \cdot \text{sena}$$

Siendo:

dH = Desviación horizontal de las catenarias por la acción del viento (m).

z = Distancia entre el punto de la catenaria y la recta de unión de los puntos de sujeción (m).



a = Angulo que forma la resultante del viento con el peso propio del conductor.

2 DATOS GENERALES DE LA INSTALACIÓN.

Tensión de la línea:	20 kV.
Tensión más elevada de la línea:	24 kV.
Velocidad del viento:	120 km/h.
Zonas:	A
CONDUCTOR.	
Denominación:	LA-56.
Sección:	54.6 mm ² .
Diámetro:	9.45 mm.
Carga de Rotura:	1640 daN.
Módulo de elasticidad:	7900 daN/mm ² .
Coefficiente de dilatación lineal:	19.1 · 10 ⁻⁶ .
Peso propio:	0.185 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de viento:	0.596 daN/m.
Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento:	0.339 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B):	0.738 daN/m.
Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C):	1.292 daN/m.

3 TENSION MÁXIMA EN LA LINEA Y COMPONENTE HORIZONTAL.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

4 VANO DE REGULACIÓN.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.

5 TENSIONES HORIZONTALES Y FLECHAS EN DETERMINADAS CONDICIONES.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS.



Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

6 LIMITE DINAMICO EDS.

Ver en la tabla de TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO.

7 APOYOS.

Ver en la tabla de CALCULO DE APOYOS.

8 CIMENTACIONES.

Ver en la tabla de CALCULO DE CIMENTACIONES.

9 CADENAS DE AISLADORES.

Ver en la tabla de CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.



10 DISTANCIAS DE SEGURIDAD.

10.1 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL TERRENO

La altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical, queden situados por encima de cualquier punto del terreno o superficies de agua no navegables a una altura mínima de. $dst = Dadd + Del = 5,3 + 0.22 = 5.52$ m.; mínimo 6m.

$dst = 6$ m.

Siendo:

$Dadd$ = Distancia de aislamiento adicional, para asegurar el valor Del con el terreno.

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

10.2 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES ENTRE SÍ

La distancia de los conductores entre sí D debe ser como mínimo:

$$D = k \cdot (F + L) + k' \cdot Dpp$$

Siendo:

k = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento, según tabla 16 del apdo. 5.4.1.

L = Longitud de la cadena de suspensión (m). Si la cadena es de amarre $L=0$.

F = Flecha máxima (m).

Dpp = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

apoyo 1

$$D = 0.65 \cdot (1.9 + 0) + 0.75 \cdot 0.25 = 1.08 \text{ m}$$

apoyo 2

$$D = 0.65 \cdot (1.94 + 0) + 0.75 \cdot 0.25 = 1.09 \text{ m}$$

apoyo 4

$$D = 0.65 \cdot (2.95 + 0) + 0.75 \cdot 0.25 = 1.3 \text{ m}$$

apoyo 5

$$D = 0.65 \cdot (1.45 + 0) + 0.75 \cdot 0.25 = 0.97 \text{ m}$$

apoyo 7

$$D = 0.65 \cdot (0.09 + 0) + 0.75 \cdot 0.25 = 0.38 \text{ m}$$

apoyo 7

$$D = 0.65 \cdot (2.95 + 0) + 0.75 \cdot 0.25 = 1.3 \text{ m}$$



10.3 DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES AL APOYO

La distancia mínima de los conductores al apoyo dsa será de:

$d_{sa} = Del = 0,22 \text{ m.};$ mínimo 0,2 m.

$d_{sa} = 0,22 \text{ m.}$

Siendo:

Del = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

10.4 TABLAS RESUMEN

TENSIONES Y FLECHAS EN HIPOTESIS REGLAMENTARIAS:

Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Tensión Máxima							
				-5°C+V Toh(daN)	-10°C+V Toh(daN)	-15°C+V Toh(daN)	-15°C+H Toh(daN)	-20°C+H Toh(daN)	-15°C+H+V Toh(daN)	-20°C+H+V Toh(daN)	
5-4	80.23	3.44	80.23	417.3							
4-7	127.09	-0.15	127.09	455.9							
7-7	7.72	-1.75	7.72	330.8							
7-2	97.56	1.75	97.56	434							
2-1	96.22	-3.9	96.22	432.8							

Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Flecha Máxima						Hipótesis Flecha Mínima		
				15°C+V		50°C		0°C+H		-5°C	-15°C	-20°C
				Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	Th(daN)	F(m)	F(m)	F(m)	F(m)
5-4	80.23	3.44	80.23	350.6	1.37	102.7	1.45			0.6		
4-7	127.09	-0.15	127.09	409.6	2.94	126.5	2.95			1.85		
7-7	7.72	-1.75	7.72	174.9	0.03	16	0.09			0		
7-2	97.56	1.75	97.56	376.1	1.89	113.3	1.94			0.98		
2-1	96.22	-3.9	96.22	374.3	1.85	112.6	1.9			0.94		

Vano	Longit. (m)	Desni. (m)	Vano Regula. (m)	Hipótesis de Cálculo Apoyos					Desviación Cadenas Aisladores			Desviación horizontal viento (m)	
				-5°C+V Th(daN)	-10°C+V Th(daN)	-15°C+V Th(daN)	-15°C+H Th(daN)	-20°C+H Th(daN)	-5°C+V/2 Th(daN)	-10°C+V/2 Th(daN)	-15°C+V/2 Th(daN)		
5-4	80.23	3.44	80.23	417.3						314.9			
4-7	127.09	-0.15	127.09	455.9						308.5			
7-7	7.72	-1.75	7.72	330.8						328.4			
7-2	97.56	1.75	97.56	434						312.1			
2-1	96.22	-3.9	96.22	432.8						312.3			

TENSIONES Y FLECHAS DE TENDIDO:

Vano	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	-20°C		-15°C		-10°C		-5°C		0°C		5°C		10°C		15°C	
				T(daN)	F(m)														
5-4	80.23	3.44	80.23							246.6	0.6	221.2	0.67	199	0.75	180	0.83	163.9	0.91
4-7	127.09	-0.15	127.09							202.2	1.85	190.8	1.96	180.7	2.07	171.8	2.17	163.9	2.28
7-7	7.72	-1.75	7.72							327.6	0	286.5	0	245.5	0.01	204.6	0.01	163.9	0.01
7-2	97.56	1.75	97.56							225.8	0.98	206.8	1.06	190.3	1.16	176.1	1.25	163.9	1.34



2-1	96.22	-3.9	96.22							227.2	0.94	207.7	1.03	190.8	1.12	176.3	1.22	163.9	1.31
-----	-------	------	-------	--	--	--	--	--	--	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------

Vano	Long. (m)	Desni. (m)	V.Reg. (m)	20°C		25°C		30°C		35°C		40°C		45°C		50°C		EDS
				T(daN)	F(m)													
5-4	80.23	3.44	80.23	150.4	0.99	139	1.07	129.3	1.15	121.1	1.23	114.1	1.31	108	1.38	102.7	1.45	9.99
4-7	127.09	-0.15	127.09	156.8	2.38	150.5	2.48	144.7	2.58	139.5	2.68	134.8	2.77	130.5	2.86	126.5	2.95	9.99
7-7	7.72	-1.75	7.72	123.7	0.01	85.2	0.02	52.3	0.03	32.4	0.04	23.4	0.06	18.8	0.08	16	0.09	9.99
7-2	97.56	1.75	97.56	153.5	1.43	144.4	1.53	136.5	1.61	129.6	1.7	123.5	1.78	118.1	1.86	113.3	1.94	9.99
2-1	96.22	-3.9	96.22	153.2	1.4	144	1.49	136	1.58	129	1.66	122.9	1.74	117.4	1.83	112.6	1.9	9.99

CALCULO DE APOYOS:

Apoyo	Tipo	Ang. Rel.	Hipótesis 1ª (Viento) (-5:A/-10:B/-15:C)°C+V				Hipótesis 2ª (Hielo) (-15:B/-20:C)°C+H						
			gr.sex.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)		
5	Fin Línea			9.5	87.4	1251.9							
4	Ang. Am.	76.9; apo.5		82.4	805	112.8							
7	Estrellam.	2.8; apo.7		171.7	1382.3								
7	Fin LíneaC			-52.6	18.9	992.4							
2	Ang. Am.	69.2; apo.7		85.1	1117.1	3.4							
1	Fin Línea			14.2	101.1	1298.4							

Apoyo	Tipo	Ang. Rel.	Hipótesis 3ª (Desequilibrio de tracciones) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Hipótesis 4ª (Rotura de conductores) (-5:A)°C+V (-15:B/-20:C)°C+H				Dist.Cond. (m)	Dist.Lt (m)
			gr.sex.	V (daN)	T (daN)	L (daN)	Lt (daN)	V (daN)	T (daN)	L (daN)		
5	Fin Línea						7.6			417.3	0.97	1.25
4	Ang. Am.	76.9; apo.5		82.4	574.5	199.8					1.3	1.5
7	Estrellam.	2.8; apo.7		171.7	1155.9		165.1	1175.1	433.6	455.9	1.3	1.5
7	Fin LíneaC						-30			330.8	0.38	1.5
2	Ang. Am.	69.2; apo.7		85.1	856.5	182.5					1.09	1.25
1	Fin Línea						10.8			432.8	1.08	1.25

APOYOS ADOPTADOS:

Apoyo	Tipo	Constitución	Coefic. Segur.	Angulo gr.sex.	Altura Total (m)	Esf. Nominal (daN)	Esf. Secund. (daN)	Esf.punta c.Tors. (daN)	Esf.Ver. s.Tors. (daN)	Esf.Ver. c.Tors. (daN)	Esfuer. Torsión (daN)	Dist. Torsión (m)	Peso (daN)
4	Ang. Am.	Celosia recto	N	153.8	18	2000			2200	600	1400	1.5	835
7	Estrellam.	Celosia recto	N		16	3000		2000	2500	1000	1500	1.5	1050
7	Fin LíneaC	Celosia recto	N		14	2000		1150	2200	900	1350	1.5	688
2	Ang. Am.	Celosia recto	N	138.3	16	2000			2200	600	1400	1.5	710
1	Fin Línea	Celosia recto	N		12	2000			2200	600	1400	1.5	515



10.5 CRUCETAS ADOPTADAS.

Apoyo	Tipo	Constitución	Montaje	D.Cond. Cruceta (m)	a Brazo Superior (m)	b Brazo Medio (m)	c Brazo Inferior (m)	d D.Vert. Brazos (m)	e Altura Tirante (m)	Peso (daN)
5	Fin Línea	Celosia recto	Montaje O	1.25	1.25					100
4	Ang. Am.	Celosia recto	Montaje O	1.5	1.5					100
7	Estrellam.	Celosia recto	Montaje O	1.5	1.5					100
7	Fin LíneaC	Celosia recto	Montaje O	1.5	1.5					100
2	Ang. Am.	Celosia recto	Montaje O	1.25	1.25					100
1	Fin Línea	Celosia recto	Montaje O	1.25	1.25					100

10.6 CALCULO DE CIMENTACIONES.

Apoyo	Tipo	Esf.Util Punta (daN)	Alt.Res. conduc. (m)	Mom.Producido por el conduc. (daN.m)	Esf.Vie. Apoyos (daN)	Alt.Vie. Apoyos (m)	Mom.Producido Viento Apoyos (daN.m)	Momento Total Fuerzas externas (daN.m)
5	Fin Línea	2000	12	24000	334.7	5.54	1852.8	25852.8
4	Ang. Am.	2000	15.9	31800	463.7	7.14	3312.2	35112.2
7	Estrellam.	3000	13.8	41400	500.5	6.11	3056.5	44456.5
7	Fin LíneaC	2000	12.05	24100	359.7	5.46	1963.2	26063.2
2	Ang. Am.	2000	13.95	27900	391.1	6.35	2482.1	30382.1
1	Fin Línea	2000	10.05	20100	284.4	4.7	1338.1	21438.1

Apoyo	Tipo	Ancho Cimen. A(m)	Alto Cimen. H(m)	MONOBLOQUE		ZAPATAS AISLADAS											
				Coefic. Comp.	Mom.Absorbido por la cimentac. (daN.m)	Volum. Horm. (m ³)	Peso Horm. (daN)	Volum. Tierra (m ³)	Dens. Tierra (Kg/m ³)	Peso Tierra (daN)	Esf. Roz. Tierra (daN)	Esf. Montan. (daN)	Esf. Vert. (daN)	Coef. Seg.	Res.Cálc. Tierra (daN/cm ²)		
5	Fin Línea	1.11	2.25	10	42789.9												
4	Ang. Am.	1.25	2.35	10	58134												
7	Estrellam.	1.34	2.45	10	73559.6												
7	Fin LíneaC	1.2	2.2	10	43012.5												
2	Ang. Am.	1.19	2.3	10	50544												
1	Fin Línea	1.02	2.2	10	35581.5												

10.7 CALCULO DE CADENAS DE AISLADORES.

Apoyo	Tipo	Denom.	Qa (daN)	Diam. Aisl. (mm)	Lif (mm)	Long. Aisl. (m)	Peso Aisl. (daN)
5	Fin Línea	CS70AB-125/550	7000	200	550	0.46	1.28
4	Ang. Am.	CS70AB-125/550	7000	200	550	0.46	1.28
7	Estrellam.	U40B	4000	175	190	0.11	1.67
7	Fin LíneaC	U40B	4000	175	190	0.11	1.67
2	Ang. Am.	CS70AB-125/550	7000	200	550	0.46	1.28
1	Fin Línea	CS70AB-125/550	7000	200	550	0.46	1.28



Apoyo	Tipo	N.Cad.	Denom.	N.Ais.	Nia (cm/KV)	Lca (m)	L.Alarg. (m)	Pca (daN)	Eca (daN)	Pv+Pca (daN)	Csmv	Toh ncf (daN)	Csmh
5	Fin Línea	3 C.Am.	CS70AB-125/550	1	1.7	0.63		1.28	6.37	3.16	2212.92	417.3	16.77
4	Ang. Am.	6 C.Am.	CS70AB-125/550	1	1.7	0.63		1.28	6.37	13.22	529.64	455.9	15.35
7	Estrellam.	9 C.Am.	U40B	3	1.7	0.51		5.01	4.04	29	137.91	455.9	8.77
7	Fin LíneaC	3 C.Am.	U40B	3	1.7	0.51		5.01	4.04	27.54	145.24	330.8	12.09
2	Ang. Am.	6 C.Am.	CS70AB-125/550	1	1.7	0.63		1.28	6.37	15.64	447.47	434	16.13
1	Fin Línea	3 C.Am.	CS70AB-125/550	1	1.7	0.63		1.28	6.37	4.75	1475.08	432.8	16.17

10.8 CALCULO DE ESFUERZOS VERTICALES SIN SOBRECARGA.

Apoyo	Tipo	Esf.Vert. -20°C (daN)	Esf.Vert. -15°C (daN)	Esf.Vert. -5°C (daN)
5	Fin Línea			-5.56
4	Ang. Am.			97.66
7	Estrellam.			319.59
7	Fin LíneaC			-205.58
2	Ang. Am.			101.29
1	Fin Línea			2.93

APÉNDICE 2: CÁLCULOS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



ÍNDICE:

1	INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN	3
2	INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN	3
3	CORTOCIRCUITOS	4
3.1	OBSERVACIONES	4
3.2	CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	4
3.3	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN	4
3.4	CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN	4
4	DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	5
4.1	CARACTERÍSTICAS	5
4.2	COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.	5
4.3	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.	5
4.4	COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.	5
5	SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	7
5.1	PROTECCIÓN TRAFIO	7
5.2	PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN.	7
6	DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	8
7	DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.	8
8	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.	9
8.1	INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.	9
8.2	DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE A LA ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	9
8.3	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.	9
8.4	CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	10
8.5	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	11
8.6	CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.	11
8.7	CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.	12
8.8	INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.	13
8.9	CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL.	13



1 INTENSIDAD EN ALTA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U_p = Tensión compuesta primaria en kV.
- I_p = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_p (kV)	I_p (A)
trafo 1	400	11	21

2 INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario I_s viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (1,732 \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

- S = Potencia del transformador en kVA.
- U_s = Tensión compuesta secundaria en V.
- I_s = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	U_s (V)	I_s (A)
trafo 1	400	400	577,37

3 CORTOCIRCUITOS

3.1 OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 100 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía. suministradora.

3.2 CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

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

$$I_{ccp} = S_{cc} / (1,732 \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

- 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 Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (1,732 \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

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

3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Scc (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
10	11	5,25

3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.

Transformador	Potencia (kVA)	Us (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
trafo 1	400	400	4	14,43

4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

4.1 CARACTERÍSTICAS

Las características del embarrado son:

- Intensidad asignada: 630 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.

4.2 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 envolvente metálica fabricadas por ABB-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 630 A.

4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

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

$\sigma \text{ más } \geq (I_{ccp2} \cdot L2) / (60 \cdot d \cdot W)$, 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 ABB-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

4.4 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.

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

$I_{th} = \alpha \cdot S \cdot \sqrt{(AT / t)}$, siendo:

- I_{th} = Intensidad eficaz, en A.



- $\alpha = 13$ para el Cu.
- S = Sección del embarrado, en mm².
- AT = 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 ABB-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

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



5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

5.1 PROTECCIÓN TRAF0

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:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
400	63

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

5.2 PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm² Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 400 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 2 conductores por fase y 1 para el neutro.



6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \cdot k \cdot \sqrt{(h \cdot AT^3)}), \text{ siendo:}$$

- W_{cu} = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.
- W_{fe} = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.
- k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.
- h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, 1.4 m.
- AT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.
- S_r = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m².

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Ormazabal éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

7 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS.

No es necesario dimensionar pozo apagafuegos por tratarse de transformadores con aislamiento seco, además El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.



8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA.

8.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de $150 \Omega\text{m}$.

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).

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

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

- Intensidad máxima de defecto a tierra, $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.
- Duración de la falta.
- Desconexión inicial: Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

8.3 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

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.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm² de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω .

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, U = 20000 V.
- Puesta a tierra del neutro: Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, U_{bt} = 6000 V.
- Características del terreno:
 - ρ terreno (Ωm): 150.
 - ρ H hormigón (Ωm): 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, UE), se utilizarán las siguientes fórmulas:

· Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t:

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

· Intensidad de defecto, I_d:

$$I_d = I_{d\text{máx}} (A)$$

· Aumento del potencial de tierra, UE:

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

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-30/5/82.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 5x2,5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, K_r ($\Omega/\Omega\text{m}$) = 0.085.
- De la tensión de paso, K_p ($V/((\Omega\text{m})A)$) = 0.0192.



· De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega \times m)A)) = 0.0386$.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0.085 \cdot 150 = 12.75 \Omega$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 12.3 \cdot 300 = 3825 \text{ V.}$$

TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- 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, $K_r (\Omega/\text{xm}) = 0.135$.

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot \rho = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \Omega.$$

8.5 CÁLCULO DE LAS 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:

$$U'_p = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0.0191 \cdot 150 \cdot 300 = 895,5 \text{ V.}$$

8.6 CÁLCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de 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.

$$U_p(\text{acc}) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0.0386 \cdot 150 \cdot 300 = 1737 \text{ V.}$$

8.7 CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_p = 10 \cdot k / t_n \cdot (1 + 6 \cdot \rho / 1000) \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot k / t_n \cdot (1 + (3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_H) / 1000) \text{ V.}$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

- U_p = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
- $U_p(\text{acc})$ = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
- k, n = Constantes según MIERAT 13, dependen de t .
- t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
- t' = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
- t'' = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.
- ρ = Resistividad del terreno, en Ωm .
- ρ_H = Resistividad del hormigón, 3000 Ωm .

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot k / t_n \cdot (1 + 6 \cdot \rho / 1000) = 10 \cdot 102.86 \cdot (1 + 6 \cdot 150 / 1000) = 1954.29 \text{ V.}$$

$$U_p(\text{acc}) = 10 \cdot k / t_n \cdot (1 + (3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho_H) / 1000) = 10 \cdot 102.86 \cdot (1 + (3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000) / 1000) = 10748.57 \text{ V.}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 895.5 \text{ V.}$	\leq	$U_p = 1954.29 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p(\text{acc}) = 1737 \text{ V.}$	\leq	$U_p(\text{acc}) = 10748.57 \text{ V.}$



Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	UE = 3825 V.	<=	Ubt = 6000 V.
Intensidad de defecto	Id = 300 A.	>	

8.8 INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para 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 (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn-p \geq (\rho \cdot Id) / (2000 \cdot \pi) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot \pi) = 7.16 \text{ m. Siendo:}$$

- ρ = Resistividad del terreno en $\Omega \cdot \text{m}$.
- Id = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm², aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

8.9 CORRECCIÓN DEL DISEÑO INICIAL.

No se considera necesario la corrección del sistema proyectado según se pone de manifiesto en las tablas del punto 8.7.

APÉNDICE 3: CÁLCULOS BAJA TENSIÓN



ÍNDICE:

1	RESUMEN DE FÓRMULAS	3
1.1	FÓRMULAS GENERALES	3
1.2	FÓRMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	3
1.3	FÓRMULAS SOBRECARGAS	4
1.4	FÓRMULAS COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA	4
2	DEMANDA DE POTENCIAS	5
3	CÁLCULOS	6
3.1	CÁLCULO DE LA DERIVACION INDIVIDUAL	6
3.2	CÁLCULO DE LA LÍNEA: BATERÍA CONDENSADORES	6
3.3	CS SALA DE CONTROL	7
3.4	CALCULO DE EMBARRADO CS SALA DE CONTROL	14
3.5	CS E PRETRATAMIENTO	14
3.6	CS CCM	30
4	RESUMEN DE CÁLCULOS	87
5	CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA	94
6	CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES	94
7	CÁLCULO DEL PARRARAYOS	95
7.1	OBJETO	95
7.2	NORMATIVA APLICABLE	95
7.3	CÁLCULO DEL RIESGO DE IMPACTO DE RAYO Y SELECCIÓN DEL NIVEL DE PROTECCIÓN	96
7.3.1	DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN	96
7.3.2	SELECCIÓN DEL NIVEL DE PROTECCIÓN (TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO)	97
7.4	DISEÑO DE LA INSTALACIÓN EXTERIOR CONTRA EL RAYO	98
7.4.1	PROTECCIÓN CON PDGS.	98
7.5	DISEÑO DEL SISTEMA INTERNO (PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES)	99
7.6	CROQUIS DE COBERTURA	99



1 RESUMEN DE FÓRMULAS

1.1 FÓRMULAS GENERALES

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = Pc / 1,732 \times U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico:

$$I = Pc / U \times \text{Cos}\varphi \times R = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times Pc / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times Pc \times Xu \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times U \times n \times R \times \text{Cos}\varphi) = \text{voltios (V)}$$

En donde:

- Pc = Potencia de Cálculo en Watios.
- L = Longitud de Cálculo en metros.
- e = Caída de tensión en Voltios.
- K = Conductividad.
- I = Intensidad en Amperios.
- U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).
- S = Sección del conductor en mm².
- Cos φ = Coseno de φ. Factor de potencia.
- R = Rendimiento. (Para líneas motor).
- n = N° de conductores por fase.
- Xu = Reactancia por unidad de longitud en mΩ/m.

1.2 FÓRMULA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\text{max}}-T_0) (I/I_{\text{max}})^2]$$

Siendo,

- K = Conductividad del conductor a la temperatura T.
- ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T.
- ρ₂₀ = Resistividad del conductor a 20°C.
 - Cu = 0.018
 - Al = 0.029
- α = Coeficiente de temperatura:
 - Cu = 0.00392

- $AI = 0.00403$
- T = Temperatura del conductor ($^{\circ}\text{C}$).
- T_0 = Temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$):
 - Cables enterrados = 25°C
 - Cables al aire = 40°C
- T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor ($^{\circ}\text{C}$):
 - XLPE, EPR = 90°C
 - PVC = 70°C
- I = Intensidad prevista por el conductor (A).
- I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

1.3 FÓRMULAS SOBRECARGAS

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

- I_b : intensidad utilizada en el circuito.
- I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.
- I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:
 - a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
 - a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

1.4 FÓRMULAS COMPENSACIÓN ENERGÍA REACTIVA

$$\cos\varnothing = P / \sqrt{(P^2 + Q^2)}.$$

$$\text{tg}\varnothing = Q/P.$$

$$Q_c = P \times (\text{tg}\varnothing_1 - \text{tg}\varnothing_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times \lambda; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times \lambda; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

- P = Potencia activa instalación (kW).
- Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).
- Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).
- \varnothing_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.



- ϕ = Angulo de desfase que se quiere conseguir.
- U = Tensión compuesta (V).
- $w = 2 \times \text{Pixf}$; f = 50 Hz.
- C = Capacidad condensadores (F); $\times 1000000$ (μF).

2 DEMANDA DE POTENCIAS

La potencia total instalada es de:

CS o RECEPTOR	POTENCIA
CS Sala de Control	9.998 W
CS E Pretratamiento	31.555 W
CS CCM	177.020 W
Focos 1	1.600 W
Focos 2	800 W
Focos 3	800 W
Motor Puerta Acceso	736 W
SAI PLC	2.400 W
TOTAL....	224.909 W

De estas potencias tenemos que:

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 13.203
- Potencia Instalada Fuerza (W): 211.706
- Potencia Máxima Admisible (W): 349.171'22

3 CÁLCULOS

3.1 CÁLCULO DE LA DERIVACION INDIVIDUAL

- Tensión de servicio: 400 V.
 - Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
 - Longitud: 80 m; $\cos \varphi$: 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Potencia a instalar: 224909 W.
 - Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $22000 \times 1.25 + 214131.41 = 241631.41$ W. (Coef. de Simult.: 1)
 $I = 241631.41 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 435.97$ A.
- Se eligen conductores Unipolares 2(4x240+TTx120)mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K
I.ad. a 25°C (Fc=1) 672 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 2(200) mm.
Caída de tensión:
Temperatura cable (°C): 61.04
 $e(\text{parcial}) = 80 \times 241631.41 / (47.86 \times 400 \times 2 \times 240) = 2.1$ V. = 0.53 %
 $e(\text{total}) = 0.53\%$ ADMIS (4.5% MAX.)
Prot. Térmica:
I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 630 A.

3.2 CÁLCULO DE LA LÍNEA: BATERÍA CONDENSADORES

- Tensión de servicio: 400 V.
 - Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor
 - Longitud: 10 m; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
 - Potencia reactiva: 199998.73 VAR.
- $I = C_{Re} \times Q_c / (1.732 \times U) = 1.5 \times 199998.73 / (1.732 \times 400) = 433.02$ A.
- Se eligen conductores Unipolares 2(3x150+TTx95)mm²Cu
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 686 A. según ITC-BT-19
Dimensiones bandeja: 150x60 mm. Sección útil: 6905 mm².



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.92

$e(\text{parcial})=10 \times 199998.73 / 48.04 \times 400 \times 2 \times 150 = 0.35 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=0.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 630 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

3.3 CS SALA DE CONTROL

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 30 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;

- Potencia a instalar: 9998 W.

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

$12340.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I=12340.4 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 22.27 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 75 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.41

$e(\text{parcial})=30 \times 12340.4 / 50.7 \times 400 \times 16 = 1.14 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=0.81\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

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.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.



SUBCUADRO

CS Sala de Control

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

A/A Multisplit	1350 W
A1 (Aseo-Hall-Vest)	312 W
A2 (Resto Int)	816 W
A3 (Exterior)	1200 W
TC1 (Laboratorio)	2200 W
TC2 (Resto)	2200 W
SAI EDIFICIO CONTRO	1920 W
TOTAL....	9998 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2328

- Potencia Instalada Fuerza (W): 7670

Cálculo de la Línea: A/A Multisplit

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia a instalar: 1350 W.

- Potencia de cálculo: 1350 W.

$$I=1350/230 \times 0.8=7.34 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.66

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1350 / 50.84 \times 230 \times 2.5=1.39 \text{ V.}=0.6 \%$$

$$e(\text{total})=1.41\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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



Cálculo de la Línea: Alumbrado

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2328 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
4190.4 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=4190.4/230 \times 0.8=22.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x16mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.92

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4190.4 / 50.98 \times 230 \times 16 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.82\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A1 (Aseo-Hall-Vest)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 312 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$312 \times 1.8 = 561.6 \text{ W.}$$

$$I=561.6/230 \times 1=2.44 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.79

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 561.6 / 51.37 \times 230 \times 1.5 = 1.58 \text{ V.} = 0.69 \%$$

$e(\text{total})=1.51\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A2 (Resto Int)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 816 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$816 \times 1.8 = 1468.8 \text{ W.}$$

$$I = 1468.8 / 230 \times 1 = 6.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.44

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 1468.8 / 50.52 \times 230 \times 1.5 = 5.06 \text{ V.} = 2.2 \%$$

$e(\text{total})=3.02\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A3 (Exterior)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; $\cos \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1200 \times 1.8 = 2160 \text{ W.}$$

$$I = 2160 / 230 \times 1 = 9.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.76

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2160 / 49.4 \times 230 \times 1.5 = 7.6 \text{ V} = 3.31 \%$

$e(\text{total})=4.12\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Otros Usos 1

- Tensión de servicio: 230 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: 4400 W.

- Potencia de cálculo:

4400 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=4400/230 \times 0.8=23.91 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 31 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.85

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4400 / 48.38 \times 230 \times 4 = 0.06 \text{ V} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=0.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TC1 (Laboratorio)

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;

- Potencia a instalar: 2200 W.

- Potencia de cálculo: 2200 W.

$I=2200/230 \times 0.8=11.96 \text{ A.}$



Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.73

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2200 / 49.76 \times 230 \times 2.5 = 4.61 \text{ V} = 2.01 \%$

$e(\text{total})=2.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC2 (Resto)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: 2200 W.

$I=2200/230 \times 0.8=11.96 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.73

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2200 / 49.76 \times 230 \times 2.5 = 4.61 \text{ V} = 2.01 \%$

$e(\text{total})=2.84\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: SAI EDIFICIO CONTRO

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia aparente: 2.4 kVA.
- Índice carga c: 0.833.

$I= C_s \times S_s \times 1000 / U = 1.25 \times 2.4 \times 1000 / 230 = 13.04 \text{ A.}$



Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.57

$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 2400 / 49.44 \times 230 \times 2.5 = 1.69 \text{ V} = 0.73 \%$

$e(\text{total})=1.55\% \text{ ADMIS } (4.5\% \text{ MAX.})$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

SAI EDIFICIO CONTROL

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

TC Estabilizadas	1600 W
------------------	--------

TOTAL....	1600 W
-----------	--------

- Potencia Instalada Fuerza (W): 1600

Cálculo de la Línea: TC Estabilizadas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: 1600 W.

$I=1600/230 \times 0.8=8.7 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.14

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 1600 / 50.57 \times 230 \times 2.5 = 2.2 \text{ V} = 0.96 \%$



$e(\text{total})=2.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

3.4 CALCULO DE EMBARRADO CS SALA DE CONTROL

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.32^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1147.392 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 22.27 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.32 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

3.5 CS E PRETRATAMIENTO

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 31555 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
35179 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=35179/1,732 \times 400 \times 0.8=63.47 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 119 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.22

$e(\text{parcial}) = 10 \times 35 \times 179 / 48.98 \times 400 \times 35 = 0.51 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total}) = 0.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 100 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 100 A.

SUBCUADRO

CS E Pretratamiento

DEMANDA DE POTENCIAS

-	Potencia total instalada:	
	A1 (Sala Canales 1)	525 W
	A2 (S. Elect.+Alma)	780 W
	A3 (S. Deshidratac)	700 W
	R1	500 W
	A4 (Sala Canales 2)	700 W
	A5 (Exterior)	1350 W
	R2	500 W
	TC1 (Aseos)	1000 W
	TC2 (Varios)	1500 W
	TC3 (Taller 1)	2000 W
	TC4 (Taller 2)	3000 W
	TC5 (Nave 1)	2000 W
	TC6 (Nave 2)	3000 W
	TC7 (Nave 3)	2000 W
	TC8 (Nave 4)	3000 W
	TC9 (Ext 1)	3000 W



TC9 (Ext 2)	3000 W
TC9 (Ext 2)	3000 W
TOTAL....	31555 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 5055
- Potencia Instalada Fuerza (W): 26500

Cálculo de la Línea: Alumbrado Red 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 2505 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 - 4089 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=4089/230 \times 0.8=22.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.26

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4089 / 49.84 \times 230 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.67\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A1 (Sala Canales 1)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 525 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
525 W.

$$I=525/230 \times 1=2.28 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.69

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 525 / 51.39 \times 230 \times 1.5 = 1.78 \text{ V.} = 0.77 \%$

$e(\text{total})=1.44\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A2 (S. Elect.+Alma)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 780 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $780 \times 1,8 = 1404 \text{ W.}$

$I = 1404 / 230 \times 1 = 6.1 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.97

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1404 / 50.6 \times 230 \times 1.5 = 4.83 \text{ V.} = 2.1 \%$

$e(\text{total})=2.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A3 (S. Deshidratac)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $700 \times 1.8 = 1260 \text{ W.}$

$I = 1260 / 230 \times 1 = 5.48 \text{ A.}$



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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1260 / 50.78 \times 230 \times 1.5 = 4.32 \text{ V} = 1.88 \%$

$e(\text{total})=2.55\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: R1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $500 \times 1.8 = 900 \text{ W}.$

$I=900/230 \times 1=3.91 \text{ A}.$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 3.06 \text{ V} = 1.33 \%$

$e(\text{total})=2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado Red 2

- Tensión de servicio: 230 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: 2550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
4590 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=4590/230 \times 0.8=24.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.67

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4590 / 49.42 \times 230 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.02 \%$$

$$e(\text{total})=0.67\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A4 (Sala Canales 2)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$700 \times 1.8=1260 \text{ W.}$$

$$I=1260/230 \times 1=5.48 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1260 / 50.78 \times 230 \times 1.5=4.32 \text{ V.}=1.88 \%$$

$$e(\text{total})=2.55\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A5 (Exterior)

- Tensión de servicio: 230 V.



- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1350 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$1350 \times 1.8 = 2430 \text{ W.}$$

$$I = 2430 / 230 \times 1 = 10.57 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.59

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 2430 / 50.13 \times 230 \times 2.5 = 5.06 \text{ V.} = 2.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 16 A.

Cálculo de la Línea: R2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$500 \times 1.8 = 900 \text{ W.}$$

$$I = 900 / 230 \times 1 = 3.91 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.04



$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 900 / 51.14 \times 230 \times 1.5 = 3.06 \text{ V.} = 1.33 \%$$

$$e(\text{total})=2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Otros Usos Int 1

- Tensión de servicio: 230 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: 2500 W.
- Potencia de cálculo:

$$2500 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=2500/230 \times 0.8=13.59 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 43.46

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2500 / 50.88 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TC1 (Aseos)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.



Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5 = 2.04 \text{ V} = 0.89 \%$

$e(\text{total})=1.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC2 (Varios)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: 1500 W.

$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.52

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1500 / 50.68 \times 230 \times 2.5 = 3.09 \text{ V} = 1.34 \%$

$e(\text{total})=2.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Otros Usos Int 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\text{Cos } \varphi: 0.8$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo:

5000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.88

$e(\text{parcial})=0.3 \times 5000 / 51.17 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TC3 (Taller 1)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.8=3.61 \text{ A.}$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.14

$e(\text{parcial})=30 \times 2000 / 51.3 \times 400 \times 2.5 = 1.17 \text{ V.} = 0.29 \%$

$e(\text{total})=0.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC4 (Taller 2)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 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 Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.57

$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 51.04 \times 400 \times 2.5 = 1.76 \text{ V.} = 0.44 \%$

$e(\text{total})=1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Otros Usos Int 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 5000 W.
- Potencia de cálculo:

5000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.88

$e(\text{parcial})=0.3 \times 5000 / 51.17 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=0.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TC5 (Nave 1)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.



- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.8=3.61 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.14

$$e(\text{parcial})=30 \times 2000 / 51.3 \times 400 \times 2.5=1.17 \text{ V.}=0.29 \%$$

$$e(\text{total})=0.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC6 (Nave 2)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/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 Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.57

$$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 51.04 \times 400 \times 2.5=1.76 \text{ V.}=0.44 \%$$

$$e(\text{total})=1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Otros Usos Int 3

- Tensión de servicio: 400 V.

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

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



- Potencia a instalar: 5000 W.

- Potencia de cálculo:

5000 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=5000/1,732 \times 400 \times 0.8=9.02$ A.

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm²Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.88

$e(\text{parcial})=0.3 \times 5000 / 51.17 \times 400 \times 6=0.01$ V.=0 %

$e(\text{total})=0.66\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TC7 (Nave 3)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; Xu(mΩ/m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I=2000/1,732 \times 400 \times 0.8=3.61$ A.

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.14

$e(\text{parcial})=30 \times 2000 / 51.3 \times 400 \times 2.5=1.17$ V.=0.29 %

$e(\text{total})=0.95\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC8 (Nave 4)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra



- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 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 Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.57

$$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 51.04 \times 400 \times 2.5=1.76 \text{ V.}=0.44 \%$$

$$e(\text{total})=1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Otros Usos Ext 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 9000 W.
- Potencia de cálculo:

$$9000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=9000/1,732 \times 400 \times 0.8=16.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 50 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.16

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 9000 / 50.93 \times 400 \times 10=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: TC9 (Ext 1)



- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 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 Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.57

$$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 51.04 \times 400 \times 2.5=1.76 \text{ V.}=0.44 \%$$

$$e(\text{total})=1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC9 (Ext 2)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 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 Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.57

$$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 51.04 \times 400 \times 2.5=1.76 \text{ V.}=0.44 \%$$

$$e(\text{total})=1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:



I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: TC9 (Ext 2)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 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 Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.57

$$e(\text{parcial})=30 \times 3000 / 51.04 \times 400 \times 2.5=1.76 \text{ V.}=0.44 \%$$

$$e(\text{total})=1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

CALCULO DE EMBARRADO CS E Pretratamiento

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 100
- Ancho (mm): 20
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴): 0.333, 0.333, 0.083, 0.0208
- I. admisible del embarrado (A): 290



a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 9.31^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.083 \cdot 1) = 1088.37 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 63.47 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 290 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 9.31 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 100 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 23.19 \text{ kA}$$

3.6 CS CCM

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: F-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 177020 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):

$$22000 \times 1.25 + 157116 = 184616 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 184616 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 333.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x185+TTx95mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (F_c=1) 415 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 100x60 mm. Sección útil: 4175 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.21

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 184616 / (46.12 \times 400 \times 185) = 0.54 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.66\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. de Corte en Carga Int. 400 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 1000 mA. Clase AC.



SUBCUADRO

CS CCM

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

CB01A	1500 W
CB01B	1680 W
BP18A	1500 W
BP18B	1500 W
BF19A	1400 W
BF19B	1400 W
CM20	750 W
BT21A	4800 W
BT21B	4800 W
AT22	5600 W
FT23	3850 W
BD24A	250 W
BD24B	250 W
UV25	3200 W
DC26	29500 W
BF27A	1500 W
BF27B	1500 W
BD28A	250 W
BD28B	250 W
GP29	990 W
BT30	4000 W
EV31	24 W
CT32	1472 W
VD34	11000 W
A/A Sala electrica	3800 W
BA02A	6400 W
BA02B	6400 W
BA02C	6400 W
RA03	360 W



TT04	550 W
RT05	550 W
TT06	550 W
EV07	24 W
PD08	180 W
BA08	550 W
SD09A	2200 W
SD09B	2200 W
CIS09A	120 W
CIS09B	120 W
CA10	370 W
CG11	180 W
OR14A	22000 W
OR14B	22000 W
AC15A	3200 W
AC15B	3200 W
DS16	180 W
BR17A	1900 W
BR17B	1900 W
GP33	4000 W
AT37	2100 W
CS E Pretratamiento	1192 W
CS Alumbrado Ext.	1428 W
TOTAL....	177020 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 2620

- Potencia Instalada Fuerza (W): 174400

Cálculo de la Línea: Grupo Electrogeno

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: E-Unip.o Mult.Bandeja Perfor

- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia activa: 80 kW.

- Potencia aparente generador: 110 kVA.

$$I = C_g \times S_g \times 1000 / (1.732 \times U) = 1.25 \times 110 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 198.47 \text{ A.}$$



Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol,RF - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida, resistente al fuego -. Desig. UNE: RZ1-K(AS+)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 259 A. según ITC-BT-19

Dimensiones bandeja: 75x60 mm. Sección útil: 2770 mm².

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.36

$e(\text{parcial})=15 \times 88000 / 46.55 \times 400 \times 95 = 0.75 \text{ V.} = 0.19 \%$

$e(\text{total})=0.19\% \text{ ADMIS (1.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 250 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 1000 mA. Clase AC.

Contactor:

Contactor Tetrapolar In: 250 A.

Contactor Tetrapolar In: 250 A.

Cálculo de la Línea: CB01A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$$

$$I = 1875 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.18

$e(\text{parcial})=15.5 \times 1875 / 51.3 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.57 \text{ V.} = 0.14 \%$

$e(\text{total})=0.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:



Inter. Aut. Tripolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CB01B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1680 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1680 \times 1.25 = 2100 \text{ W.}$$

$$I = 2100 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.48

$$e(\text{parcial}) = 15.5 \times 2100 / (51.24 \times 400 \times 2.5) = 0.64 \text{ V.} = 0.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.82\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: BP18A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 67.7 m; Cos φ : 0.75; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.75
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$$

$$I = 1875 / (1.732 \times 400 \times 0.75) = 4.8 \text{ A.}$$



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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.52

$e(\text{parcial})=67.7 \times 1875 / 51.23 \times 400 \times 2.5 \times 0.75 = 3.29 \text{ V} = 0.82 \%$

$e(\text{total})=1.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 16 A.

Cálculo de la Línea: BP18B

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 67.7 m; Cos φ : 0.75; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 0.75

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$$

$$I = 1875 / 1,732 \times 400 \times 0.75 \times 0.75 = 4.8 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.52

$e(\text{parcial})=67.7 \times 1875 / 51.23 \times 400 \times 2.5 \times 0.75 = 3.29 \text{ V} = 0.82 \%$

$e(\text{total})=1.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:



Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 16 A.

Cálculo de la Línea: BF19A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 66.9 m; Cos φ : 0.76; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.65
- Potencia a instalar: 1400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1400 \times 1.25 = 1750 \text{ W.}$$

$$I = 1750 / (1.732 \times 400 \times 0.76 \times 0.65) = 5.11 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.73

$$e(\text{parcial}) = 66.9 \times 1750 / (51.19 \times 400 \times 2.5 \times 0.65) = 3.52 \text{ V.} = 0.88 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 6.3 A. Relé térmico, Reg: 4÷6.3 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: BF19B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 66.9 m; Cos φ : 0.76; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.65
- Potencia a instalar: 1400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1400 \times 1.25 = 1750 \text{ W.}$$

$$I = 1750 / (1.732 \times 400 \times 0.76 \times 0.65) = 5.11 \text{ A.}$$



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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.73

$e(\text{parcial})=66.9 \times 1750 / 51.19 \times 400 \times 2.5 \times 0.65 = 3.52 \text{ V.} = 0.88 \%$

$e(\text{total})=1.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 6.3 A. Relé térmico, Reg: 4÷6.3 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CM20

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 74.6 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$$

$$I = 937.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.69 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$e(\text{parcial})=74.6 \times 937.5 / 51.48 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.36 \text{ V.} = 0.34 \%$

$e(\text{total})=1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 2.5 A. Relé térmico, Reg: 1.6÷2.5 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.



Contactador Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: 21-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia activa: 5.5 kW.
- Potencia aparente red: 15 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 15 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 21.65 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.67

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 15000 / 45.75 \times 400 \times 2.5 = 2.62 \text{ V.} = 0.66 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 25 A.

Cálculo de la Línea: BT21A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 41.55 m; Cos φ : 0.75; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.84
- Potencia a instalar: 4800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$4800 \times 1.25 = 6000 \text{ W.}$$

$$I = 6000 / 1.732 \times 400 \times 0.75 \times 0.84 = 13.81 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.61

$e(\text{parcial})=41.55 \times 6000 / 49.26 \times 400 \times 2.5 \times 0.84 = 6.05 \text{ V.} = 1.51 \%$

$e(\text{total})=2.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: 21-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia activa: 5.5 kW.
- Potencia aparente red: 15 kVA.

$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 15 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 21.65 \text{ A.}$

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 74.67

$e(\text{parcial})=8 \times 15000 / 45.75 \times 400 \times 2.5 = 2.62 \text{ V.} = 0.66 \%$

$e(\text{total})=1.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 25 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 25 A.

Cálculo de la Línea: BT21B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 41.55 m; $\text{Cos } \varphi: 0.75$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$; $R: 0.84$
- Potencia a instalar: 4800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):



$$4800 \times 1.25 = 6000 \text{ W.}$$

$$I = 6000 / (1.732 \times 400 \times 0.75 \times 0.84) = 13.81 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.61

$$e(\text{parcial}) = 41.55 \times 6000 / (49.26 \times 400 \times 2.5 \times 0.84) = 6.05 \text{ V.} = 1.51 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: AT22

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 46.95 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 5600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$5600 \times 1.25 = 7000 \text{ W.}$$

$$I = 7000 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1) = 12.63 \text{ | } 7.29 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.52

$$e(\text{parcial}) = 46.95 \times 7000 / (50.87 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 6.46 \text{ V.} = 1.62 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 10 A.

Relé térmico, Reg: 6÷10 A.



Cálculo de la Línea: FT23

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 42.05 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3850 W.
- Potencia de cálculo: 3850 W.

$$I=3850/1,732 \times 400 \times 0.8=6.95 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.19

$$e(\text{parcial})=42.05 \times 3850 / 50.93 \times 400 \times 2.5=3.18 \text{ V.}=0.79 \%$$

$$e(\text{total})=1.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

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: BD24A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 92.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$250 \times 1.25=312.5 \text{ W.}$$

$$I=312.5/230 \times 0.8 \times 1=1.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 40.14

$e(\text{parcial})=2 \times 92.5 \times 312.5 / 51.49 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.95 \text{ V.} = 0.85 \%$

$e(\text{total})=1.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: BD24B

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 92.5 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $250 \times 1.25 = 312.5 \text{ W.}$

$I = 312.5 / 230 \times 0.8 \times 1 = 1.7 \text{ A.}$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.14

$e(\text{parcial})=2 \times 92.5 \times 312.5 / 51.49 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.95 \text{ V.} = 0.85 \%$

$e(\text{total})=1.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: UV25

- Tensión de servicio: 400 V.



- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 45.4 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: 3200 W.

$$I=3200/1,732 \times 400 \times 0.8=5.77 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.2

$$e(\text{parcial})=45.4 \times 3200 / 51.11 \times 400 \times 2.5=2.84 \text{ V.}=0.71 \%$$

$$e(\text{total})=1.37\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

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: DC26

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 25.71 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 29500 W.
- Potencia de cálculo: 29500 W.

$$I=29500/1,732 \times 400 \times 0.8=53.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x16+TTx16mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 75 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.18

$$e(\text{parcial})=25.71 \times 29500 / 47.2 \times 400 \times 16=2.51 \text{ V.}=0.63 \%$$

$$e(\text{total})=1.29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: 27-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia activa: 1.5 kW.
- Potencia aparente red: 4.2 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 4.2 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 6.06 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (F_c=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.72

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 4200 / 51.01 \times 400 \times 2.5 = 0.66 \text{ V.} = 0.16 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase A.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 10 A.

Cálculo de la Línea: BF27A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 21.8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$$

$$I = 1875 / 1.732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.38 \text{ A.}$$



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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.76

e(parcial)= $21.8 \times 1875 / 51.38 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.8 \text{ V} = 0.2 \%$

e(total)=1.02% ADMIS (6.5% MAX.)

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: 27-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ : 1; X_u (m Ω /m): 0;
- Potencia activa: 1.5 kW.
- Potencia aparente red: 4.2 kVA.

$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 4.2 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 6.06 \text{ A}.$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.72

e(parcial)= $8 \times 4200 / 51.01 \times 400 \times 2.5 = 0.66 \text{ V} = 0.16 \%$

e(total)=0.83% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase A.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 10 A.

Cálculo de la Línea: BF27B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 21.8 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0; R: 1



- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$$

$$I = 1875 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.38 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.76

$$e(\text{parcial}) = 21.8 \times 1875 / (51.38 \times 400 \times 2.5) = 0.8 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.02\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: BD28A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 22.6 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I = 250 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 0.45 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 22.6 \times 250 / (51.51 \times 400 \times 2.5) = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Elemento de Maniobra:



Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: BD28B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 22.6 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 250 W.
- Potencia de cálculo: 250 W.

$$I=250/1,732 \times 400 \times 0.8=0.45 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=22.6 \times 250 / 51.51 \times 400 \times 2.5=0.11 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: GP29

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 26.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 990 W.
- Potencia de cálculo: 990 W.

$$I=990/1,732 \times 400 \times 0.8=1.79 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.21

$e(\text{parcial})=26.3 \times 990 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.51 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total})=0.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: 30

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; $\cos \varphi$: 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia activa: 4 kW.
- Potencia aparente red: 9.5 kVA.

$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 9.5 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 13.71 \text{ A.}$

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

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.91

$e(\text{parcial})=8 \times 9500 / 49.04 \times 400 \times 2.5 = 1.55 \text{ V.} = 0.39 \%$

$e(\text{total})=1.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase A.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: BT30

- Tensión de servicio: 400 V.



- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 26.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.55
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $4000 \times 1.25 = 5000$ W.

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 0.55) = 16.4 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.79

$$e(\text{parcial}) = 26.3 \times 5000 / (48.39 \times 400 \times 2.5 \times 0.55) = 4.94 \text{ V.} = 1.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: EV31

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 25.71 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 24 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $24 \times 1.25 = 30$ W.

$$I = 30 / (230 \times 0.8 \times 1) = 0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 25.71 \times 30 / (51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1) = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:



I. Aut. Bipolar Int. 0.25 A. Relé térmico, Reg: 0.16÷0.25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CT32

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 38.9 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1472 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1472 \times 1.25 = 1840 \text{ W.}$$

$$I = 1840 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 3.32 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.73

$$e(\text{parcial}) = 38.9 \times 1840 / (51.38 \times 400 \times 2.5) = 1.39 \text{ V.} = 0.35 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.01\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 4 A. Relé térmico, Reg: 2.5÷4 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: VD34

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 25.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 11000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$11000 \times 1.25 = 13750 \text{ W.}$$



$$I=13750/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 24.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 80.69

$$e(\text{parcial})=25.3 \times 13750 / 44.88 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 7.75 \text{ V.} = 1.94 \%$$

$$e(\text{total})=2.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 25 A. Relé térmico, Reg: 20÷25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 25 A.

Cálculo de la Línea: A/A Sala eléctrica

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 26.3 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 3800 W.
- Potencia de cálculo: 3800 W.

$$I=3800/1,732 \times 400 \times 0.8 = 6.86 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.12

$$e(\text{parcial})=26.3 \times 3800 / 50.76 \times 400 \times 2.5 = 1.97 \text{ V.} = 0.49 \%$$

$$e(\text{total})=1.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

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: BA02A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.8 m; Cos φ : 0.82; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.86
- Potencia a instalar: 6400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $6400 \times 1.25 = 8000$ W.

$$I = 8000 / (1.732 \times 400 \times 0.82 \times 0.86) = 16.45 \text{ | } 9.5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 49.32

$$e(\text{parcial}) = 15.8 \times 8000 / (49.83 \times 400 \times 2.5 \times 0.86) = 2.96 \text{ V.} = 0.74 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.4\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 10 A.

Relé térmico, Reg: 6÷10 A.

Cálculo de la Línea: 2-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 8 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia activa: 7.5 kW.
- Potencia aparente red: 18 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 18 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 25.98 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x6+TTx6mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 37 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.65

$e(\text{parcial})=8 \times 18000 / 47.28 \times 400 \times 6 = 1.27 \text{ V.} = 0.32 \%$

$e(\text{total})=0.98\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tripolar In: 32 A.

Cálculo de la Línea: BA02B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.8 m; Cos φ : 0.82; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 0.86
- Potencia a instalar: 6400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $6400 \times 1.25 = 8000 \text{ W.}$

$I=8000 / 1,732 \times 400 \times 0.82 \times 0.86 = 16.45 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tripolares $3 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.96

$e(\text{parcial})=15.8 \times 8000 / 46.76 \times 400 \times 2.5 \times 0.86 = 3.16 \text{ V.} = 0.79 \%$

$e(\text{total})=1.77\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: 2-C

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;



- Potencia activa: 7.5 kW.

- Potencia aparente red: 18 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 18 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 25.98 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x4+TTx4mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 34 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.2

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 18000 / 46.57 \times 400 \times 4 = 1.93 \text{ V.} = 0.48 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.14\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tripolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tripolar In: 32 A.

Cálculo de la Línea: BA02C

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 15.8 m; Cos φ: 0.82; Xu(mΩ/m): 0; R: 0.86

- Potencia a instalar: 6400 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$6400 \times 1.25 = 8000 \text{ W.}$$

$$I = 8000 / 1.732 \times 400 \times 0.82 \times 0.86 = 16.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.96

$$e(\text{parcial}) = 15.8 \times 8000 / 46.76 \times 400 \times 2.5 \times 0.86 = 3.16 \text{ V.} = 0.79 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.93\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador



Cálculo de la Línea: RA03

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.2 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 360 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$360 \times 1.25 = 450 \text{ W.}$$

$$I = 450 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 0.81 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 15.2 \times 450 / 51.5 \times 400 \times 2.5 = 0.13 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1 A. Relé térmico, Reg: 0.63÷1 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: TT04

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.2 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$$

$$I = 687.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 1.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$e(\text{parcial})=15.2 \times 687.5 / 51.49 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.2 \text{ V.} = 0.05 \%$

$e(\text{total})=0.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1=1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: RT05

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$$

$$I = 687.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$e(\text{parcial})=19.3 \times 687.5 / 51.49 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.26 \text{ V.} = 0.06 \%$

$e(\text{total})=0.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1=1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 10 A.



Cálculo de la Línea: TT06

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$$

$$I = 687.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 1.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$$e(\text{parcial}) = 19.3 \times 687.5 / 51.49 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.26 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1.6 A. Relé térmico, Reg: 1÷1.6 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: EV07

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 24 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$24 \times 1.25 = 30 \text{ W.}$$

$$I = 30 / 230 \times 0.8 \times 1 = 0.16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$e(\text{parcial})=2 \times 19.3 \times 30 / 51.52 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=0.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut. Bipolar Int. 0.25 A. Relé térmico, Reg: 0.16÷0.25 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: PD08

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 29.94 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: 180 W.

$I=180/1,732 \times 400 \times 0.8=0.32 \text{ A.}$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$e(\text{parcial})=29.94 \times 180 / 51.51 \times 400 \times 2.5 = 0.1 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

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: BA08

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 0.2



- Potencia a instalar: 550 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$550 \times 1.25 = 687.5 \text{ W.}$$

$$I = 687.5 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 0.2) = 6.2 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.97

$$e(\text{parcial}) = 15.3 \times 687.5 / (50.78 \times 400 \times 2.5 \times 0.2) = 1.04 \text{ V.} = 0.26 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.92\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 6.3 A. Relé térmico, Reg: 4÷6.3 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Int.Horario In: 10 A.

Cálculo de la Línea: 9-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia activa: 2.2 kW.
- Potencia aparente red: 5.9 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 5.9 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 8.52 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.36

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 5900 / (50.53 \times 400 \times 2.5) = 0.93 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: SD09A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2200 \times 1.25 = 2750 \text{ W.}$$

$$I = 2750 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 4.96 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$$e(\text{parcial}) = 15.3 \times 2750 / (51.04 \times 400 \times 2.5) = 0.82 \text{ V.} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: 9-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia activa: 2.2 kW.
- Potencia aparente red: 5.9 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 5.9 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 8.52 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 45.36

$e(\text{parcial})=8 \times 5900 / 50.53 \times 400 \times 2.5 = 0.93 \text{ V.} = 0.23 \%$

$e(\text{total})=0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: SD09B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $2200 \times 1.25 = 2750 \text{ W.}$

$I = 2750 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 4.96 \text{ A.}$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.54

$e(\text{parcial})=15.3 \times 2750 / 51.04 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.82 \text{ V.} = 0.21 \%$

$e(\text{total})=1.1\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: CIS09A

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 26.65 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: 120 W.



$$I=120/230 \times 0.8=0.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 26.65 \times 120 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.22 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.76\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: CIS09B

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15.3 m; Cos φ : 0.8; Xu(m Ω /m): 0;
- Potencia a instalar: 120 W.
- Potencia de cálculo: 120 W.

$$I=120/230 \times 0.8=0.65 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 15.3 \times 120 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.12 \text{ V.}=0.05 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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



Cálculo de la Línea: CA10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25.8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$370 \times 1.25 = 462.5 \text{ W.}$$

$$I = 462.5 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.07

$$e(\text{parcial}) = 25.8 \times 462.5 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.23 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.72\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 1 A. Relé térmico, Reg: 0.63÷1 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CG11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 29.8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$180 \times 1.25 = 225 \text{ W.}$$

$$I = 225 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 0.41 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19



Diámetro exterior tubo: 75 mm. (Tubo compartido: TUBO1)

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$e(\text{parcial})=29.8 \times 225 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.13 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.4=0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: 14-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia activa: 22 kW.
- Potencia aparente red: 33.3 kVA.

$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 33.3 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 48.07 \text{ A.}$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.09

$e(\text{parcial})=5 \times 33300 / 46.14 \times 400 \times 10 = 0.9 \text{ V.} = 0.23 \%$

$e(\text{total})=0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 50 A.

Cálculo de la Línea: OR14A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.



- Longitud: 34.7 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.97

- Potencia a instalar: 22000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22000 \times 1.25 = 27500 \text{ W.}$$

$$I = 27500 / (1.732 \times 400 \times 0.8 \times 0.97) = 51.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 58 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.89

$$e(\text{parcial}) = 34.7 \times 27500 / (46.14 \times 400 \times 10 \times 0.97) = 5.45 \text{ V.} = 1.36 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.25\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: 14-B

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 5 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;

- Potencia activa: 22 kW.

- Potencia aparente red: 33.3 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 33.3 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 48.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 60 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 72.09

$$e(\text{parcial}) = 5 \times 33300 / (46.14 \times 400 \times 10) = 0.9 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.



Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 50 A.

Cálculo de la Línea: OR14B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 22.8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.97
- Potencia a instalar: 22000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$22000 \times 1.25 = 27500 \text{ W.}$$

$$I = 27500 / (1,732 \times 400 \times 0.8 \times 0.97) = 51.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tetrapolares 4x10+TTx10mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 58 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.89

$$e(\text{parcial}) = 22.8 \times 27500 / (45.14 \times 400 \times 10 \times 0.97) = 3.58 \text{ V.} = 0.9 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.78\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: AC15A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 38.3 m; Cos φ : 0.71; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 0.75
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3200 \times 1.25 = 4000 \text{ W.}$$

$$I = 4000 / (1,732 \times 400 \times 0.71 \times 0.75) = 10.77 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 47.67

$e(\text{parcial})=38.3 \times 4000 / 50.12 \times 400 \times 2.5 \times 0.75 = 4.05 \text{ V} = 1.01 \%$

$e(\text{total})=1.67\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 12 A.

Cálculo de la Línea: AC15B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 26.3 m; Cos φ : 0.71; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 0.75
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3200 \times 1.25 = 4000 \text{ W.}$$

$$I = 4000 / 1.732 \times 400 \times 0.71 \times 0.75 = 10.77 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.67

$e(\text{parcial})=26.3 \times 4000 / 50.12 \times 400 \times 2.5 \times 0.75 = 2.78 \text{ V} = 0.7 \%$

$e(\text{total})=1.36\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 12 A. Relé térmico, Reg: 8÷12 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 12 A.

Cálculo de la Línea: DS16

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 24.8 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1



- Potencia a instalar: 180 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$180 \times 1.25 = 225 \text{ W.}$$

$$I = 225 / 1,732 \times 400 = 0.8 \times 1 = 0.41 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares 3x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial}) = 24.8 \times 225 / 51.51 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.11 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 0.63 A. Relé térmico, Reg: 0.4=0.63 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: 17-A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia activa: 2.2 kW.
- Potencia aparente red: 5.9 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 5.9 \times 1000 / (1,732 \times 400) = 8.52 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.36

$$e(\text{parcial}) = 8 \times 5900 / 50.53 \times 400 \times 2.5 = 0.93 \text{ V.} = 0.23 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.



Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: BR17A

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 67.7 m; Cos φ : 0.76; $X_u(m\Omega/m)$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1900 \times 1.25 = 2375 \text{ W.}$$

$$I = 2375 / (1.732 \times 400 \times 0.76 \times 1) = 4.51 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.35

$$e(\text{parcial}) = 67.7 \times 2375 / (51.27 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 3.14 \text{ V.} = 0.78 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: 17-B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 8 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia activa: 2.2 kW.
- Potencia aparente red: 5.9 kVA.

$$I = S_v \times 1000 / (1.732 \times U) = 5.9 \times 1000 / (1.732 \times 400) = 8.52 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:



Temperatura cable (°C): 45.36

$e(\text{parcial})=8 \times 5900 / 50.53 \times 400 \times 2.5 = 0.93 \text{ V.} = 0.23 \%$

$e(\text{total})=0.89\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase B.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: BR17B

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 67.7 m; Cos φ : 0.76; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1900 \times 1.25 = 2375 \text{ W.}$

$I = 2375 / 1,732 \times 400 \times 0.76 \times 1 = 4.51 \text{ A.}$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.35

$e(\text{parcial})=67.7 \times 2375 / 51.27 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.14 \text{ V.} = 0.78 \%$

$e(\text{total})=1.68\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Protecciones a sobrecargas y c.c. integradas en variador

Cálculo de la Línea: GP33

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B2-Mult.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 45.4 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):



$$4000 \times 1.25 = 5000 \text{ W.}$$

$$I = 5000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 9.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Tripolares $3 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 22 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.41

$$e(\text{parcial}) = 45.4 \times 5000 / (49.99 \times 400 \times 2.5) = 4.54 \text{ V.} = 1.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: $6.3 \div 10 \text{ A.}$

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactador Tripolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: AT37

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 65 m; Cos φ : 0.71; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 0.8

- Potencia a instalar: 2100 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$2100 \times 1.25 = 2625 \text{ W.}$$

$$I = 2625 / (1.732 \times 400 \times 0.71 \times 0.8) = 6.67 \text{ A.}$$

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 27.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.94

$$e(\text{parcial}) = 65 \times 2625 / (50.97 \times 400 \times 2.5 \times 0.8) = 4.18 \text{ V.} = 1.05 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.71\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Inter. Aut. Tripolar Int. 10 A. Relé térmico, Reg: $6.3 \div 10 \text{ A.}$



Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Contactor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: CS E Pretratamiento

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1192 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2145.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2145.6/1,732 \times 400 \times 0.8=3.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.75

$$e(\text{parcial})=10 \times 2145.6 / 51.01 \times 400 \times 1.5=0.7 \text{ V.}=0.18 \%$$

$$e(\text{total})=0.84\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

SUBCUADRO

CS E Pretratamiento

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

A1 (S. Canales)	700 W
A2 (S Elec+Alm+SD)	492 W
TOTAL....	1192 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1192



Cálculo de la Línea: Alumbrado Grupo

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1192 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2145.6 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2145.6/230 \times 0.8=11.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.98

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2145.6 / 48.86 \times 230 \times 1.5 = 0.08 \text{ V.} = 0.03 \%$$

$$e(\text{total})=0.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A1 (S. Canales)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$700 \times 1.8 = 1260 \text{ W.}$$

$$I=1260/230 \times 1=5.48 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1260 / 50.78 \times 230 \times 1.5 = 4.32 \text{ V.} = 1.88 \%$$



$e(\text{total})=2.75\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A2 (S Elec+Alm+SD)

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; $\text{Cos } \varphi: 1$; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m}): 0$;
- Potencia a instalar: 492 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $492 \times 1.8 = 885.6 \text{ W.}$

$I=885.6/230 \times 1=3.85 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.98

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 885.6 / 51.15 \times 230 \times 1.5 = 3.01 \text{ V.} = 1.31 \%$

$e(\text{total})=2.18\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

CÁLCULO DE EMBARRADO CS E Pretratamiento

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, $d(\text{cm})$: 10
- Separación entre apoyos, $L(\text{cm})$: 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2



- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.06^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 146.997 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 3.87 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 1.06 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: CS Alumbrado Ext.

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; X_u (m Ω /m): 0;

- Potencia a instalar: 1428 W.

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

$$2570.4 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 2570.4 / 230 \times 0.8 = 13.97 \text{ A.}$$

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

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida - Desig. UNE: RZ1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.39

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 2570.4 / 47.32 \times 230 \times 1.5 = 3.15 \text{ V.} = 1.37 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.



SUBCUADRO

CS Alumbrado Ext.

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Balizas 1	500 W
Balizas 2	500 W
Balizas 3	428 W
TOTAL....	1428 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1428

Cálculo de la Línea: Alumbrado 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1428 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
2570.4 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=2570.4/230 \times 0.8=13.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2570.4 / 47.78 \times 230 \times 1.5 = 0.09 \text{ V.} = 0.04 \%$$

$$e(\text{total})=2.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: Balizas 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):



$$500 \times 1.8 = 900 \text{ W.}$$

$$I = 900 / 230 \times 1 = 3.91 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.28

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 900 / 51.28 \times 230 \times 1.5 = 3.05 \text{ V.} = 1.33 \%$$

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

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Balizas 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 30 m; Cos φ: 1; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):

$$500 \times 1.8 = 900 \text{ W.}$$

$$I = 900 / 230 \times 1 = 3.91 \text{ A.}$$

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

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.28

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 900 / 51.28 \times 230 \times 1.5 = 3.05 \text{ V.} = 1.33 \%$$

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

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:



Int.Horario In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Balizas 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 428 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $428 \times 1.8 = 770.4 \text{ W.}$

$$I = 770.4 / 230 \times 1 = 3.35 \text{ A.}$$

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

I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 24.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.93

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 770.4 / 51.34 \times 230 \times 1.5 = 2.61 \text{ V.} = 1.13 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Int.Horario In: 10 A.

CÁLCULO DE EMBARRADO CS Alumbrado Ext.

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm^2): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2



- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008

- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.06^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 146.997 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 13.97 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 1.06 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

CALCULO DE EMBARRADO CS CCM

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 150
- Ancho (mm): 30
- Espesor (mm): 5
- W_x, I_x, W_y, I_y (cm³,cm⁴) : 0.75, 1.125, 0.125, 0.031
- I. admisible del embarrado (A): 400

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 11.57^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.125 \cdot 1) = 1116.368 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2$$

Cu

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 333.1 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 400 \text{ A}$$

c) Comprobación por solicitud térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 11.57 \text{ kA}$$



$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 150 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 34.79 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 3200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
5760 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 5760 / 230 \times 0.8 = 31.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.37

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 5760 / 48.29 \times 230 \times 6 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.55\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: Focos 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia a instalar: 1600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1600x1.8=2880 W.

$$I = 2880 / 230 \times 1 = 12.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Bipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 32.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.42



$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 2880 / 50.16 \times 230 \times 2.5 = 5.99 \text{ V.} = 2.6 \%$$

$$e(\text{total})=3.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: Focos 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $800 \times 1.8 = 1440 \text{ W.}$

$$I = 1440 / 230 \times 1 = 6.26 \text{ A.}$$

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.27

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1440 / 50.91 \times 230 \times 1.5 = 4.92 \text{ V.} = 2.14 \%$$

$$e(\text{total})=2.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Focos 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.
- Longitud: 30 m; Cos φ : 1; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):



$$800 \times 1.8 = 1440 \text{ W.}$$

$$I = 1440 / 230 \times 1 = 6.26 \text{ A.}$$

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 24.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.27

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 1440 / 50.91 \times 230 \times 1.5 = 4.92 \text{ V.} = 2.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.69\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Bipolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: Motor Puerta Acceso

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: D-Unip.o Mult.Conduct.enterrad.

- Longitud: 120 m; Cos φ : 0.8; $X_u(\text{m}\Omega/\text{m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 736 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$736 \times 1.25 = 920 \text{ W.}$$

$$I = 920 / 230 \times 0.8 \times 1 = 5 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 4 + TT \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 25°C (Fc=1) 42 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.71

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 120 \times 920 / 51.38 \times 230 \times 4 \times 1 = 4.67 \text{ V.} = 2.03 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:



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

Cálculo de la Línea: SAI PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia aparente: 3 kVA.
- Índice carga c: 0.833.

$$I = Cs \times Ss \times 1000 / U = 1.25 \times 3 \times 1000 / 230 = 16.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.15

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 3000 / 50.39 \times 230 \times 6 = 0.86 \text{ V.} = 0.38 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.9\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Protección diferencial:

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

SISTEMA ALIMENTACION ININTERRUMPIDA

SAI PLC

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

PLC	2400 W
TOTAL....	2400 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 2400

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ : 0.8; $X_u(m\Omega/m)$: 0;
- Potencia aparente: 3 kVA.



$$I = Cm \times Ss \times 1000 / U = 1 \times 3 \times 1000 / 230 = 13.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.94

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 2400 / 50.79 \times 230 \times 6 = 1.03 \text{ V.} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.35\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

SUBCUADRO

PLC

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

PLC	2000 W
TOTAL....	2000 W

- Potencia Instalada Fuerza (W): 2000

Cálculo de la Línea: PLC

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.8; Xu(mΩ/m): 0;
- Potencia a instalar: 2000 W.
- Potencia de cálculo: 2000 W.

$$I = 2000 / 230 \times 0.8 = 10.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.04

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 2000 / 50.05 \times 230 \times 2.5 = 1.39 \text{ V.} = 0.6 \%$$

$$e(\text{total}) = 1.95\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$



CALCULO DE EMBARRADO PLC

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 24
- Ancho (mm): 12
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³,cm⁴): 0.048, 0.0288, 0.008, 0.0008
- I. admisible del embarrado (A): 110

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 1.91^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.008 \cdot 1) = 472.954 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 13.04 \text{ A}$$

$$I_{\text{adm}} = 110 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 1.91 \text{ kA}$$

$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{\text{cc}}}) = 164 \cdot 24 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 5.57 \text{ kA}$$

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 200



- Ancho (mm): 40
- Espesor (mm): 5
- W_x, l_x, W_y, l_y (cm³, cm⁴): 1.333, 2.666, 0.166, 0.042
- I. admisible del embarrado (A): 520

a) Cálculo electrodinámico

$$\sigma_{\max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 12.14^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.166 \cdot 1) = 924.182 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 435.97 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 520 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 12.14 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 200 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 46.39 \text{ kA}$$



4 RESUMEN DE CÁLCULOS

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
DERIVACION IND.	241631.41	80	2(4x240+TTx120)Cu	435.97	672	0.53	0.53	2(200)
Bateria Condensadores	266665	10	2(3x150+TTx95)Cu	433.02	686	0.09	0.61	150x60
CS Sala de Control	12340.4	30	4x16+TTx16Cu	22.27	75	0.29	0.81	63
CS E Pretratamiento	35179	10	4x35+TTx16Cu	63.47	119	0.13	0.65	50
CS CCM	184616	10	4x185+TTx95Cu	333.1	415	0.14	0.66	100x60
Alumbrado 2	5760	0.3	2x6Cu	31.3	40	0.02	0.55	
Focos 1	2880	30	2x2.5+TTx2.5Cu	12.52	32.5	2.6	3.15	32
Focos 2	1440	30	2x1.5+TTx1.5Cu	6.26	24.5	2.14	2.69	25
Focos 3	1440	30	2x1.5+TTx1.5Cu	6.26	24.5	2.14	2.69	25
Motor Puerta Acceso	920	120	2x4+TTx4Cu	5	42	2.03	2.56	40
SAI PLC	3000	10	2x6+TTx6Cu	16.3	36	0.38	0.9	25
PLC	2400	15	2x6+TTx6Cu	13.04	36	0.45	1.35	25

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
DERIVACION IND.	80	2(4x240+TTx120)Cu	15.16	22	6067.9	127.96			630;B
Bateria Condensadores	10	2(3x150+TTx95)Cu	13.47	15	5895.11	52.96			630;B
CS Sala de Control	30	4x16+TTx16Cu	13.47	15	1659.44	1.9			25;B,C,D
CS E Pretratamiento	10	4x35+TTx16Cu	13.47	15	4656.21	1.16			100;B,C,D
CS CCM	10	4x185+TTx95Cu	13.47	15	5787.15	20.9			400;B,C
Alumbrado 2	0.3	2x6Cu	13.47		5845.04	0.01			
Focos 1	30	2x2.5+TTx2.5Cu	12.97	15	303.21	1.39			16;B,C
Focos 2	30	2x1.5+TTx1.5Cu	12.97	15	184.22	1.36			10;B,C
Focos 3	30	2x1.5+TTx1.5Cu	12.97	15	184.22	1.36			10;B,C
Motor Puerta Acceso	120	2x4+TTx4Cu	13.47	15	123.75	21.36			16;B
SAI PLC	10	2x6+TTx6Cu	13.47	15	2047.2	0.11			20;B,C,D
PLC	15	2x6+TTx6Cu	4.54		952.93	0.52			

Subcuadro CS Sala de Control

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
A/A Multisplit	1350	15	2x2.5+TTx2.5Cu	7.34	21	0.6	1.41	20
Alumbrado	4190.4	0.3	2x16Cu	22.77	73	0.01	0.82	
A1 (Aseo-Hall-Vest)	561.6	25	2x1.5+TTx1.5Cu	2.44	15	0.69	1.51	16
A2 (Resto Int)	1468.8	30	2x1.5+TTx1.5Cu	6.39	15	2.2	3.02	16
A3 (Exterior)	2160	30	2x1.5+TTx1.5Cu	9.39	15	3.31	4.12	16



Otros Usos 1	4400	0.3	2x4Cu	23.91	31	0.03	0.84	
TC1 (Laboratorio)	2200	30	2x2.5+TTx2.5Cu	11.96	21	2.01	2.84	20
TC2 (Resto)	2200	30	2x2.5+TTx2.5Cu	11.96	21	2.01	2.84	20
SAI EDIFICIO CONTRO	2400	10	2x2.5+TTx2.5Cu	13.04	21	0.73	1.55	20
TC Estabilizadas	1600	20	2x2.5+TTx2.5Cu	8.7	21	0.96	2.5	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
A/A Multisplit	15	2x2.5+TTx2.5Cu	3.68	4.5	509.15	0.32			16;B,C,D
Alumbrado	0.3	2x16Cu	3.68		1648.03	1.25			
A1 (Aseo-Hall-Vest)	25	2x1.5+TTx1.5Cu	3.66	4.5	226.94	0.58			10;B,C,D
A2 (Resto Int)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.66	4.5	193.46	0.8			10;B,C
A3 (Exterior)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.66	4.5	193.46	0.8			10;B,C
Otros Usos 1	0.3	2x4Cu	3.68		1614.68	0.08			
TC1 (Laboratorio)	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.58	4.5	298.32	0.93			16;B,C
TC2 (Resto)	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.58	4.5	298.32	0.93			16;B,C
SAI EDIFICIO CONTRO	10	2x2.5+TTx2.5Cu	3.68	4.5	663.16	0.19			16;B,C,D
TC Estabilizadas	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.47	4.5	299.85	0.92			16;B,C

Subcuadro CS E Pretratamiento

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Alumbrado Red 1	4089	0.3	2x6Cu	22.22	40	0.02	0.67	
A1 (Sala Canales 1)	525	30	2x1.5+TTx1.5Cu	2.28	15	0.77	1.44	16
A2 (S. Elect.+Alma)	1404	30	2x1.5+TTx1.5Cu	6.1	15	2.1	2.77	16
A3 (S. Deshidratad)	1260	30	2x1.5+TTx1.5Cu	5.48	15	1.88	2.55	16
R1	900	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	1.33	2	16
Alumbrado Red 2	4590	0.3	2x6Cu	24.95	40	0.02	0.67	
A4 (Sala Canales 2)	1260	30	2x1.5+TTx1.5Cu	5.48	15	1.88	2.55	16
A5 (Exterior)	2430	30	2x2.5+TTx2.5Cu	10.57	21	2.2	2.87	20
R2	900	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	15	1.33	2	16
Otros Usos Int 1	2500	0.3	2x6Cu	13.59	40	0.01	0.66	
TC1 (Aseos)	1000	30	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.89	1.55	20
TC2 (Varios)	1500	30	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	21	1.34	2.01	20
Otros Usos Int 2	5000	0.3	4x6Cu	9.02	36	0	0.66	
TC3 (Taller 1)	2000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	3.61	18.5	0.29	0.95	20
TC4 (Taller 2)	3000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.44	1.1	20
Otros Usos Int 3	5000	0.3	4x6Cu	9.02	36	0	0.66	
TC5 (Nave 1)	2000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	3.61	18.5	0.29	0.95	20
TC6 (Nave 2)	3000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.44	1.1	20
Otros Usos Int 3	5000	0.3	4x6Cu	9.02	36	0	0.66	
TC7 (Nave 3)	2000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	3.61	18.5	0.29	0.95	20
TC8 (Nave 4)	3000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.44	1.1	20



Otros Usos Ext 1	9000	0.3	4x10Cu	16.24	50	0	0.66	
TC9 (Ext 1)	3000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.44	1.1	20
TC9 (Ext 2)	3000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.44	1.1	20
TC9 (Ext 2)	3000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	5.41	18.5	0.44	1.1	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Alumbrado Red 1	0.3	2x6Cu	10.34		4473.16	0.02			
A1 (Sala Canales 1)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	9.93	10	210.4	0.67			10;B,C,D
A2 (S. Elect.+Alma)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	9.93	10	210.4	0.67			10;B,C,D
A3 (S. Deshidratatc)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	9.93	10	210.4	0.67			10;B,C,D
R1	30	2x1.5+TTx1.5Cu	9.93	10	210.4	0.67			10;B,C,D
Alumbrado Red 2	0.3	2x6Cu	10.34		4473.16	0.02			
A4 (Sala Canales 2)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	9.93	10	210.4	0.67			10;B,C,D
A5 (Exterior)	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
R2	30	2x1.5+TTx1.5Cu	9.93	10	210.4	0.67			10;B,C,D
Otros Usos Int 1	0.3	2x6Cu	10.34		4473.16	0.02			
TC1 (Aseos)	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
TC2 (Varios)	30	2x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
Otros Usos Int 2	0.3	4x6Cu	10.34		4473.16	0.02			
TC3 (Taller 1)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
TC4 (Taller 2)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
Otros Usos Int 3	0.3	4x6Cu	10.34		4473.16	0.02			
TC5 (Nave 1)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
TC6 (Nave 2)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
Otros Usos Int 3	0.3	4x6Cu	10.34		4473.16	0.02			
TC7 (Nave 3)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
TC8 (Nave 4)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	9.93	10	342.06	0.71			16;B,C,D
Otros Usos Ext 1	0.3	4x10Cu	10.34		4545.23	0.06			
TC9 (Ext 1)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	10.09	15	342.6	0.7			16;B,C,D
TC9 (Ext 2)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	10.09	15	342.6	0.7			16;B,C,D
TC9 (Ext 2)	30	4x2.5+TTx2.5Cu	10.09	15	342.6	0.7			16;B,C,D

Subcuadro CS CCM

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Grupo Electrogeno	110000	15	4x95+TTx50Cu	198.47	259	0.19	0.19	75x60
CB01A	1875	15.5	3x2.5+TTx2.5Cu	3.38	22	0.14	0.8	20
CB01B	2100	15.5	3x2.5+TTx2.5Cu	3.79	22	0.16	0.82	20
BP18A	1875	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	4.8	27.5	0.82	1.48	32
BP18B	1875	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	4.8	27.5	0.82	1.48	32
BF19A	1750	66.9	4x2.5+TTx2.5Cu	5.11	27.5	0.88	1.54	32
BF19B	1750	66.9	4x2.5+TTx2.5Cu	5.11	27.5	0.88	1.54	32



CM20	937.5	74.6	3x2.5+TTx2.5Cu	1.69	27.5	0.34	1	32
21-A	15000	8	4x2.5+TTx2.5Cu	21.65	26	0.66	1.32	
BT21A	6000	41.55	4x2.5+TTx2.5Cu	13.81	27.5	1.51	2.83	32
21-B	15000	8	4x2.5+TTx2.5Cu	21.65	26	0.66	1.32	
BT21B	6000	41.55	4x2.5+TTx2.5Cu	13.81	27.5	1.51	2.83	32
AT22	7000	46.95	3x2.5+TTx2.5Cu	12.63 7.29	27.5	1.62	2.28	32
FT23	3850	42.05	4x2.5+TTx2.5Cu	6.95	27.5	0.79	1.46	32
BD24A	312.5	92.5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.7	32.5	0.85	1.51	32
BD24B	312.5	92.5	2x2.5+TTx2.5Cu	1.7	32.5	0.85	1.51	32
UV25	3200	45.4	4x2.5+TTx2.5Cu	5.77	27.5	0.71	1.37	32
DC26	29500	25.71	4x16+TTx16Cu	53.23	75	0.63	1.29	63
27-A	4200	8	4x2.5+TTx2.5Cu	6.06	26	0.16	0.83	
BF27A	1875	21.8	4x2.5+TTx2.5Cu	3.38	27.5	0.2	1.02	32
27-B	4200	8	4x2.5+TTx2.5Cu	6.06	26	0.16	0.83	
BF27B	1875	21.8	4x2.5+TTx2.5Cu	3.38	27.5	0.2	1.02	32
BD28A	250	22.6	4x2.5+TTx2.5Cu	0.45	27.5	0.03	0.69	32
BD28B	250	22.6	4x2.5+TTx2.5Cu	0.45	27.5	0.03	0.69	32
GP29	990	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	1.79	27.5	0.13	0.79	32
30	9500	8	4x2.5+TTx2.5Cu	13.71	26	0.39	1.05	
BT30	5000	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	16.4	27.5	1.24	2.28	32
EV31	30	25.71	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	32.5	0.02	0.68	32
CT32	1840	38.9	3x2.5+TTx2.5Cu	3.32	27.5	0.35	1.01	32
VD34	13750	25.3	3x2.5+TTx2.5Cu	24.81	27.5	1.94	2.6	32
A/A Sala electrica	3800	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	6.86	18.5	0.49	1.15	20
BA02A	8000	15.8	3x2.5+TTx2.5Cu	16.45 9.5	22	0.74	1.4	75
2-B	18000	8	3x6+TTx6Cu	25.98	37	0.32	0.98	75
BA02B	8000	15.8	3x2.5+TTx2.5Cu	16.45	22	0.79	1.77	75
2-C	18000	8	3x4+TTx4Cu	25.98	34	0.48	1.14	
BA02C	8000	15.8	3x2.5+TTx2.5Cu	16.45	22	0.79	1.93	75
RA03	450	15.2	3x2.5+TTx2.5Cu	0.81	22	0.03	0.69	75
TT04	687.5	15.2	3x2.5+TTx2.5Cu	1.24	22	0.05	0.71	75
RT05	687.5	19.3	3x2.5+TTx2.5Cu	1.24	22	0.06	0.73	75
TT06	687.5	19.3	3x2.5+TTx2.5Cu	1.24	22	0.06	0.73	75
EV07	30	19.3	2x2.5+TTx2.5Cu	0.16	23	0.02	0.68	75
PD08	180	29.94	4x2.5+TTx2.5Cu	0.32	22	0.03	0.69	75
BA08	687.5	15.3	4x2.5+TTx2.5Cu	6.2	22	0.26	0.92	75
9-A	5900	8	4x2.5+TTx2.5Cu	8.52	26	0.23	0.89	
SD09A	2750	15.3	4x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	0.21	1.1	75
9-B	5900	8	4x2.5+TTx2.5Cu	8.52	26	0.23	0.89	
SD09B	2750	15.3	4x2.5+TTx2.5Cu	4.96	22	0.21	1.1	75
CIS09A	120	26.65	2x2.5+TTx2.5Cu	0.65	23	0.09	0.76	75
CIS09B	120	15.3	2x2.5+TTx2.5Cu	0.65	23	0.05	0.72	75
CA10	462.5	25.8	3x2.5+TTx2.5Cu	0.83	22	0.06	0.72	75
CG11	225	29.8	4x2.5+TTx2.5Cu	0.41	22	0.03	0.69	75
14-A	33300	5	4x10+TTx10Cu	48.07	60	0.23	0.89	



OR14A	27500	34.7	4x10+TTx10Cu	51.15	58	1.36	2.25	63
14-B	33300	5	4x10+TTx10Cu	48.07	60	0.23	0.89	
OR14B	27500	22.8	4x10+TTx10Cu	51.15	58	0.9	1.78	63
AC15A	4000	38.3	4x2.5+TTx2.5Cu	10.77	27.5	1.01	1.67	32
AC15B	4000	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	10.77	27.5	0.7	1.36	32
DS16	225	24.8	3x2.5+TTx2.5Cu	0.41	27.5	0.03	0.69	32
17-A	5900	8	4x2.5+TTx2.5Cu	8.52	26	0.23	0.89	
BR17A	2375	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	27.5	0.78	1.68	32
17-B	5900	8	4x2.5+TTx2.5Cu	8.52	26	0.23	0.89	
BR17B	2375	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	27.5	0.78	1.68	32
GP33	5000	45.4	3x2.5+TTx2.5Cu	9.02	22	1.14	1.8	20
AT37	2625	65	4x2.5+TTx2.5Cu	6.67	27.5	1.05	1.71	32
CS E Pretratamiento	2145.6	10	4x1.5+TTx1.5Cu	3.87	16.5	0.18	0.84	20
CS Alumbrado Ext.	2570.4	10	2x1.5+TTx1.5Cu	13.97	20	1.37	2.03	16

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Grupo Electrogeno	15	4x95+TTx50Cu	4.4	4.5	1839.63	54.53			250;B
CB01A	15.5	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	568.71	0.4			4;B,C,D
CB01B	15.5	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	568.71	0.4			4;B,C,D
BP18A	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	136.67	6.84			16;B
BP18B	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	136.67	6.84			16;B
BF19A	66.9	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	138.28	6.68			6.3;B,C,D
BF19B	66.9	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	138.28	6.68			6.3;B,C,D
CM20	74.6	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	124.19	8.29			2.5;B,C,D
21-A	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12			25;B,C,D
BT21A	41.55	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		185.76	3.7			
21-B	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12			25;B,C,D
BT21B	41.55	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		185.76	3.7			
AT22	46.95	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	195.84	3.33			16;B,C
FT23	42.05	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	218.13	2.69			16;B,C
BD24A	92.5	2x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	100.4	12.68			16;B
BD24B	92.5	2x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	100.4	12.68			16;B
UV25	45.4	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	202.38	3.12			16;B,C
DC26	25.71	4x16+TTx16Cu	12.85	15	1827.13	1.57			63;B,C,D
27-A	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12			10;B,C,D
BF27A	21.8	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		304.9	1.37			
27-B	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12			10;B,C,D
BF27B	21.8	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		304.9	1.37			
BD28A	22.6	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	397.88	0.81			16;B,C,D
BD28B	22.6	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	397.88	0.81			16;B,C,D
GP29	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	343.98	1.08			16;B,C,D
30	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12			16;B,C,D
BT30	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		266.03	1.81			



EV31	25.71	2x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	351.58	1.03		0.25;B,C,D
CT32	38.9	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	235.36	2.31		4;B,C,D
VD34	25.3	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	357.06	1		25;B,C
A/A Sala electrica	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	398.06	0.52		16;B,C,D
BA02A	15.8	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	558.59	0.41		20;B,C,D
2-B	8	3x6+TTx6Cu	12.85	15	2095.44	0.17		32;B,C,D
BA02B	15.8	3x2.5+TTx2.5Cu	4.65		466.3	0.59		
2-C	8	3x4+TTx4Cu	12.85	15	1540.59	0.14		32;B,C,D
BA02C	15.8	3x2.5+TTx2.5Cu	3.42		430.7	0.69		
RA03	15.2	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	579.21	0.38		1;B,C,D
TT04	15.2	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	579.21	0.38		1.6;B,C,D
RT05	19.3	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	462.47	0.6		1.6;B,C,D
TT06	19.3	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	462.47	0.6		1.6;B,C,D
EV07	19.3	2x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	462.47	0.6		0.25;B,C,D
PD08	29.94	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	303.52	1.39		16;B,C
BA08	15.3	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	575.67	0.39		6.3;B,C,D
9-A	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12		10;B,C,D
SD09A	15.3	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		386.43	0.86		
9-B	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12		10;B,C,D
SD09B	15.3	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		386.43	0.86		
CIS09A	26.65	2x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	339.63	1.11		16;B,C,D
CIS09B	15.3	2x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	575.67	0.39		16;B,C,D
CA10	25.8	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	350.4	1.04		1;B,C,D
CG11	29.8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	304.9	1.37		0.63;B,C,D
14-A	5	4x10+TTx10Cu	12.85	15	3663.96	0.15		50;B,C,D
OR14A	34.7	4x10+TTx10Cu	8.13		856.83	2.79		
14-B	5	4x10+TTx10Cu	12.85	15	3663.96	0.15		50;B,C,D
OR14B	22.8	4x10+TTx10Cu	8.13		1172.08	1.49		
AC15A	38.3	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	238.95	2.24		12;B,C
AC15B	26.3	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	343.98	1.08		12;B,C,D
DS16	24.8	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	363.97	0.96		0.63;B,C,D
17-A	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12		10;B,C,D
BR17A	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		122.41	8.53		
17-B	8	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	1037.62	0.12		10;B,C,D
BR17B	67.7	4x2.5+TTx2.5Cu	2.3		122.41	8.53		
GP33	45.4	3x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	202.38	3.12		10;B,C,D
AT37	65	4x2.5+TTx2.5Cu	12.85	15	142.26	6.32		10;B,C
CS E Pretratamiento	10	4x1.5+TTx1.5Cu	12.85	15	531.26	0.16		16;B,C,D
CS Alumbrado Ext.	10	2x1.5+TTx1.5Cu	12.85	15	531.26	0.16		16;B,C,D

Subcuadro CS E Pretratamiento

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Alumbrado Grupo	2145.6	0.3	2x1.5Cu	11.66	16.5	0.03	0.87	
A1 (S. Canales)	1260	30	2x1.5+TTx1.5Cu	5.48	15	1.88	2.75	16
A2 (S Elec+Alm+SD)	885.6	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.85	15	1.31	2.18	16



Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Alumbrado Grupo	0.3	2x1.5Cu	1.18		518.68	0.11			
A1 (S. Canales)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.15	4.5	153.82	1.26			10;B,C
A2 (S Elec+Alm+SD)	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.15	4.5	153.82	1.26			10;B,C

Subcuadro CS Alumbrado Ext.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Alumbrado 1	2570.4	0.3	2x1.5Cu	13.97	16.5	0.04	2.07	
Balizas 1	900	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	24.5	1.33	3.4	25
Balizas 2	900	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.91	24.5	1.33	3.4	25
Balizas 3	770.4	30	2x1.5+TTx1.5Cu	3.35	24.5	1.13	3.21	25

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
Alumbrado 1	0.3	2x1.5Cu	1.18		518.68	0.11			
Balizas 1	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.15	4.5	137.88	2.42			10;B,C
Balizas 2	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.15	4.5	137.88	2.42			10;B,C
Balizas 3	30	2x1.5+TTx1.5Cu	1.15	4.5	137.88	2.42			10;B,C

Subcuadro PLC

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
PLC	2000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	21	0.6	1.95	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	Lmáx (m)	Curvas válidas
PLC	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.12		510.12	0.32			

5 CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 300 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se constituye con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ² 300 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²
Picas verticales de Cobre	14 mm
de Acero recubierto Cu	14 mm 7 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 1,83 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.

6 CÁLCULO DE LA BATERÍA DE CONDENSADORES

En el cálculo de la potencia reactiva a compensar, para que la instalación en estudio presente el factor de potencia deseado, se parte de los siguientes datos:

- Suministro: Trifásico.
- Tensión Compuesta: 400 V.
- Potencia activa: 266.665 W.
- CosØ actual: 0.8.
- CosØ a conseguir: 1.
- Conexión de condensadores: en Triángulo.

Los resultados obtenidos son:

- Potencia Reactiva a compensar (kVAr): 200

Capacidad Condensadores (µF): 1326.28



7 CÁLCULO DEL PARRARAYOS

7.1 OBJETO

El objeto de este documento es fijar los criterios de diseño de la instalación del sistema de protección contra descargas eléctricas atmosféricas en el EDAR Ramonete, dando cumplimiento a la normativa vigente.

7.2 NORMATIVA APLICABLE

La normativa aplicable es:

- CTE: SU8- Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995 del 8 de Noviembre.
- Serie UNE 21186.
- Serie UNE-EN 50164.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (IEC 61643).

Analizándola por separado, tenemos que:

CTE. La sección SU 8 "Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo" del Código Técnico de Edificación (CTE) define el procedimiento para el cálculo del índice de riesgo de impacto de rayo y la selección del nivel de protección. Se propone una evaluación de los riesgos teniendo en cuenta el riesgo de impacto y los siguientes factores:

- Entorno del edificio.
- Naturaleza de la estructura.
- Valor de su contenido.
- Ocupación humana y riesgo de pánico.
- Consecuencias que tendrían sobre el entorno los daños en el edificio.

La decisión de dotar a una estructura de un Sistema de Protección Contra el Rayo, así como la selección del nivel de protección adecuado se define en los puntos 1 y 2 de la Sección SU 8 del CTE, y se basa en la frecuencia esperada de impactos de rayo sobre la estructura o la zona a proteger, **Ne**, y en la frecuencia anual aceptable de rayos establecida para esa zona, **Na**.

Según la **Ley de Prevención de Riesgos Laborales** (R.D.1215/97. Anexo II, pto. 12):

"Cualquier instalación o maquinaria utilizada para el trabajo, y que puedan ser alcanzadas por los rayos, deberán estar protegidas contra sus efectos por dispositivos o medidas adecuadas".

"Cuando de la evaluación realizada resulte necesaria la adopción de medidas preventivas, deberán ponerse claramente de manifiesto las situaciones en que sea necesario eliminar o reducir el riesgo, mediante medidas de prevención en el origen, organizativas, de protección colectiva, de protección individual, o de formación e información a los trabajadores".

También de acuerdo con esta misma ley, cuando no existe un reglamento específico, deben utilizarse las **Normas UNE**.

"Cuando la evaluación exija la realización de mediciones, análisis o ensayos y la normativa no indique o concrete los métodos que deben emplearse, o cuando los criterios de evaluación contemplados en dicha normativa deban ser interpretados a la luz de otros criterios de carácter técnico, se podrán utilizar los métodos o criterios recogidos en las normas UNE".

La normativa utilizada para fijar los criterios de diseño de los sistemas de protección contra el rayo es la UNE 21186 "Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado". Los materiales de los sistemas de protección contra el rayo deben cumplir los requisitos de las normativas de la serie UNE-EN 50164.

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión basándose en la normativa IEC 61643 establece como obligatoria la protección contra sobretensiones según el Artículo 16.3:

"Los sistemas de protección para las instalaciones interiores o receptoras para baja tensión impedirán los efectos de las sobreintensidades y sobretensiones que por distintas causas cabe prever en las mismas y resguardarán a sus materiales y equipos de las acciones y efectos de los agentes externos".

La ITC 23 prescribe la instalación de protectores contra sobretensiones en las siguientes situaciones:

- ITC-23 e ITC-28: en edificios considerados como de difícil evacuación, pública concurrencia, sanitario, comercial o docente.
- ITC-23: Cuando la línea de alimentación de baja tensión es total o parcialmente aérea.
- ITC-23: Cuando la instalación incluye líneas aéreas.
- ITC-23: Cuando la instalación se va a realizar donde existe un sistema externo de protección contra el rayo o existe alguno en un radio inferior a 50 m.
- ITC-23: Cuando debido a la sobretensión, el fallo en el suministro eléctrico o de los equipos, puede afectar a la vida humana o de animales.
- ITC-23: Cuando debido a la sobretensión, el fallo en el suministro eléctrico o de los equipos, puede afectar a los servicios públicos o actividades agrícolas e industriales.

7.3 CÁLCULO DEL RIESGO DE IMPACTO DE RAYO Y SELECCIÓN DEL NIVEL DE PROTECCIÓN

La decisión de dotar a una estructura de un Sistema de Protección Contra el Rayo, así como la selección del nivel de protección adecuado se define en la sección SU8 del Código Técnico de Edificación, y se basa en la frecuencia esperada de impactos de rayo sobre la estructura o la zona a proteger, **Ne**, y en la frecuencia anual aceptable de rayos establecida para esa zona, **Na**.

7.3.1 DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE PROTECCIÓN

a) Cálculo de la frecuencia esperada de impactos (**Ne**):

$Ne = Ng \cdot Ae \cdot C1 \cdot 10^{-6}$ (nº de impactos por año):

- La densidad de impactos de rayo de la zona es: $Ng = 1,5$ impactos / año, km^2 .
- La superficie de captura equivalente obtenida por métodos gráficos es:



$A_e = 6.268 \text{ m}^2$.

· La estructura a proteger está aislada $C_1 = 1$

Por lo tanto la frecuencia esperada de rayos es:

$N_e = 0,0094$ impactos por año.

b) Cálculo de la frecuencia aceptable de impactos (N_a):

$N_a = (5,5/C_2 \cdot C_3 \cdot C_4 \cdot C_5) \cdot 10^{-3}$

- Coeficiente del tipo de construcción $C_2 = 1$
- Coeficiente del contenido del edificio $C_3 = 1$
- Coeficiente del uso del edificio $C_4 = 0,5$
- Coeficiente de la necesidad de continuidad $C_5 = 5$

Por lo tanto la frecuencia admisible de rayos es:

$N_A = 0,0022$ impactos por año

c) Conclusión:

La frecuencia de impactos esperada es superior a la frecuencia de impactos aceptable por la estructura ($N_e > N_a$), por lo tanto de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación, LA INSTALACIÓN DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO ES NECESARIA.

7.3.2 SELECCIÓN DEL NIVEL DE PROTECCIÓN (TIPO DE INSTALACIÓN EXIGIDO)

Cuando sea necesario disponer de una instalación de protección contra el rayo, ésta tendrá al menos la eficiencia E determinada por:

$$E = 1 - (N_a/N_e) = 1 - (0,0022 / 0,0094) = 0,766$$

La eficiencia calculada determina el nivel de protección:

	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Por lo que el nivel de protección correspondiente es: **Nivel 4**

7.4 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN EXTERIOR CONTRA EL RAYO

7.4.1 PROTECCIÓN CON PDCS.

4.1.1- Tipo de pararrayos a instalar.

Se dará protección a la estructura mediante la instalación de pararrayos con dispositivo de cebado electropulsante DAT CONTROLER PLUS, caracterizados por disponer de:

1. Certificación de Producto AENOR de conformidad con la Norma UNE 21186, que comprende:

1.1 -Corriente soportada certificada de 100kA.

Ensayo previo al tiempo de avance en el cebado, para garantizar el funcionamiento del pararrayos después de haber sufrido 10 descargas repetitivas con onda 10/350µs y corriente de pico superior a 100kA, según normas IEC60060-1 e IEC-61083-1.

1.2 -Tiempo de avance en el cebado certificado:

Después de haber descontado del tiempo obtenido en el ensayo, el doble de la incertidumbre registrada en el mismo (doble factor de seguridad).

2. Certificado de funcionamiento inalterable en condiciones de lluvia de acuerdo con la norma UNE 21308. Aislamiento superior al 95%.

2.1. - Ensayo seco/lluvia con impulsos tipo maniobra.

2.2. - Ensayo seco/lluvia con tensión continua.

3. Certificado de radio de protección y cumplimiento de la norma UNE 21186 y NFC 17- 102.

3.1. Certificado de radio de protección para cada modelo y nivel, calculado según normas UNE 21186 y NFC 17-102.

Con el fin de garantizar una total independencia en el control de los resultados de los ensayos de laboratorio, éstos serán realizados en un laboratorio oficial e independiente de intereses de empresas privadas, esto es, en el Laboratorio Central Oficial de Electrotecnia del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

4.1.2.- Descripción de la instalación.

Para la protección de la estructura se precisa instalar 1 pararrayos con dispositivo de cebado con sus correspondientes conductores de bajada y tomas de tierra:

Como el edificio de pretratamiento es el más alto, con una altura de 8 m, se situará el pararrayos sobre un poste metálico de 10 m de altura, de los utilizados para alumbrado exterior.

El radio de protección es de 52 m. La posición del mismo permite cubrir toda la EDAR, tal y como se puede ver el plano correspondiente.

Sistema de captación:

1 pararrayos modelo DAT CONTROLER® PLUS 15 - PDC de la marca AT3W o similar, con un radio de protección de 52 m. para una altura de 6 m. en un Nivel 4 de protección y con un tiempo de avance en el cebado (calculado con doble factor de seguridad) de 15 microsegundos, conforme al CTE.



El pararrayos se fijará mediante anclaje a muro con un mástil de acero galvanizado de 6 metros y la pieza de adaptación correspondiente.

El pararrayos deberá estar al menos 2 metros por encima de cualquier otro objeto dentro de su radio de protección.

Sistema de bajada:

En el caso de edificaciones y estructuras de altura superior a 28 metros, o cuando la proyección horizontal del conductor sea superior a su proyección vertical, se realizarán dos bajantes con sus respectivas tomas de tierra según lo definido en la norma UNE 21.186. Dadas las características de esta instalación, según la citada norma se instalará 1 bajante, que se realizará por la trayectoria más rectilínea posible.

Se realizará con pletina que se fijará al paramento mediante grapas apropiadas y distanciadas entre ellas 0,5 m. La pletina presenta una mayor superficie para la misma cantidad de material conductor que el cable, y por lo tanto tiene menos resistencia, menos inductancia y genera un campo eléctrico menor.

Las bajantes se protegerán contra eventuales choques mecánicos mediante un tubo de protección de una altura de 2 m a partir del suelo. Se colocará un contador de impactos por cada pararrayos.

Sistema de tomas de tierra:

La toma de tierra del pararrayos aislada de cualquier otro elemento metálico deberá tener una resistencia de 10 ohmios como máximo (UNE21186), para lo que en cada bajante se realizará una toma de tierra compuesta por un conjunto de 3 electrodos de acero cobrizado de 2 m de longitud, los cuales una vez hincados en el terreno se unirán entre sí con pletina. Cada toma de tierra será provista de una arqueta de registro y puente de comprobación al objeto de poder realizar posteriores mediciones. Se unirán a la toma de tierra general mediante protectores tipo vía de chispas.

Las uniones de esta toma de tierra se realizarán mediante soldadura exotérmica APLIWELD®, que consigue una conductividad eléctrica superior a la de los conectores mecánicos y a la de los propios conductores, soportando altas corrientes y no provocando problemas de corrosión.

7.5 DISEÑO DEL SISTEMA INTERNO (PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES)

El sistema interno comprende los dispositivos que reducen los efectos eléctricos y magnéticos de la corriente de la descarga atmosférica dentro del espacio a proteger.

Se emplearán protectores contra sobretensiones para proteger los circuitos eléctricos y de telecomunicaciones del espacio a proteger.

No hay constancia de circuitos eléctricos o de telecomunicaciones en el espacio a proteger.

7.6 CROQUIS DE COBERTURA

Ver plano al efecto.

APÉNDICE 4: CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN



ÍNDICE:

1	ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA	3
1.1	ACLARACIÓN SOBRE LOS DATOS	3
1.2	DEFINICIÓN DE ÁNGULOS Y EJES	3
1.3	EDIFICIO DE CONTROL	4
1.3.1	PLANO DE SITUACIÓN DE LUMINARIAS	4
1.3.2	DATOS DE CÁLCULO	5
1.3.3	GRAFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 0,00 M	5
1.3.4	GRÁFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 1,00 M	6
1.3.5	CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 0,00 M	7
1.3.6	CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 1,00 M	7
1.4	EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO	8
1.4.1	PLANO DE SITUACIÓN DE LUMINARIAS	8
1.4.2	ÁNGULOS Y EJES DE LUMINARIAS	8
1.4.3	DATOS DE CÁLCULO	8
1.4.4	GRAFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 0.00 M	9
1.4.5	GRAFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 1,00 M	9
1.4.6	CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 0.00 M.	10
1.4.7	CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 1.00 M	10
2	ILUMINACIÓN INTERIOR	11
2.1	EDIFICIO DE CONTROL	11
2.2	EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO	23
3	ILUMINACIÓN EXTERIOR	34

1 ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

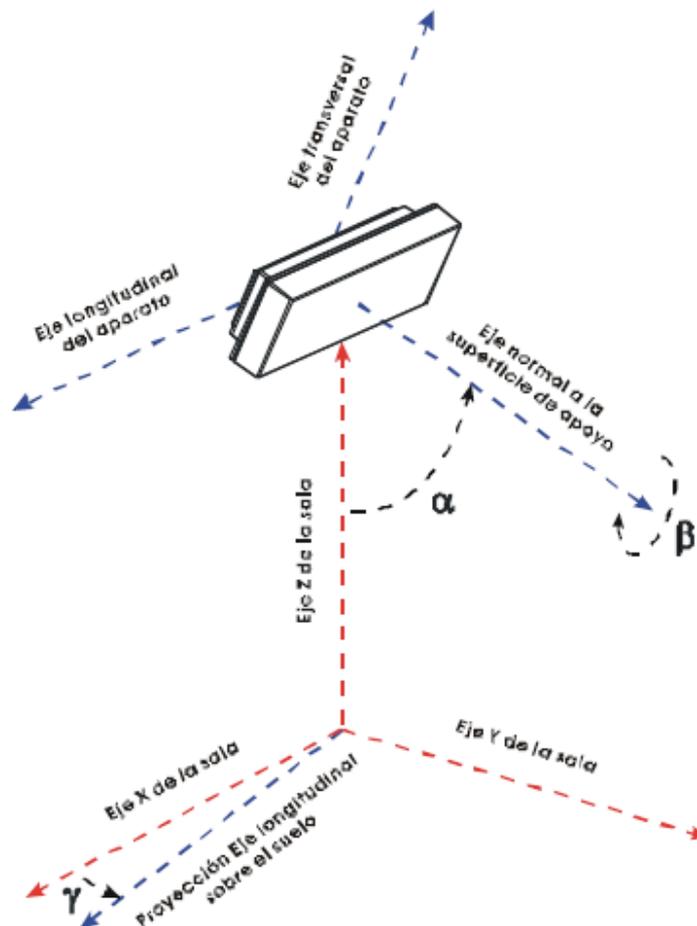
1.1 ACLARACIÓN SOBRE LOS DATOS

Siguiendo las normativas referentes a la instalación de emergencia (entre ellas el Código Técnico de la Edificación), no se tiene en cuenta la reflexión de paredes y techos.

Se ha utilizado el programa de cálculo de iluminación de emergencia DAISA. Este programa efectúa un cálculo de mínimos.

Los cálculos expuestos aseguran que el nivel de iluminación recibido sobre el suelo es siempre, igual o superior al calculado.

1.2 DEFINICIÓN DE ÁNGULOS Y EJES



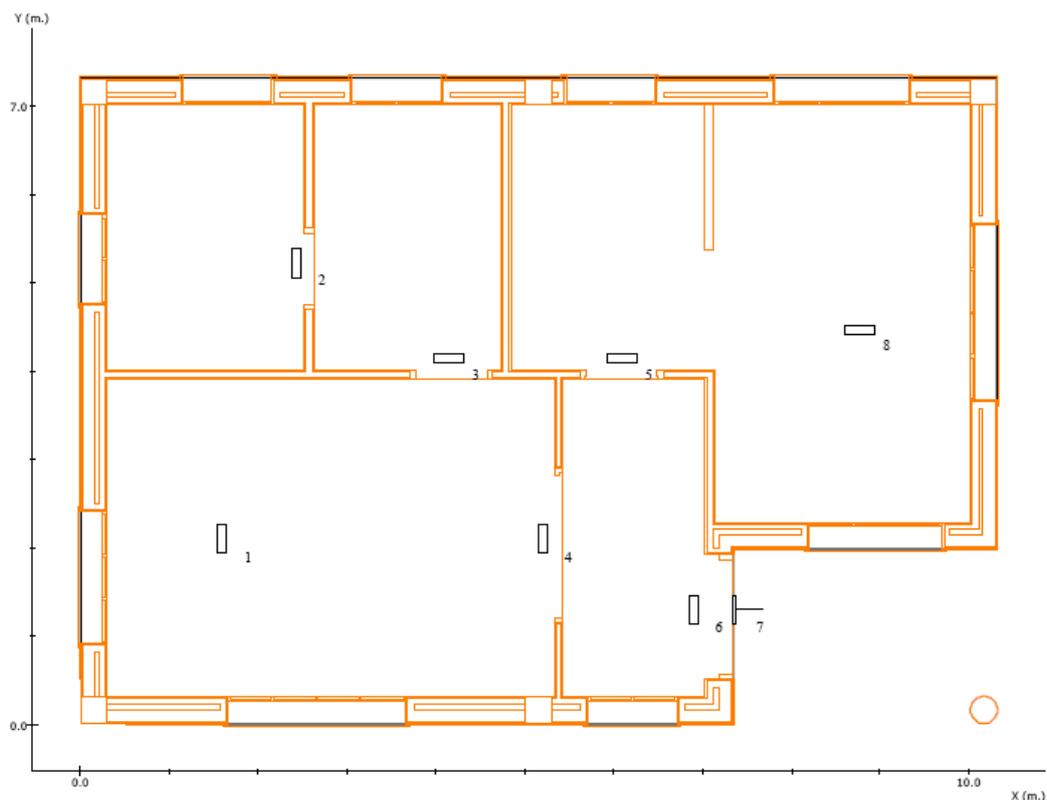
γ : Ángulo que forman la proyección del eje longitudinal del aparato sobre el plano del suelo y el eje X del plano (Positivo en sentido contrario a las agujas del reloj cuando miramos desde el techo). El valor 0 del ángulo es cuando el eje longitudinal de la luminaria es paralelo al eje X de la sala.

α Ángulo que forma el eje normal a la superficie de fijación del aparato con el eje Z de la sala. (Un valor 90 es colocación en pared y 0 colocación en techo).

β Autogiro del aparato sobre el eje normal a su superficie de amarre.

1.3 EDIFICIO DE CONTROL

1.3.1 PLANO DE SITUACIÓN DE LUMINARIAS



Situación de las Luminarias

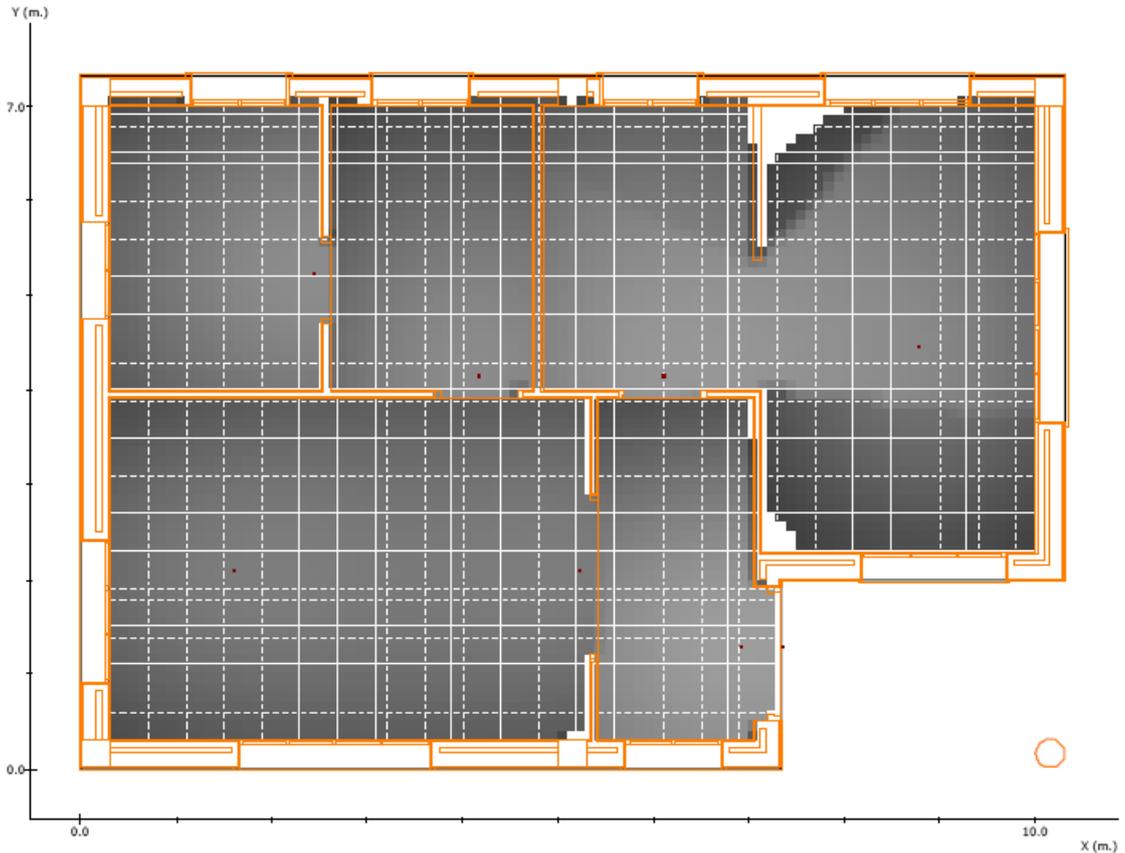
Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas					Rót.	
			x	y	h	γ	α		β
1	HYDRA N2 (MO) + KETB HYDRA	Daisalux	1.60	2.10	2.75	-90	0	0	--
2	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	2.44	5.23	2.75	-90	0	0	--
3	HYDRA N2 + KETB HYDRA	Daisalux	4.15	4.15	2.75	0	0	0	--
4	HYDRA N2 (MO) + KETB HYDRA	Daisalux	5.21	2.10	2.75	-90	0	0	--
5	HYDRA N5 (MO) + KES HYDRA	Daisalux	6.10	4.15	3.15	0	0	0	
6	HYDRA N5 (MO) + KETB HYDRA	Daisalux	6.90	1.30	2.75	-90	0	0	
7	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	7.35	1.30	2.50	-90	90	0	
8	HYDRA N2 (MO) + KES HYDRA	Daisalux	8.78	4.47	2.75	0	0	0	

1.3.2 DATOS DE CÁLCULO

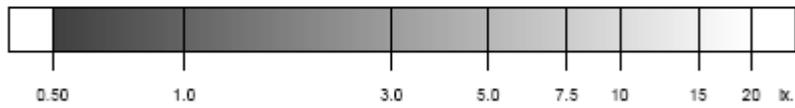
Factor de Mantenimiento: 1,000

Resolución del Cálculo: 0,10 m

1.3.3 GRAFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 0,00 M



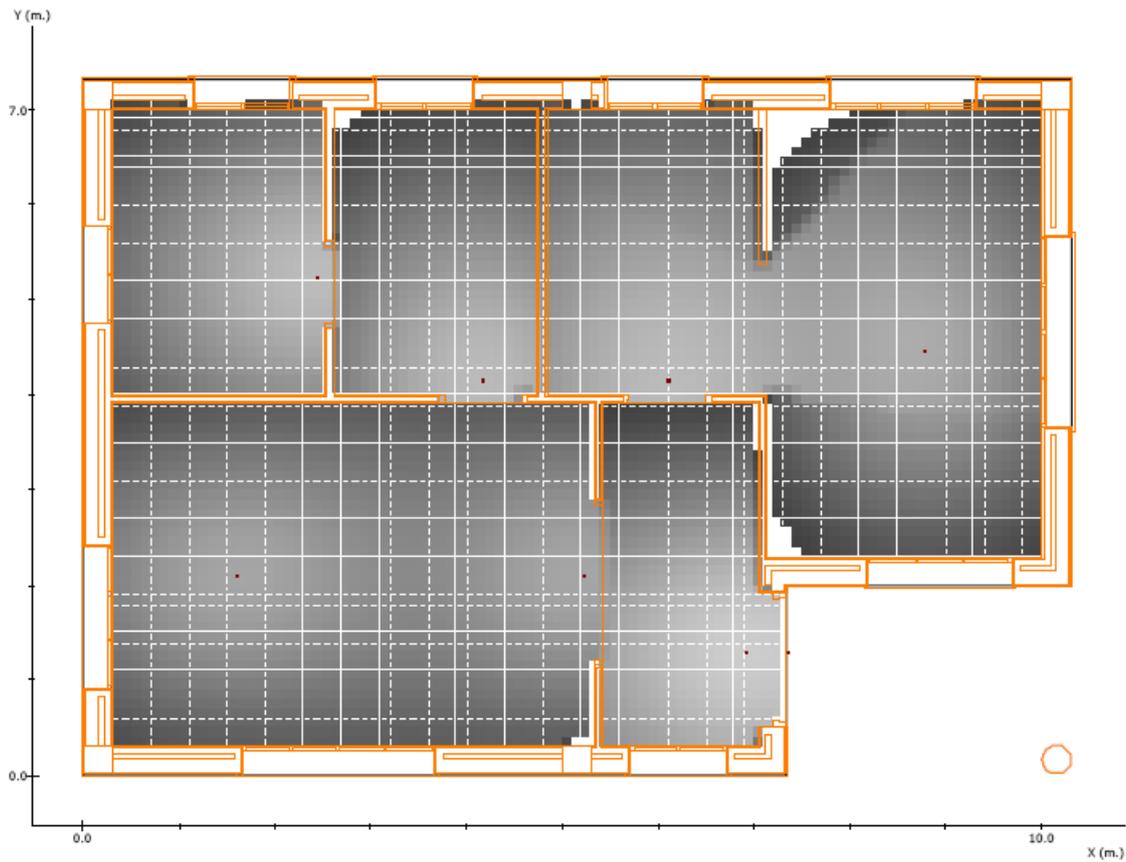
Leyenda:



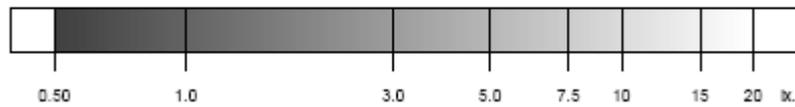
Los resultados son:

	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	6.1 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	89.4 % de 62.4 m ²
Lúmenes / m²:	----	9.89 lm/m ²
Iluminación media:	----	1.30 lx

1.3.4 GRÁFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 1,00 M



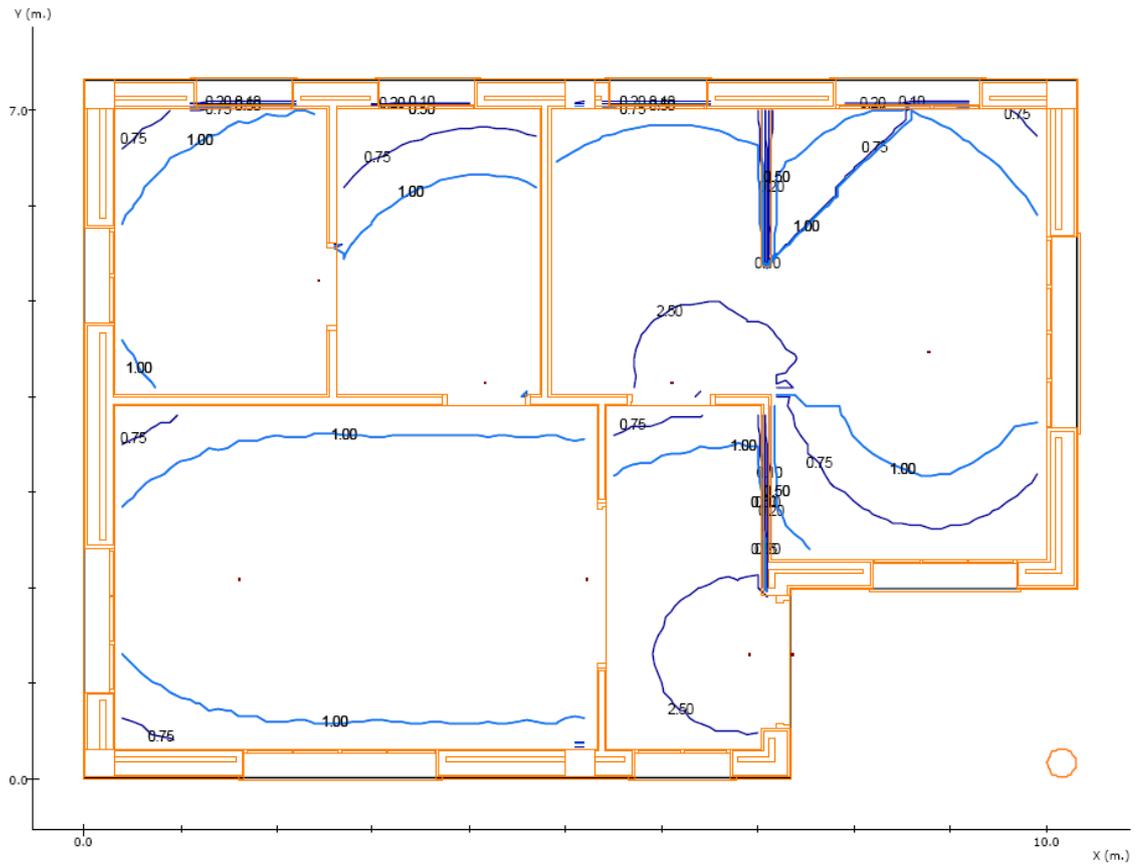
Leyenda:



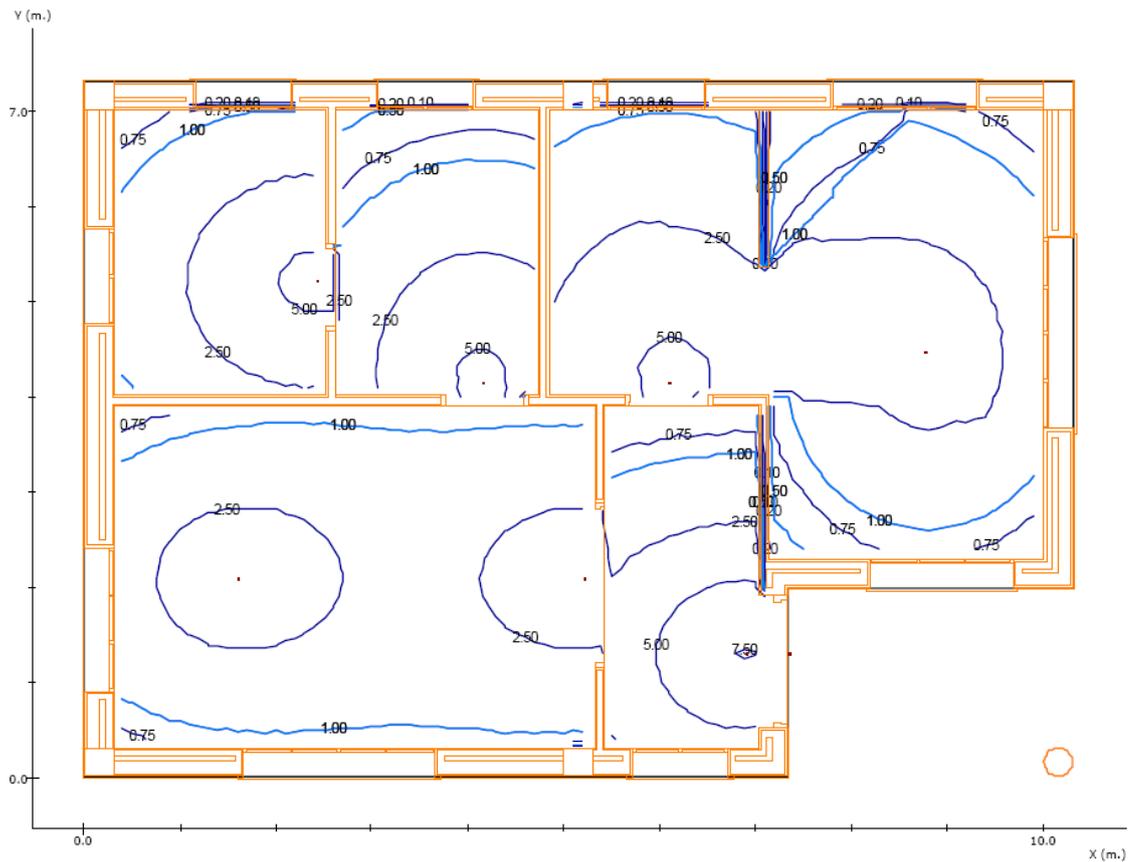
Los resultados son:

	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40,0 mx/mn.	15,1 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0,50 lx. o más	89,5 % de 62,4 m ²
Lúmenes / m²:	----	9,89 lm/m ²
Iluminación media:	----	2,06 lx

1.3.5 CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 0,00 M

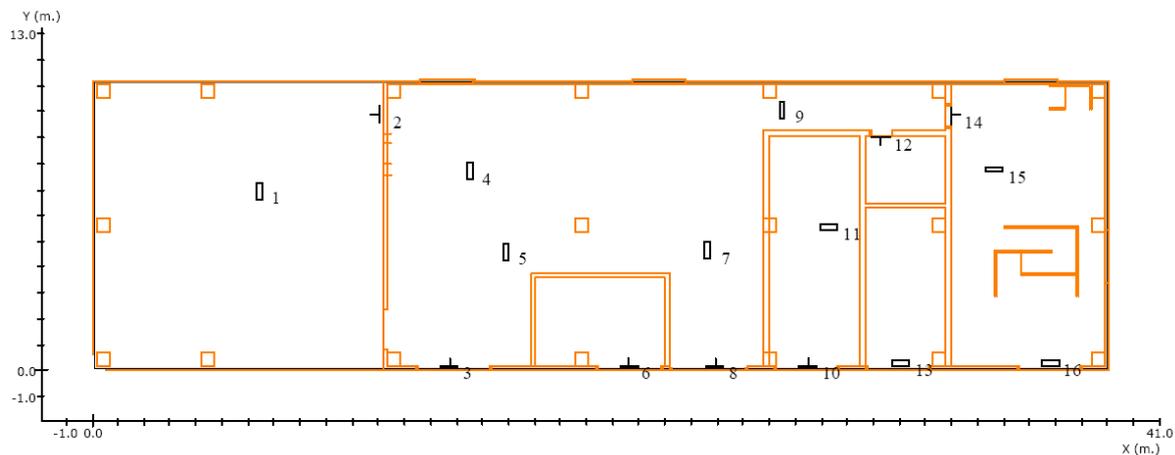


1.3.6 CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 1,00 M



1.4 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

1.4.1 PLANO DE SITUACIÓN DE LUMINARIAS



1.4.2 ÁNGULOS Y EJES DE LUMINARIAS

Situación de las Luminarias

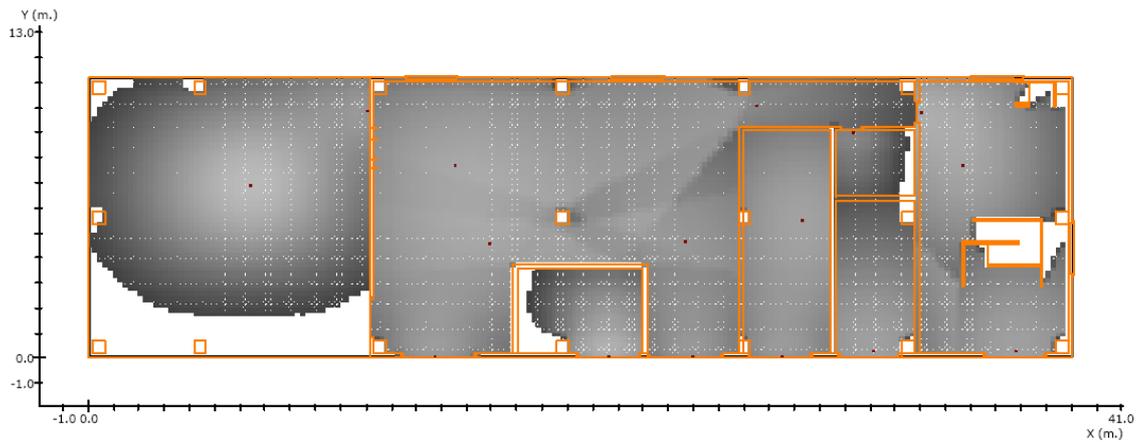
Nº	Referencia	Fabricante	Coordenadas					
			x	y	h	γ	α	β
1	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	6.40	6.90	3.89	-90	0	0
2	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	11.05	9.90	2.50	90	90	0
3	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	13.72	0.15	2.50	0	90	0
4	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	14.51	7.71	6.02	-90	0	0
5	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	15.90	4.61	6.79	-90	0	0
6	HYDRA N5 + KES HYDRA	Daisalux	20.62	0.15	2.50	0	90	0
7	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	23.63	4.63	6.79	-90	0	0
8	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	23.95	0.15	2.50	0	90	0
9	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	26.48	10.07	6.79	-90	0	0
10	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	27.50	0.15	2.50	0	90	0
11	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	28.30	5.53	4.99	0	0	0
12	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	30.30	9.00	2.50	180	90	0
13	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	31.10	0.30	4.99	0	0	0
14	HYDRA N2 + KES HYDRA	Daisalux	33.00	9.85	2.50	-90	90	0
15	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	34.66	7.74	4.99	0	0	0
16	HYDRA N10 + KES HYDRA	Daisalux	36.80	0.30	4.99	0	0	0

1.4.3 DATOS DE CÁLCULO

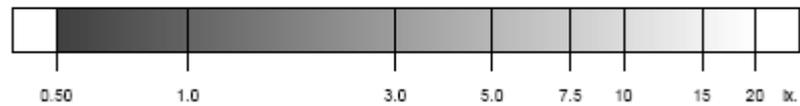
Factor de Mantenimiento: 1,000

Resolución del Cálculo: 0,10 m

1.4.4 GRAFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 0.00 M



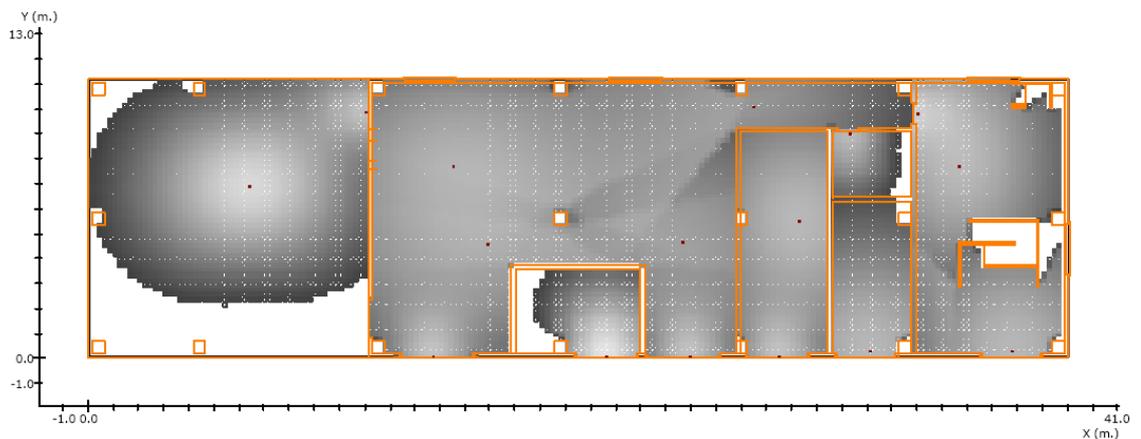
Leyenda:



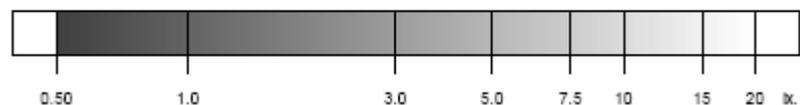
Los resultados son:

	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40,0 mx/mn.	10,7 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0,50 lx. o más	91,4 % de 397,0 m ²
Lúmenes / m²:	----	10,35 lm/m ²
Iluminación media:	----	2,14 lx

1.4.5 GRAFICO DE TRAMAS DEL PLANO A 1,00 M



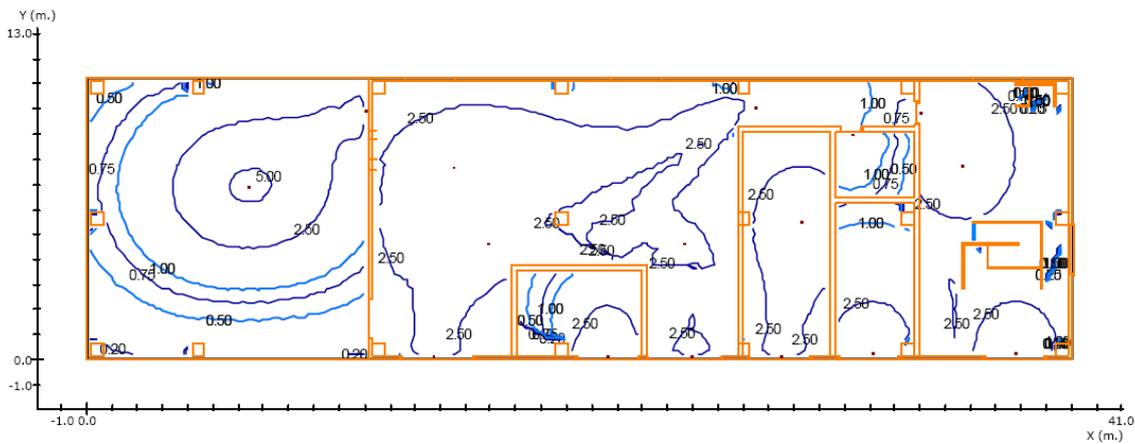
Leyenda:



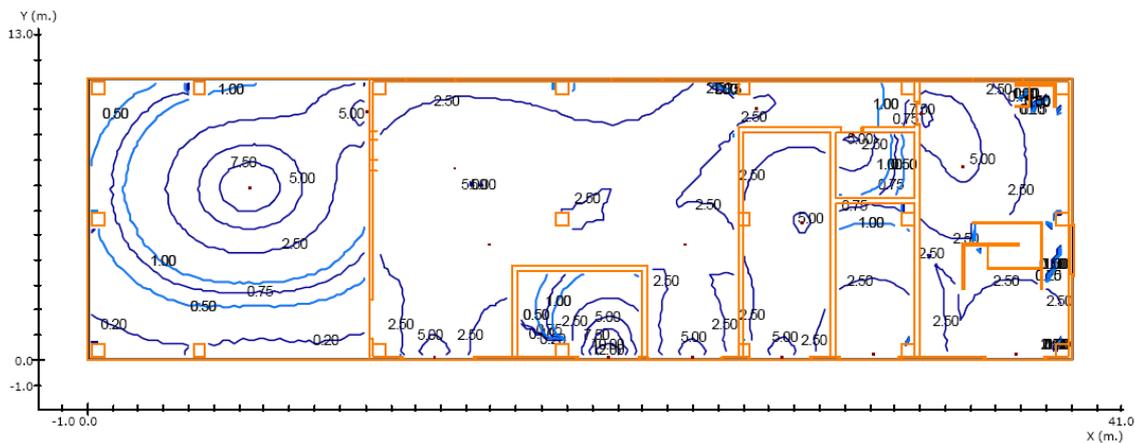
Los resultados son:

	Objetivos	Resultados
Uniformidad:	40,0 mx/mn.	24 mx/mn
Superficie cubierta:	con 0,50 lx. o más	89,0 % de 397,0 m ²
Lúmenes / m²:	----	10,35 lm/m ²
Iluminación media:	----	2,6 lx

1.4.6 CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 0.00 M.



1.4.7 CURVAS ISOLUX EN EL PLANO A 1.00 M

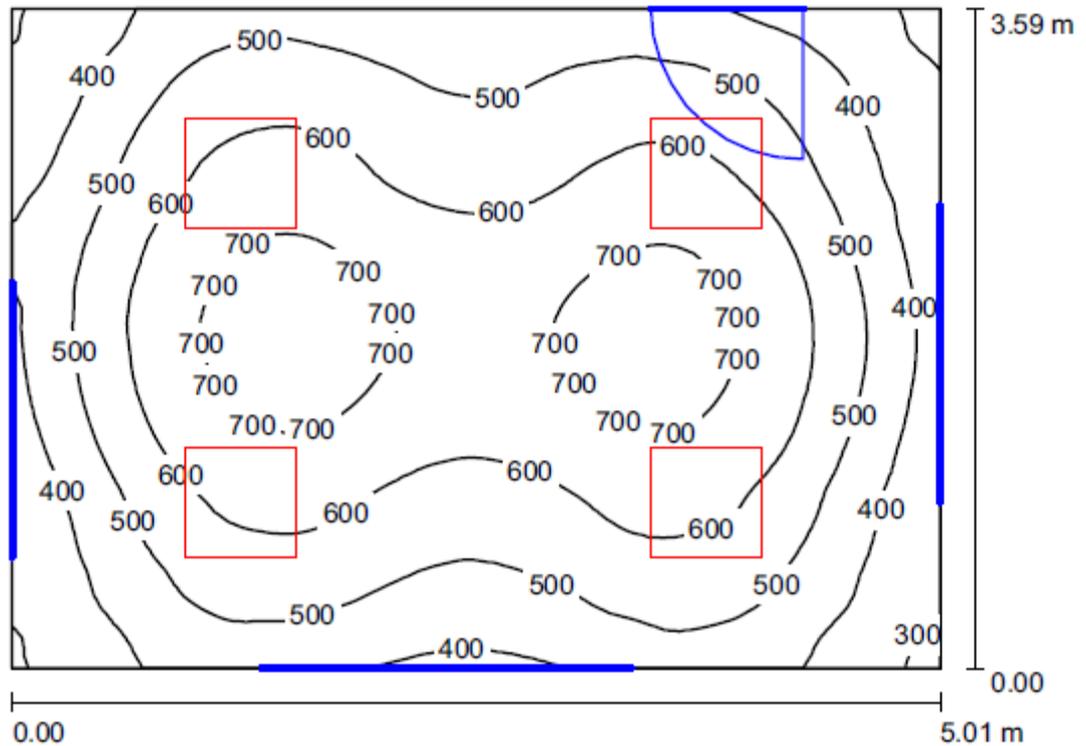


Los cálculos para el edificio de pretratamiento son:

	Objetivos	Resultados
Superficie cubierta:	con 0.50 lx. o más	89.0 % de 397.0 m ²
Uniformidad:	40.0 mx/mn.	24.0 mx/mn
Lúmenes / m²:	----	10.4 lm/m ²

2 I L U M I N A C I Ó N I N T E R I O R

2.1 EDIFICIO DE CONTROL



Altura del local: 2.750 m, Altura de montaje: 2.798 m

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	543	277	753	0.510
Suelo	20	443	280	578	0.632
Techo	70	78	56	93	0.726
Paredes (4)	50	182	56	442	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 64 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

UGR
 Pared izq 18
 Pared inferior 18
 (CIE, SHR = 0.25.)

Longi- 18
 Tran 18
 al eje de luminaria

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 12.96%.

Lista de piezas - Luminarias

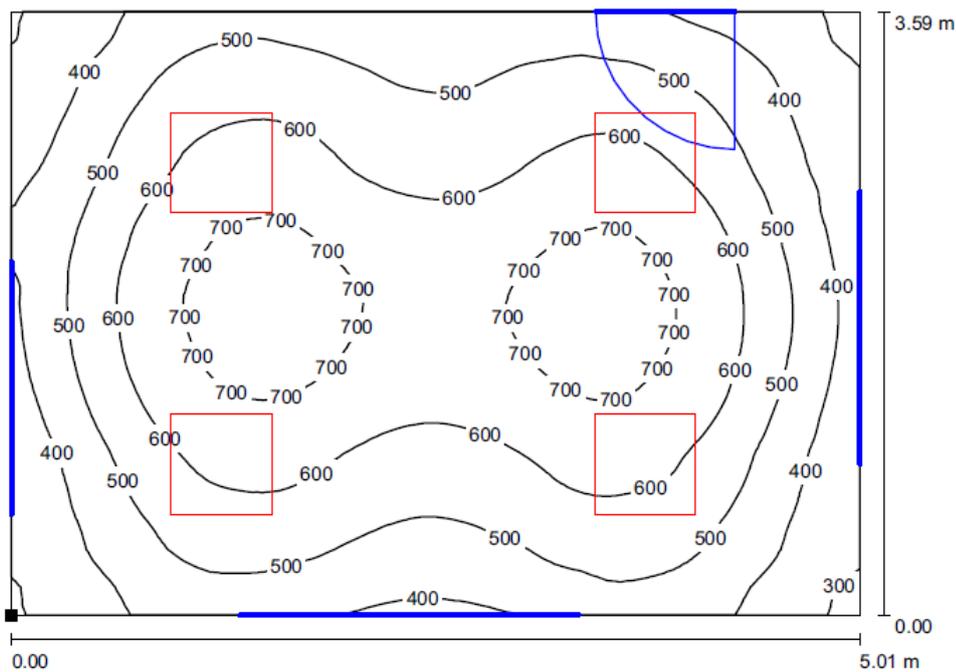
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	OD-3241 3x24W T5 OD-3241 3x24W T5 (1.000)	4230	6000	82.0
			Total: 16921	Total: 24000	328.0

Valor de eficiencia energética: 18.24 W/m² = 3.36 W/m²/100 lx (Base: 17.99 m²)

SALA CONTROL / Previsualización Ray-Trace 1



SALA CONTROL / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 36

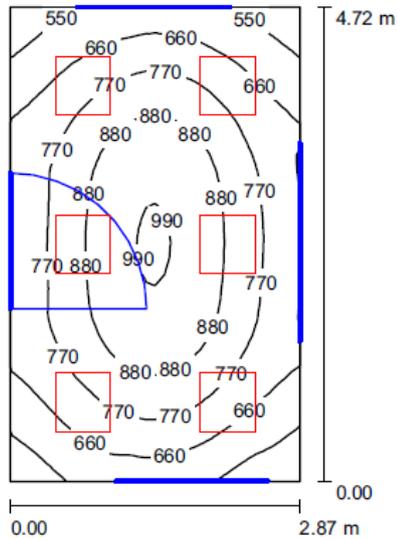
Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.315 m, 0.315 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
543	277	753	0.510	0.368

LABORATORIO / Resumen



Altura del local: 3.150 m, Altura de montaje: 3.150 m

Valores en Lux, Escala 1:61

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	758	469	1002	0.619
Suelo	20	596	432	721	0.724
Techo	70	127	104	142	0.819
Paredes (4)	50	312	97	612	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

UGR

Pared izq 17
Pared inferior 17
(CIE, SHR = 0.25.)

Longi-

Tran

al eje de luminaria

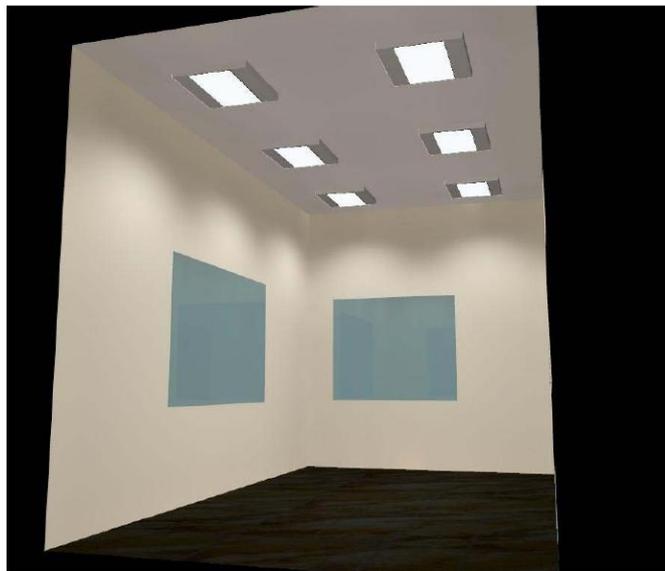
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 0.00%.

Lista de piezas - Luminarias

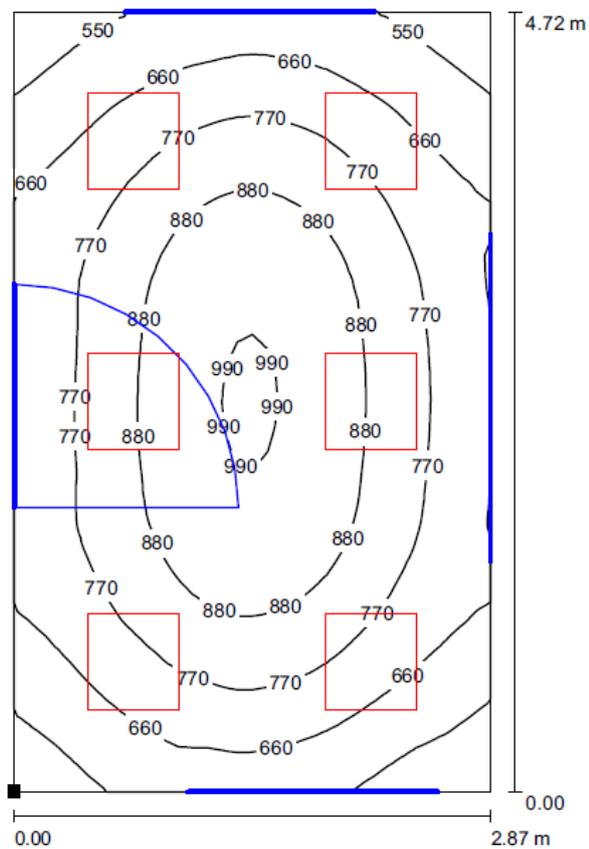
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	OD-6252 4x14W T5 OD-6252 4x14 W T5 (1.000)	3703	5400	66.0
			Total: 22217	Total: 32400	396.0

Valor de eficiencia energética: 29.24 W/m² = 3.86 W/m²/100 lx (Base: 13.54 m²)

LABORATORIO / Previsualización Ray-Trace 1



LABORATORIO / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 37

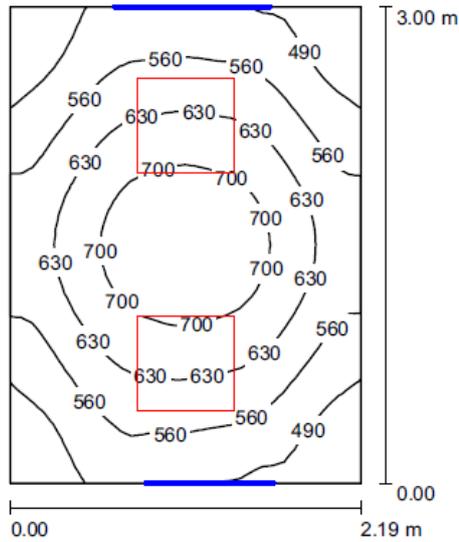
Situación de la superficie en el local:
Punto marcado:
(7.146 m, 2.295 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
758	469	1002	0.619	0.468

DESPACHO / Resumen



Altura del local: 3.150 m, Altura de montaje: 3.150 m

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	591	425	756	0.720
Suelo	20	414	341	478	0.822
Techo	70	105	75	124	0.715
Paredes (4)	50	261	74	716	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

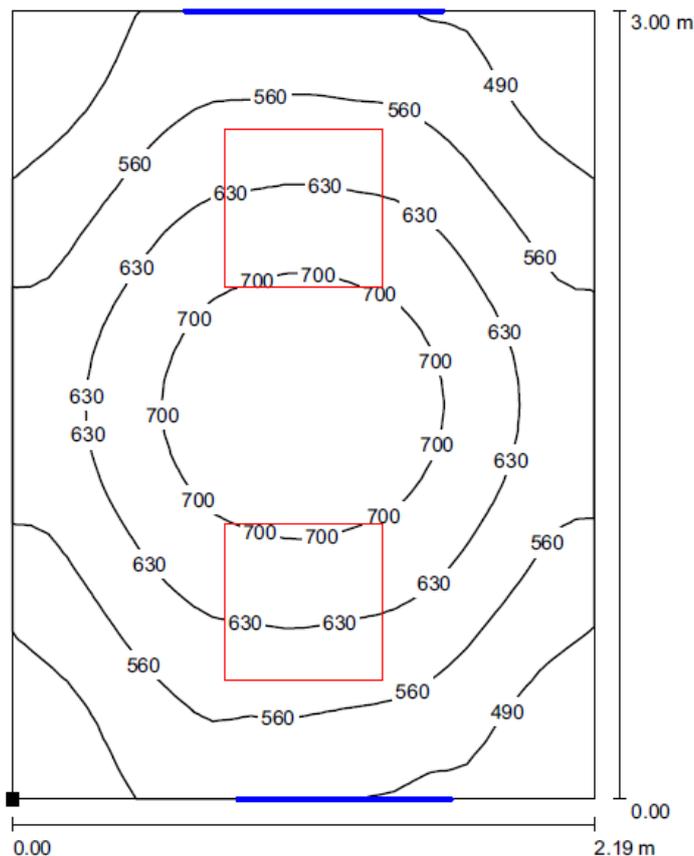
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 0.00%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	OD-3241 4x24W T5 OD-3241 4x24W T5 (1.000)	4935	7000	106.0
			Total: 9871	Total: 14000	212.0

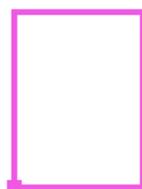
Valor de eficiencia energética: $32.31 \text{ W/m}^2 = 5.47 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.56 m^2)

DESPACHO / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 24

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (4.845 m, 4.019 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]
591

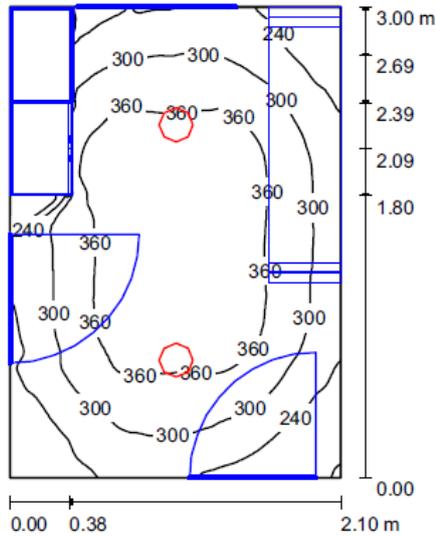
E_{min} [lx]
425

E_{max} [lx]
756

E_{min} / E_m
0.720

E_{min} / E_{max}
0.562

VESTUARIO / Resumen



Altura del local: 2.750 m, Altura de montaje: 2.859 m

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	314	132	409	0.420
Suelo	20	174	5.03	246	0.029
Techo	70	43	29	52	0.680
Paredes (4)	50	90	1.20	313	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

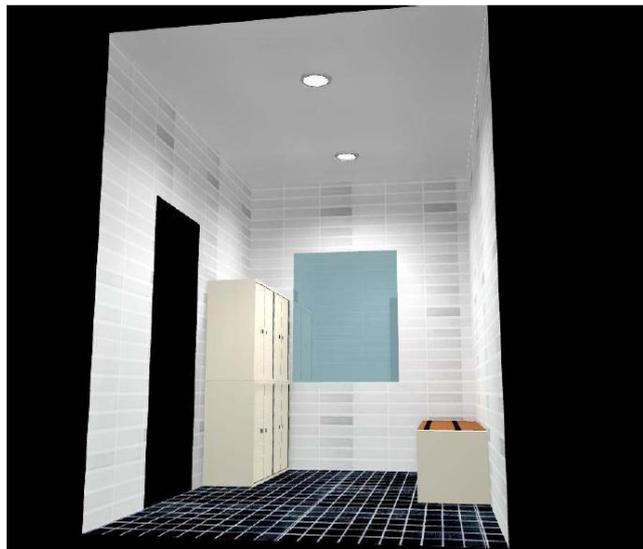
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 95.97%.

Lista de piezas - Luminarias

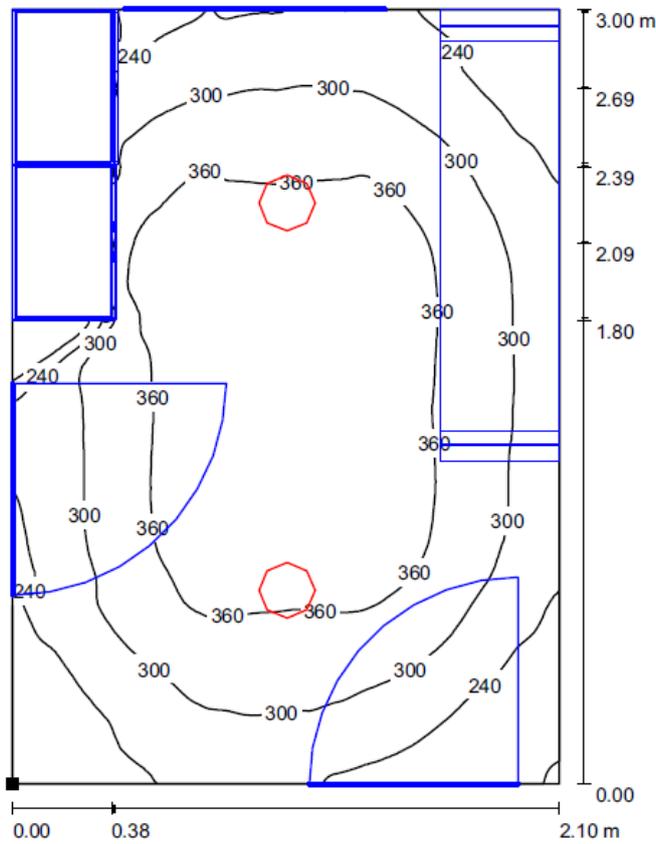
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Zumtobel Staff 60811060/64/68 FD 1000 LF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH (1.000)	2182	3600	52.0
			Total: 4364	Total: 7200	104.0

Valor de eficiencia energética: $16.51 \text{ W/m}^2 = 5.25 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.30 m^2)

VESTUARIO / Previsualización Ray-Trace 1

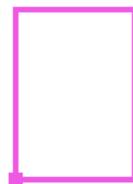


VESTUARIO / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 24

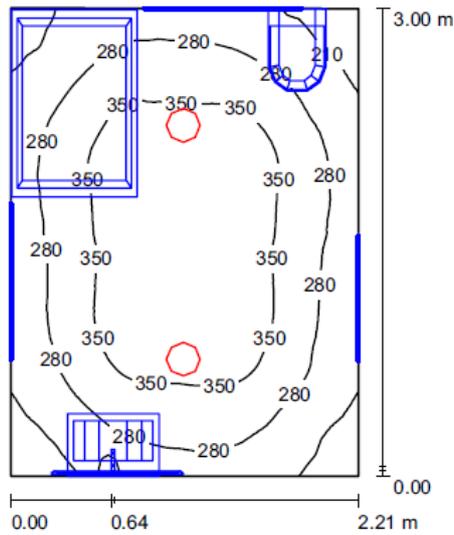
Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (2.635 m, 4.015 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
314	132	409	0.420	0.322

ASEO / Resumen



Altura del local: 2.750 m, Altura de montaje: 2.859 m

Valores en Lux, Escala 1:39

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	305	85	405	0.280
Suelo	20	178	1.65	251	0.009
Techo	70	47	35	55	0.746
Paredes (4)	50	105	18	317	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 97.66%.

Lista de piezas - Luminarias

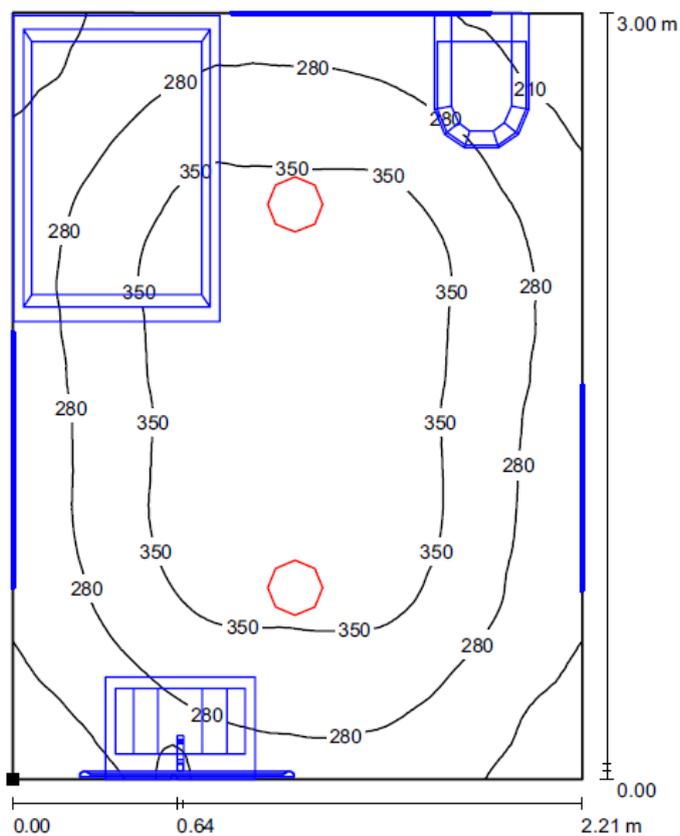
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Zumtobel Staff 60811060/64/68 FD 1000 LF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH (1.000)	2182	3600	52.0
Total:			4364	7200	104.0

Valor de eficiencia energética: $15.69 \text{ W/m}^2 = 5.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 6.63 m^2)

ASEO / Previsualización Ray-Trace 1

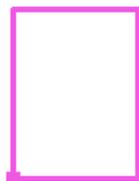


ASEO / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 24

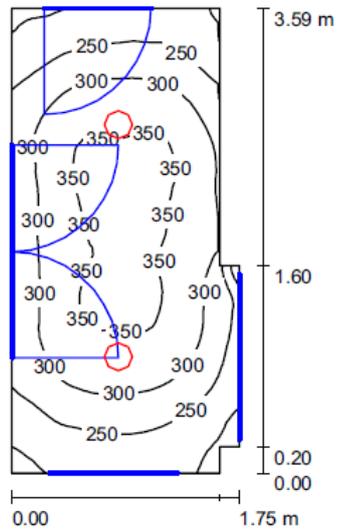
Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.315 m, 4.015 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
305	85	405	0.280	0.211

HALL / Resumen



Altura del local: 2.750 m, Altura de montaje: 2.859 m

Valores en Lux, Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	294	161	372	0.549
Suelo	20	201	128	232	0.638
Techo	70	40	31	52	0.779
Paredes (8)	50	100	27	280	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

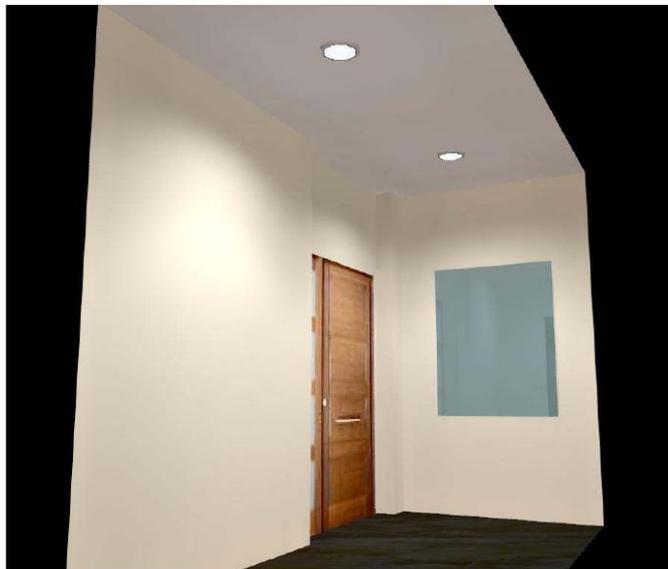
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

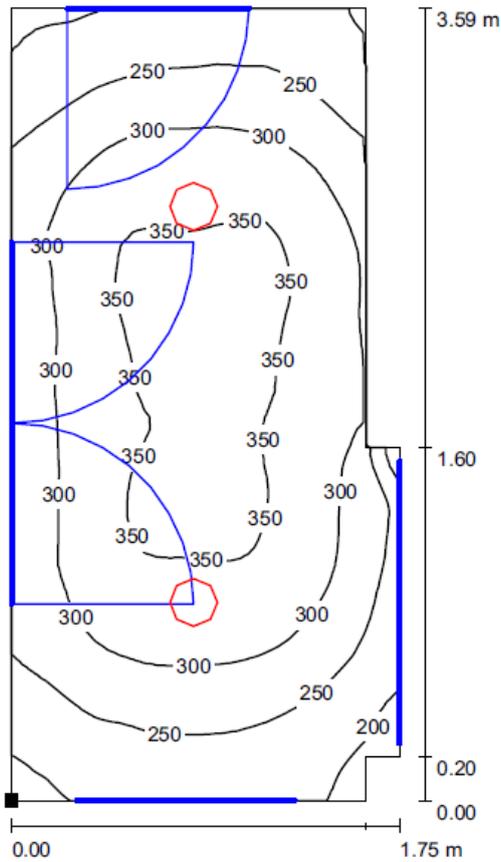
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Zumtobel Staff 60811060/64/68 FD 1000 LF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH (1.000)	2182	3600	52.0
Total:			4364	Total: 7200	104.0

Valor de eficiencia energética: 17.47 W/m² = 5.95 W/m²/100 lx (Base: 5.95 m²)

HALL / Previsualización Ray-Trace 1



HALL / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 29

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (5.435 m, 0.315 m, 0.850 m)

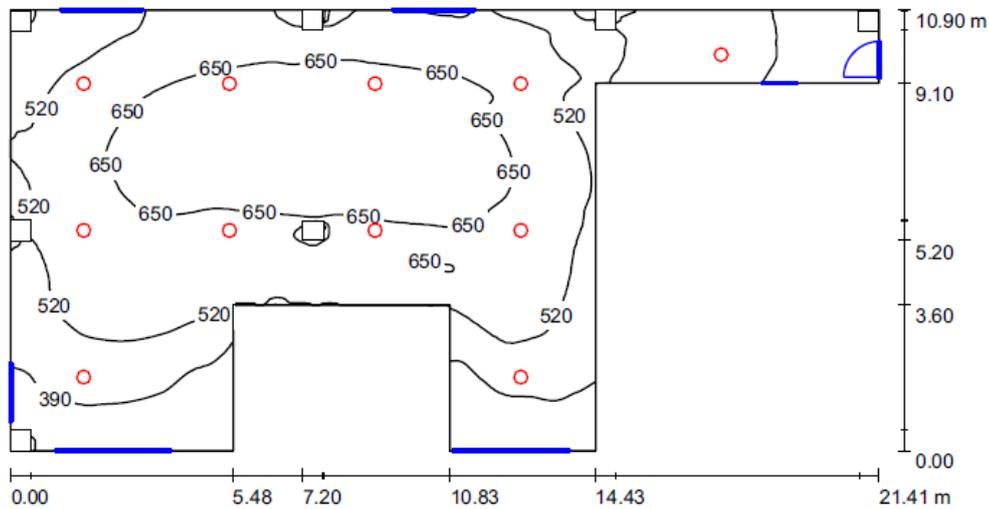


Trama: 32 x 64 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
294	161	372	0.549	0.433

2.2 EDIFICIO DE PRETRATAMIENTO

SALA DE CANALES DESBASTES / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 6.000 m

Valores en Lux, Escala 1:154

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	544	141	763	0.259
Suelo	20	491	127	689	0.258
Techo	70	135	58	256	0.430
Paredes (15)	50	299	29	2950	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

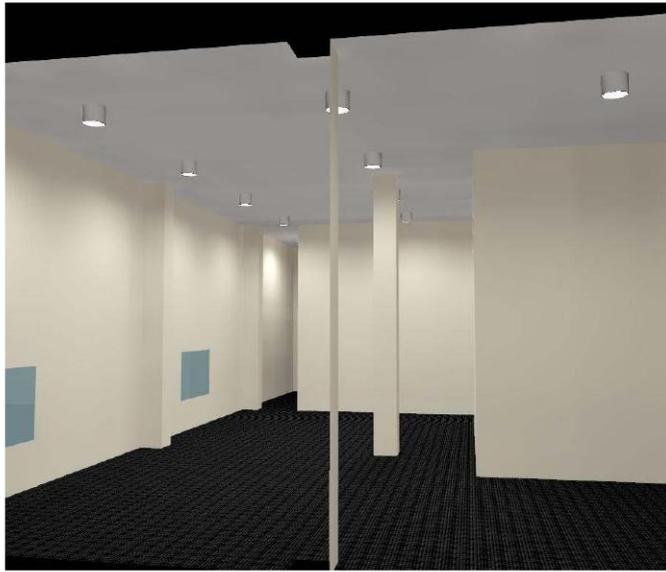
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 46.50%.

Lista de piezas - Luminarias

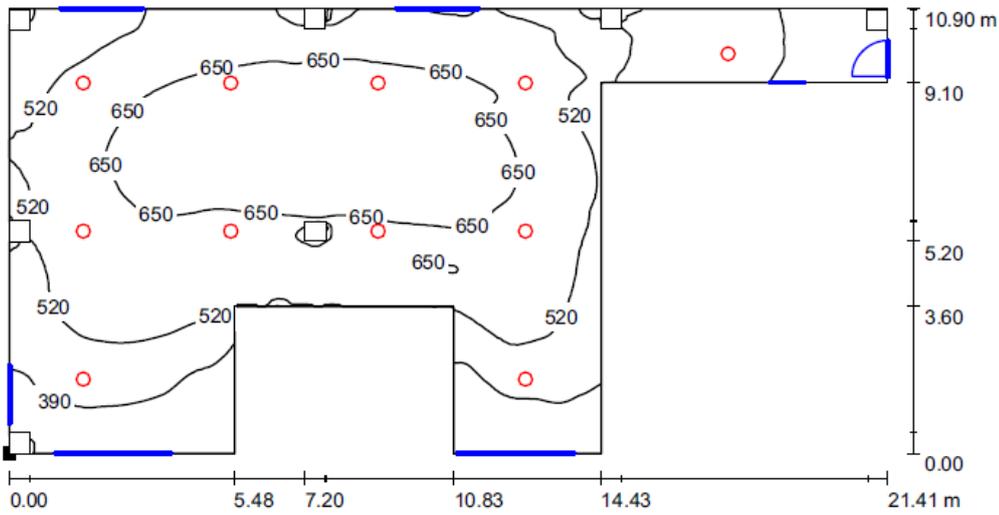
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	ODEL-LUX, GRUPO LLEDÓ CATALOGO LEDBAY 175 115° (1.000)	17331	17327	175.0
Total:			190637	Total: 190597	1925.0

Valor de eficiencia energética: 12.79 W/m² = 2.35 W/m²/100 lx (Base: 150.54 m²)

SALA DE CANALES DESBASTES / Previsualización Ray-Trace 1

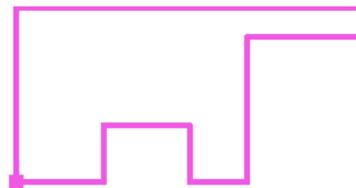


SALA DE CANALES DESBASTES / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 154

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (0.160 m, 0.160 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

E_m [lx]
544

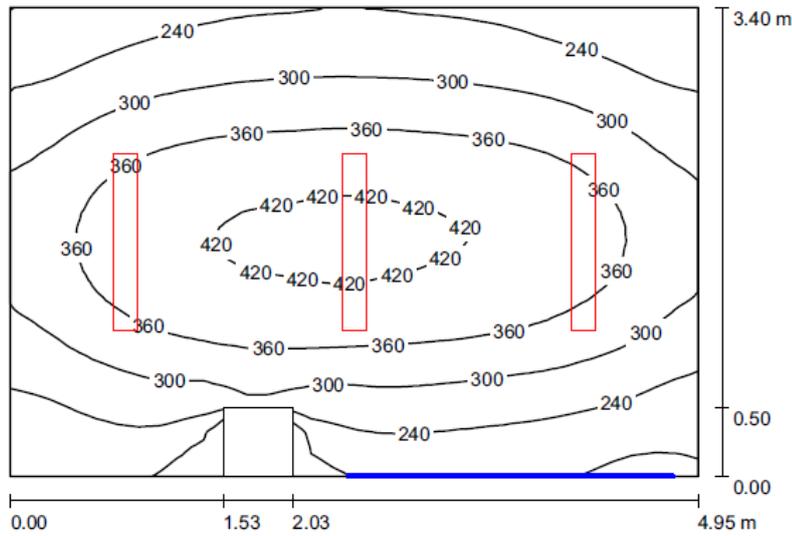
E_{min} [lx]
141

E_{max} [lx]
763

E_{min} / E_m
0.259

E_{min} / E_{max}
0.184

GRUPO ELECTROGENO / Resumen



Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	314	143	436	0.456
Suelo	20	235	125	297	0.530
Techo	70	116	61	240	0.526
Paredes (4)	50	194	39	648	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

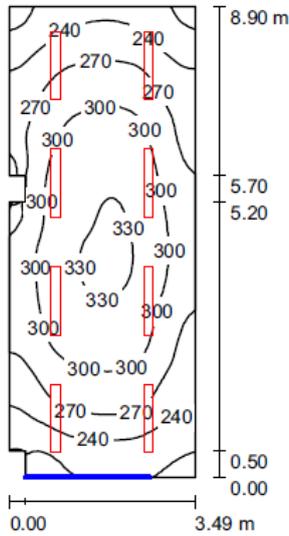
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 84.77%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	OD-8553 2*36 CATALOGO OD 8553 2*36w (1.000)	4616	6700	96.0
			Total: 13849	Total: 20100	288.0

Valor de eficiencia energética: $17.11 \text{ W/m}^2 = 5.45 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 16.84 m^2)

SALA ELECTRICA / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m

Valores en Lux, Escala 1:115

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	279	192	335	0.689
Suelo	20	233	167	273	0.717
Techo	70	182	127	311	0.698
Paredes (10)	50	263	82	1100	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

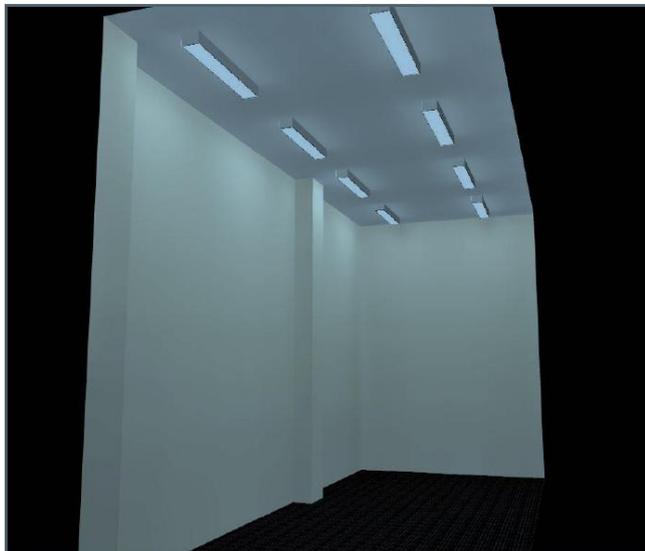
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

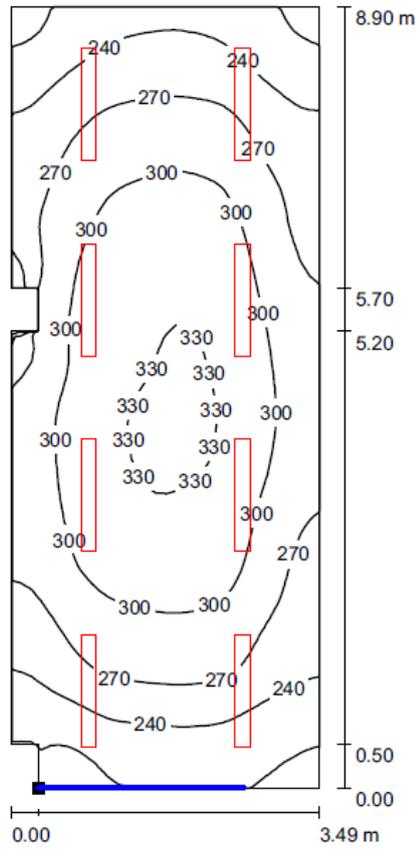
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	OD-8553 2*36 CATALOGO OD 8553 2*36w (1.000)	4616	6700	96.0
Total:			36930	53600	768.0

Valor de eficiencia energética: $24.97 \text{ W/m}^2 = 8.94 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 30.76 m^2)

SALA ELECTRICA / Previsualización Ray-Trace 1

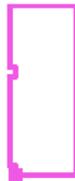


SALA ELECTRICA / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 70

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (15.085 m, 0.160 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 64 Puntos

E_m [lx]
279

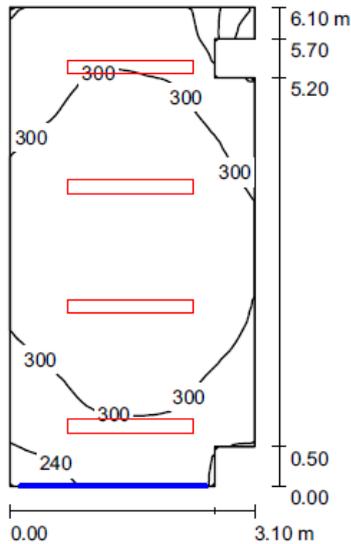
E_{min} [lx]
192

E_{max} [lx]
335

E_{min} / E_m
0.689

E_{min} / E_{max}
0.574

ALMACEN DE TALLER / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	305	91	361	0.297
Suelo	20	243	104	279	0.429
Techo	70	220	124	411	0.561
Paredes (10)	50	293	39	1110	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 16 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

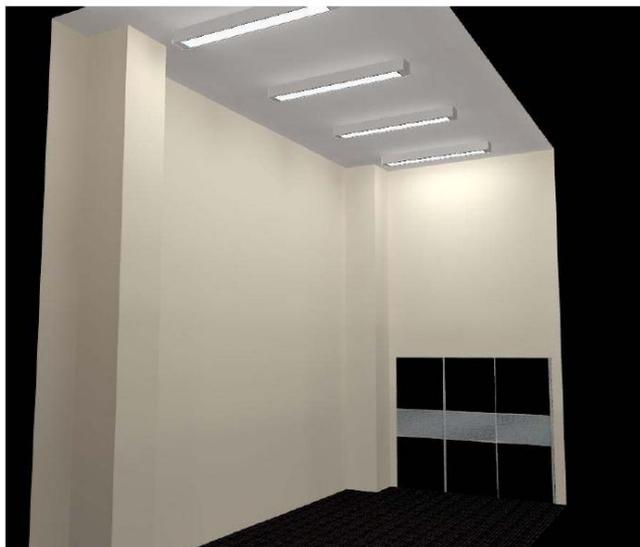
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

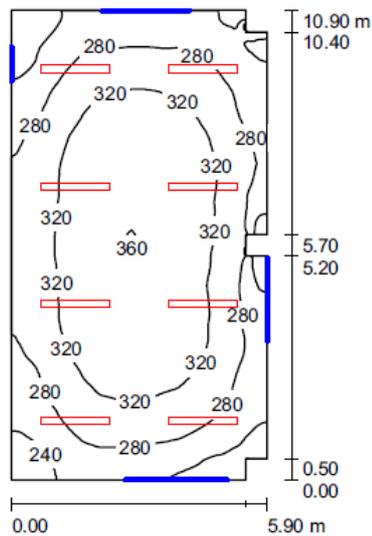
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	OD-8553 2*58 CATALOGO OD 8553 2*58w (1.000)	7166	10400	150.0
Total:			28662	41600	600.0

Valor de eficiencia energética: $32.59 \text{ W/m}^2 = 10.69 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 18.41 m^2)

ALMACEN DE TALLER / Previsualización Ray-Trace 1



SALA DESHIDRATACION / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.000 m

Valores en Lux, Escala 1:140

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	301	204	362	0.679
Suelo	20	262	194	311	0.741
Techo	70	139	88	324	0.634
Paredes (12)	50	243	105	515	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

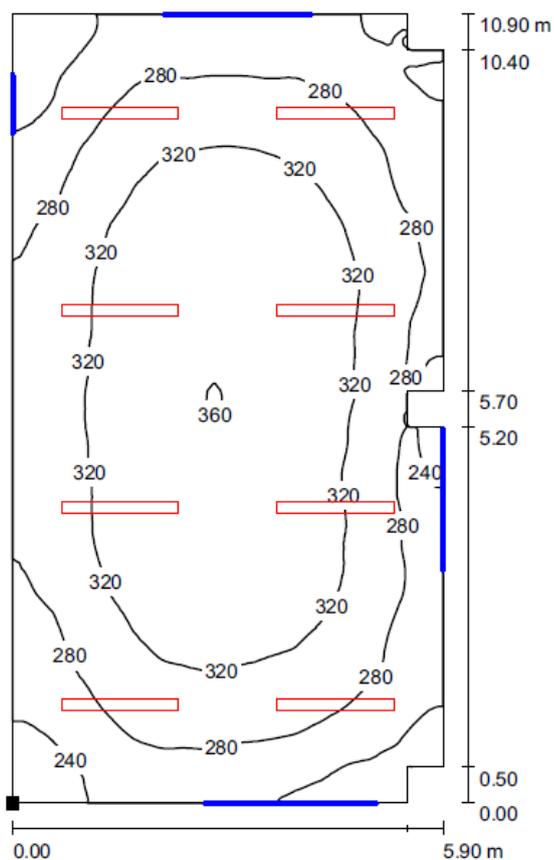
Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	OD-8553 2*58 CATALOGO OD 8553 2*58w (1.000)	7166	10400	150.0
			Total: 57325	Total: 83200	1200.0

Valor de eficiencia energética: $18.88 \text{ W/m}^2 = 6.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 63.56 m^2)

SALA DESHIDRATACION / Previsualización Ray-Trace 1



SALA DESHIDRATACION / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 86

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (21.775 m, 0.160 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 64 Puntos

E_m [lx]
301

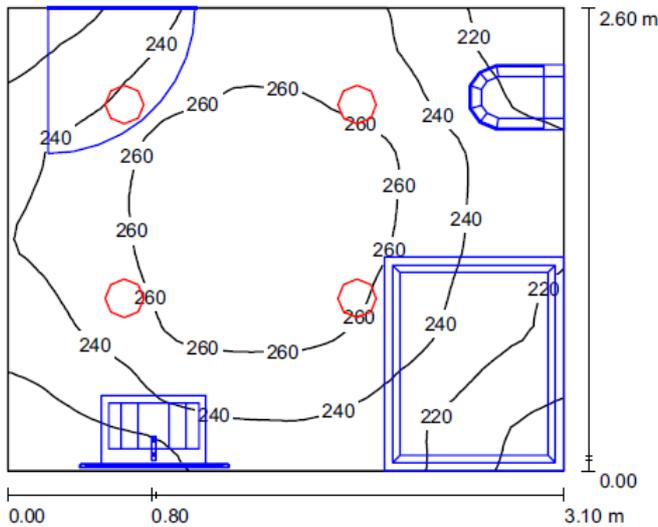
E_{min} [lx]
204

E_{max} [lx]
362

E_{min} / E_m
0.679

E_{min} / E_{max}
0.564

ASEO / Resumen



Altura del local: 5.000 m, Altura de montaje: 5.123 m

Valores en Lux, Escala 1:34

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	242	190	276	0.783
Suelo	20	155	8.22	211	0.053
Techo	70	89	57	115	0.644
Paredes (4)	50	170	24	583	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 32 x 32 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

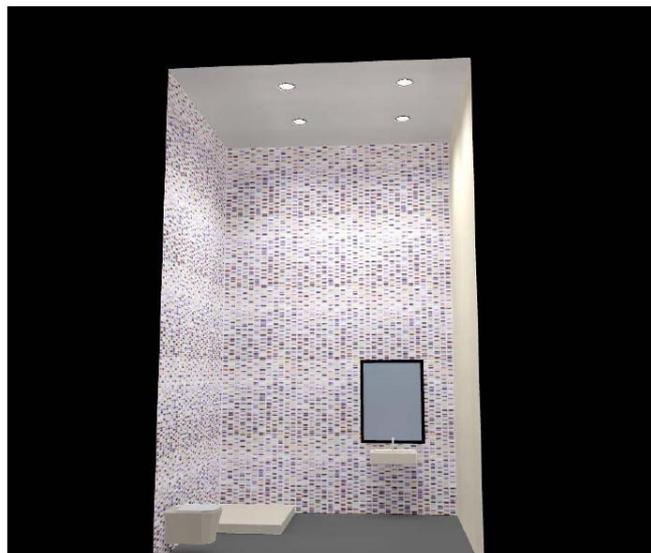
Porcentaje de puntos con menos de 400 lx (para IEQ-7): 100.00%.

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Zumtobel Staff 60811060/64/68 FD 1000 LF 2/26W TC-DEL EVG 200 WH (1.000)	2182	3600	52.0
			Total: 8728	Total: 14400	208.0

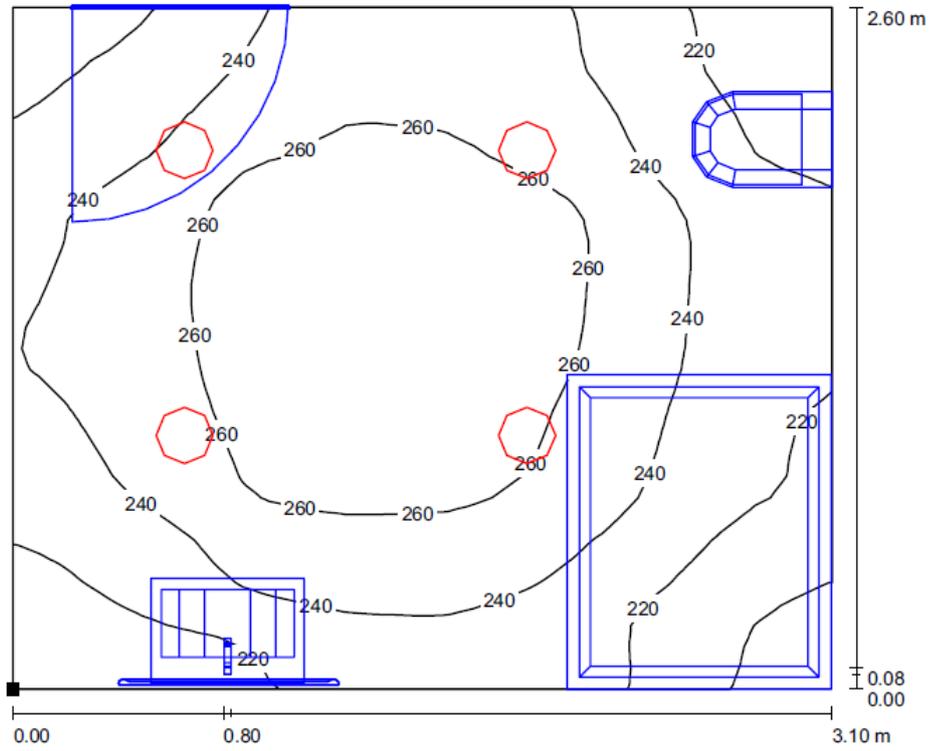
Valor de eficiencia energética: 25.83 W/m² = 10.66 W/m²/100 lx (Base: 8.05 m²)

ASEO / Previsualización Ray-Trace 1





ASEO / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 23

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (18.475 m, 6.462 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

E_m [lx]
242

E_{min} [lx]
190

E_{max} [lx]
276

E_{min} / E_m
0.783

E_{min} / E_{max}
0.687

3 ILUMINACIÓN EXTERIOR

BEGA 6896 1 HIT-CE/S 150W / Hoja de datos de luminarias

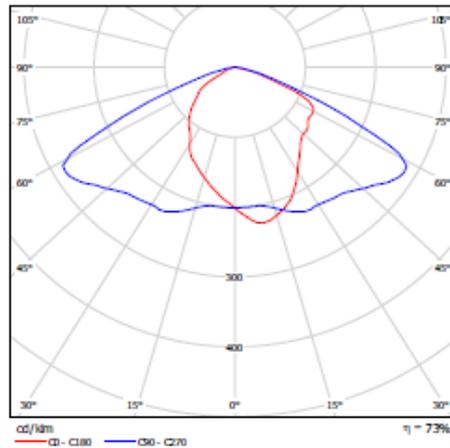


Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 42 79 98 100 73

BEGA-Wandleuchte Nr. 6896 - asymmetrische, bandförmige Lichtstärkeverteilung - für 1 Halogen-Metaldampflampe HIT-CE/S 150 Watt, 14.500 Lumen oder für 1 Natriumdampf-Hochdrucklampe HST-MF 150 Watt, 17.500 Lumen, Schutzart IP 66.

Die Leuchte besteht aus Aluminiumguss, Aluminium und Edelstahl, Farbe Grafit.
Klares Sicherheitsglas und Reflektor aus eloxiertem Reinaluminium.
Schwenkbereich um die waagerechte Achse +90° bis -30° in 10°-Schritten.
Schnellverschluss zum werkzeuglosen Öffnen.
2 Leitungseinführungen zur Durchverdrahtung der Netzanschlussleitung bis ø 10,5 mm max. 3 x 1,5 qmm.
Abmessungen: 290 x 600 x 105 mm.
Montageplatte-Durchmesser 130 mm.

Emisión de luz 1:

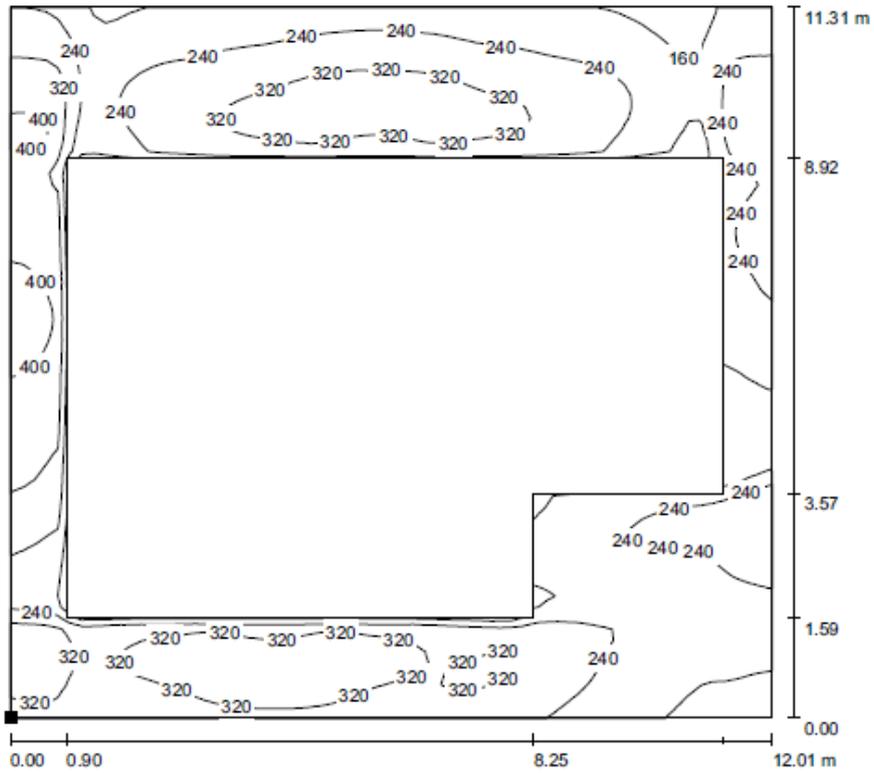


Para esta luminaria no puede presentarse ninguna tabla UGR porque carece de atributos de simetría.

Existencias:

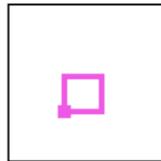
•2 x

Escena exterior 1 / Superficie de cálculo 2 / Isolíneas (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 89

Situación de la superficie en la escena exterior:
Punto marcado:
(6.900 m, -4.800 m, 0.800 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
266

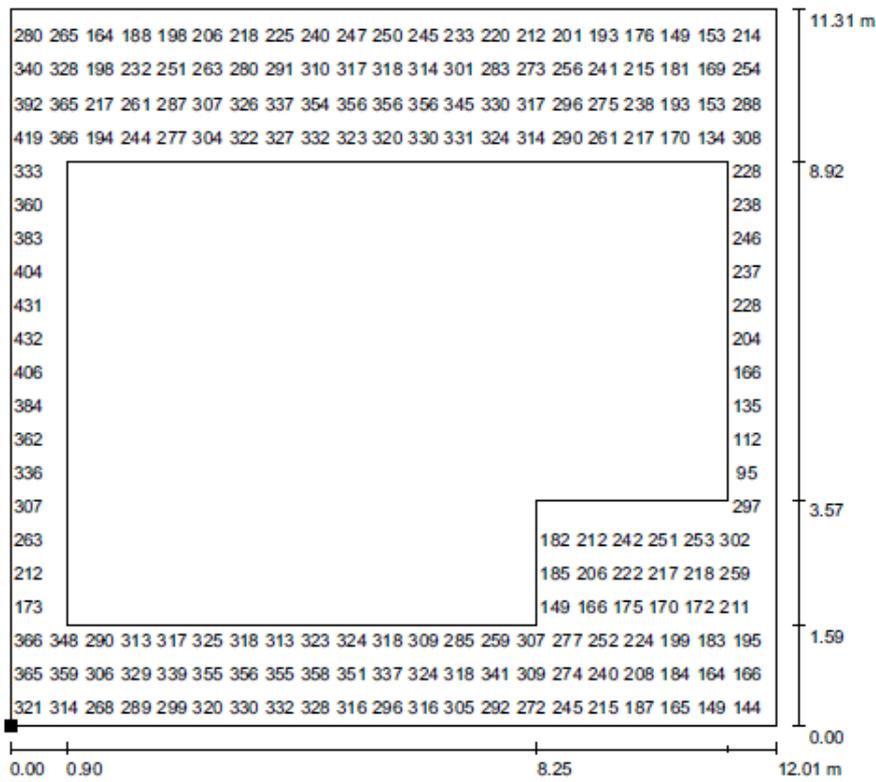
E_{min} [lx]
83

E_{max} [lx]
437

E_{min} / E_m
0.311

E_{min} / E_{max}
0.189

Escena exterior 1 / Superficie de cálculo 2 / Gráfico de valores (E, perpendicular)



Valores en Lux, Escala 1 : 89

No pudieron representarse todos los valores calculados.

Situación de la superficie en la escena exterior:
 Punto marcado:
 (6.900 m, -4.800 m, 0.800 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

E_m [lx]
266

E_{min} [lx]
83

E_{max} [lx]
437

E_{min} / E_m
0.311

E_{min} / E_{max}
0.189

Escena exterior 1 / Rendering (procesado) en 3D

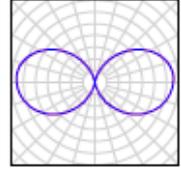


BALIZAS

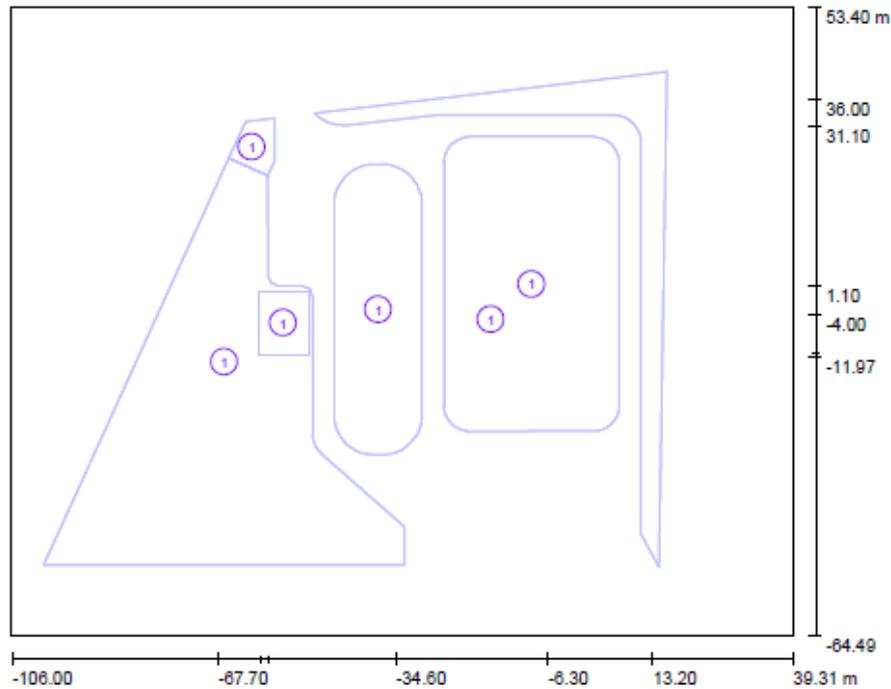
Escena exterior 1 / Lista de luminarias

34 Pieza BEGA 8430
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 1848 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 3200 lm
 Potencia de las luminarias: 46.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 49
 Código CIE Flux: 09 33 65 49 58
 Lámpara: 1 x TC-TELI 42W (Factor de corrección 1.000).

Dispone de una imagen de la luminaria en nuestro catálogo de luminarias.



Escena exterior 1 / Objetos (plano de situación)



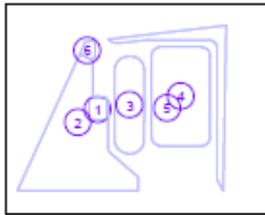
Escala 1 : 1039

Objeto-Lista de piezas

N°	Pieza	Designación
1	6	Cuerpo de extrusión

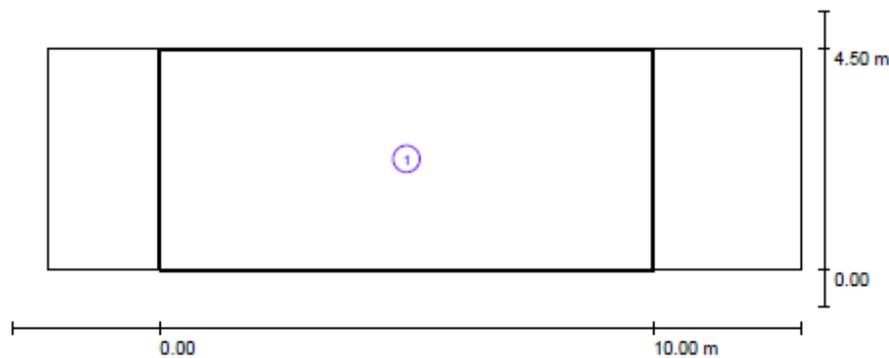
Escena exterior 1 / Objetos (lista de coordenadas)

Cuerpo de extrusión



Nº	Posición [m]			Tamaño [m]			Rotación [°]		
	X	Y	Z	L	A	H	X	Y	Z
1	-58.348	-11.973	0.000	9.300	11.927	4.650	0.0	0.0	0.0
2	-67.700	-4.000	0.000	67.126	76.314	0.200	0.0	0.0	0.0
3	-34.600	1.100	0.000	16.372	54.476	0.200	0.0	0.0	0.0
4	-6.300	-11.500	0.000	32.684	55.235	0.200	0.0	0.0	0.0
5	13.200	36.000	0.000	65.609	92.738	1.000	0.0	0.0	0.0
6	-59.900	31.100	0.000	8.584	10.825	0.200	0.0	0.0	0.0

Calle 1 / Resultados luminotécnicos



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:115

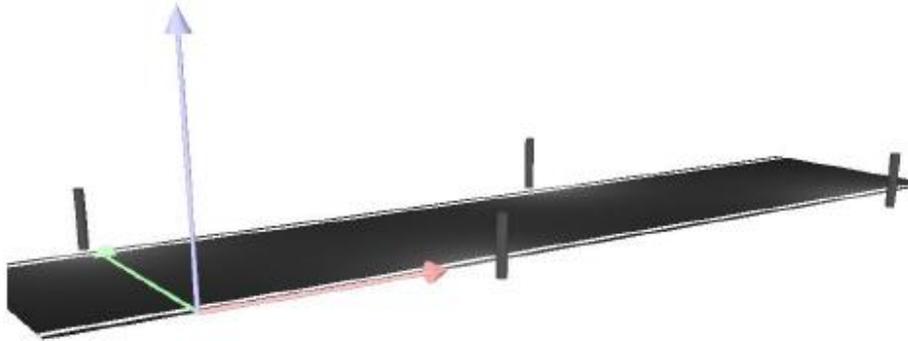
Lista del recuadro de evaluación

- 1 Recuadro de evaluación Calzada 1
 Longitud: 10.000 m, Anchura: 4.500 m
 Trama: 10 x 3 Puntos
 Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.
 Clase de iluminación seleccionada: S3
 Clase de iluminación adicional ES: ES6

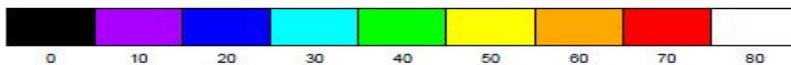
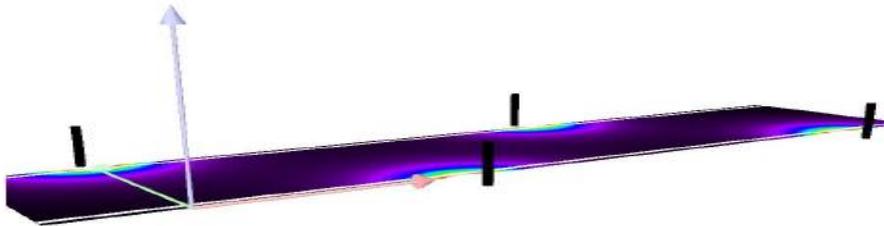
(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

Valores reales según cálculo:	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]
Valores de consigna según clase:	5.93	2.05	5.40
Cumplido/No cumplido:	≥ 7.50	≥ 1.50	≥ 1.50
	X	✓	✓

Calle 1 / Rendering (procesado) en 3D

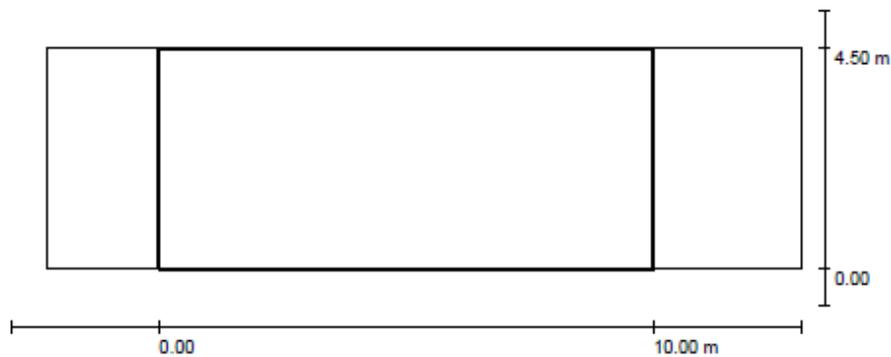


Calle 1 / Rendering (procesado) de colores falsos



lx

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Sumario de los resultados



Factor mantenimiento: 0.80

Escala 1:115

Trama: 10 x 3 Puntos

Elemento de la vía pública respectivo: Calzada 1.

Clase de iluminación seleccionada: S3

Clase de iluminación adicional ES: ES6

(No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)
 (No se cumplen todos los requerimientos fotométricos.)

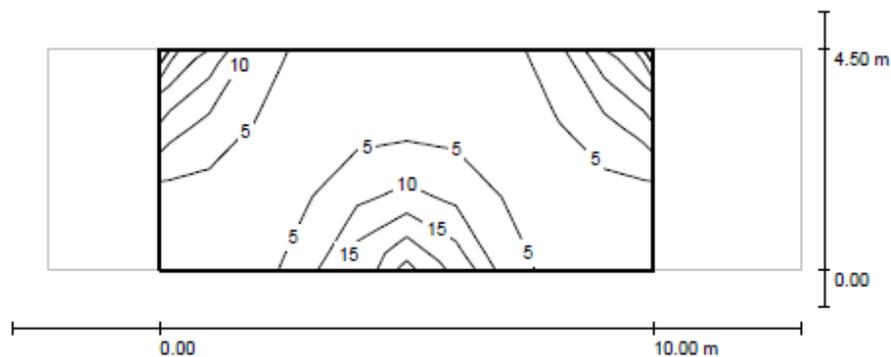
Valores reales según cálculo:

Valores de consigna según clase:

Cumplido/No cumplido:

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{min} (semicil.) [lx]
5.93	2.05	5.40
≥ 7.50	≥ 1.50	≥ 1.50
X	✓	✓

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Isolíneas (E)

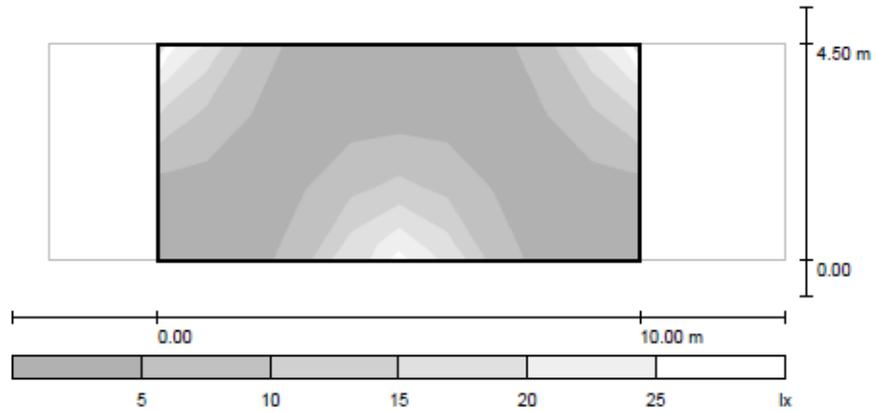


Valores en Lux, Escala 1 : 115

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
5.93	2.05	19	0.345	0.108

Calle 1 / Recuadro de evaluación Calzada 1 / Gama de grises (E)



Escala 1 : 115

Trama: 10 x 3 Puntos

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
5.93	2.05	19	0.345	0.108

