



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

Grado en Ingeniería Eléctrica

TRABAJO FIN DE GRADO

TFG. Nº: **770G02A109**

TÍTULO: **DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGETICA DE LAS MISMAS**

AUTOR: **CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN**

TUTOR: **MANUEL ÁNGEL GRAÑA LÓPEZ**

FECHA: **JULIO DE 2015**

Fdo.: EL AUTOR

Fdo.: EL TUTOR

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ÍNDICE GENERAL

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

1. ÍNDICE GENERAL

2. MEMORIA

2.1 OBJETO

2.2 ALCANCE

2.3 ANTECEDENTES

2.4 NORMAS Y REFERENCIAS

2.4.1 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

2.4.2 BIBLIOGRAFÍA

2.4.3 PROGRAMAS DE CÁLCULO

2.4.4 OTRAS REFERENCIAS

2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

2.6 REQUISITOS DE DISEÑO

2.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

2.8 RESULTADOS FINALES

2.9 ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

3. ANEXOS

3.1 ANEXO I - ILUMINACIÓN

3.1.1 OBJETO

3.1.2 MEMORIA DEL ANEXO

3.1.3 E_M , R_A , UGR

3.1.4 RESUMEN DE LA INSTALACIÓN

3.1.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

3.1 ANEXO I - CONTRAINCENDIOS**3.2.1 OBJETO****3.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN****3.2.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA****3.2.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULOS DEL NIVEL DE RIESGO****3.2.5 EVALUACIÓN DEL NIVEL INTRÍNSECO EN EL ÁREA DE INCENDIO****3.2.6 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE E. INDUSTRIALES****3.2.7 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTOR DE INCENDIO****3.2.8 MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUÍDA****3.2.9 MATERIALES****3.2.10 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES****3.2.11 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES****3.2.12 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO****3.2.13 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES PCI****3.3 ANEXO III - CONTRAINCENDIOS****3.3.1 OBJETO****3.3.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA****3.3.3 MÉTODO DE CÁLCULO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA****3.3.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS UTILIZADAS****3.3.5 TABLA RESULTADOS****3.3.6 ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LOCALES****3.3.7 UBICACIÓN DE LUMINARIAS EN LOCALES****3.4 ANEXO IV – LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN****3.4.1 OBJETO****3.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO****3.4.3 CRITERIOS DE DISEÑO EN LA SECCIÓN****3.4.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LA LÍNEA**

3.5 ANEXO V – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**3.5.1 OBJETO****3.5.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES****3.5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT****3.5.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS CGMCOSMOS****3.5.5 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA****3.5.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN****3.5.7 CÁLCULOS****3.5.8 RESUMEN DE PARÁMETROS****3.6 ANEXO VI – INSTALACIONES ELÉCTRICAS****3.6.1 OBJETO****3.6.2 EMPRESA SUMINISTRADORA****3.6.3 CONSIDERACIONES GENERALES****3.6.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL****3.6.5 DESCRIPCIÓN DE MÁQUINAS****3.6.6 PREVISIÓN DE CARGAS****3.6.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS****3.6.8 CUADROS GENERALES****3.6.9 CUADROS SECUNDARIOS****3.6.10 LÍNEAS****3.6.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN****3.6.12 PROTECCIONES****3.6.13 INSTALACIÓN DE FUERZA****3.6.14 DEFINICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA****3.6.15 FILTRO CONDENSADOR****3.6.16 DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN****3.6.17 CÁLCULOS DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO****3.6.18 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES****3.6.19 CÁLCULO DEL FILTRO CONDENSADOR****3.6.20 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**

3.7 ANEXO VII – FILTRO DE SECUENCIA**3.7.1 OBJETO****3.7.2 SISTEMAS DESEQUILIBRADOS****3.7.3 MEDICIONES DE LA POTENCIA ELÉCTRICA****3.7.4 MEJORAS EN LA EFICIENCIA****3.7.5 TEOREMA DE STOKVIS-FORTESCUE****3.7.6 CIRCUITOS EQUIVALENTES****3.7.7 FILTRO DE SECUENCIA****3.7.8 CÁLCULO DEL FILTRO DE SECUENCIA****3.7.9 INSTALACIÓN DEL FILTRO****3.7.10 CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS****3.8 ANEXO VIII – GENERACIÓN HÍBRIDA****3.8.1 OBJETO****3.8.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES EÓLICA****3.8.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES FOTOVOLTAICA****3.8.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN****3.8.5 CÁLCULO DE PRODUCCIÓN****3.8.6 COMPONENTES INSTALACIÓN****3.9 ANEXO IX – GRUPO ELECTRÓGENO****3.9.1 OBJETO****3.9.2 SUMINISTROS DE SEGURIDAD****3.9.3 OBLIGACIÓN DE INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE SEGURIDAD****3.9.4 CLASIFICACIÓN DE GENERACIÓN****3.9.5 PROGRAMA DE NECESIDADES****3.9.6 EMPLAZAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL****3.9.7 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO****3.9.8 CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PROTECCIONES**

3.10 ANEXO X – FONTANERÍA**3.10.1 OBJETO****3.10.2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS****3.10.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES****3.10.4 PÉRDIDA DE CARGA****3.10.5 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES****3.11 ANEXO XI – SANEAMIENTO****3.11.1 OBJETO****3.11.2 NORMATIVA****3.11.3 MÉTODOS DE CÁLCULO****3.11.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN****3.11.5 RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN****3.11.6 RED DE BAJANTES****3.11.7 RED DE COLECTORES****3.11.8 FOSA SÉPTICA****3.11.9 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE EVACUACIÓN DE RESIDUALES****3.11.10 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES****3.12 ANEXO XII – INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA****3.12.1 OBJETO****3.12.2 APLICACIÓN DE LA NORMATIVA****3.12.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN****3.12.4 CONDICIONES GENERALES****3.12.5 PROTECCIONES****3.12.6 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN****3.12.7 RESULTADOS OBTENIDOS****3.12.8 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN**

4. PLANOS

- 4.1 PLANO DE SITUACIÓN**
- 4.2 PLANO DE EMPLAZAMIENTO**
- 4.3 PLANO DE DISTRIBUCIÓN PS**
- 4.4 PLANO DE DISTRIBUCIÓN PB**
- 4.5 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PISTAS DE TENIS**
- 4.6 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PISTAS DE PÁDEL**
- 4.7 PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PS**
- 4.8 PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PB**
- 4.9 PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PISTAS DE TENIS**
- 4.10. PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PISTAS DE PÁDEL**
- 4.11 PLANO DE SECCIÓN**
- 4.12 PLANO DE ALUMBRADO PS**
- 4.13 PLANO DE ALUMBRADO PB**
- 4.14 PLANO DE ALUMBRADO PISTAS DE TENIS**
- 4.15 PLANO DE ALUMBRADO PISTAS DE PÁDEL**
- 4.16 PLANO DE CONTRAINCENDIOS PS**
- 4.17 PLANO DE CONTRAINCENDIOS PB**
- 4.18 PLANO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA PS**
- 4.19 PLANO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA PB**
- 4.20 PLANO DE FUERZA PS**
- 4.21 PLANO DE FUERZA PB**
- 4.22 PLANO DE LÍNEA AÉREA MT – ENTRONQUE**
- 4.23 PLANO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA MT**
- 4.24 PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**
- 4.25 ESQUEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDA**
- 4.26 PLANO DE GRUPO ELECTRÓGENO**
- 4.27 PLANO DE FONTANERÍA PS**
- 4.28 PLANO DE FONTANERÍA PB**
- 4.29 PLANO DE SANEAMIENTO PS**
- 4.30 PLANO DE SANEAMIENTO PB**
- 4.31 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE TEJADOS (I)**
- 4.32 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE TEJADOS (II)**

- 4.33 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES PS**
- 4.34 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES PB**
- 4.35 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE PISTAS DE PÁDEL**
- 4.36 ESQUEMA DE SOLAR TÉRMICA**
- 4.37 ESQUEMA UNIFILAR CPM**
- 4.38 ESQUEMA UNIFILAR CGA**
- 4.39 ESQUEMA UNIFILAR CGF**
- 4.40 ESQUEMA UNIFILAR CSA1**
- 4.41 ESQUEMA UNIFILAR CSA2**
- 4.42 ESQUEMA UNIFILAR CSA3**
- 4.43 ESQUEMA UNIFILAR CSA4**
- 4.44 ESQUEMA UNIFILAR CSA5**
- 4.45 ESQUEMA UNIFILAR CSF1**
- 4.46 ESQUEMA UNIFILAR CSF2**
- 4.47 ESQUEMA UNIFILAR CSF3**
- 4.48 ESQUEMA UNIFILAR CSF4**

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 OBJETO

5.1.1 OBJETO DEL PLIEGO

5.1.2 DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

5.1.3 COMPATIBILIDAD Y PRELACIÓN ENTRE DOCUMENTOS

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

5.2.1 DISPOSICIONES GENERALES

5.2.2 CONTRATOS

5.2.3 SEGUROS

5.2.4 GARANTÍAS

5.2.5 RECEPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

5.2.6 FINAL

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

5.3.1 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

5.3.2 OBLIGACIONES DE LOS OPERARIOS

5.3.3 MEDIOS AUXILIARES E IMPUESTOS

5.3.4 MATERIALES

5.3.5 AUMENTO O DISMINUCIÓN DE LAS OBRAS DEL CONTRATO**5.3.6 SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS****5.3.7 SEGURO DE INCENDIOS****5.3.8 PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS****5.3.9 SANCIONES POR RETRASO DE LAS OBRAS****5.3.10 CESIÓN DE TRASPASO****5.3.11 ATRIBUCIONES DE LA DIRECCIÓN DE LA OBRA****5.3.12 DOCUMENTACIÓN COMPLEMENTARIA****5.3.13 LIQUIDACIONES PARCIALES****5.3.14 RECEPCIÓN PROVISIONAL****5.3.15 PLAZO DE GARANTÍA DE LAS OBRAS****5.3.16 RECEPCIÓN DEFINITIVA****5.3.17 LIBRO DE ÓRDENES****5.3.18 DATOS DE LA OBRA****5.3.19 TRABAJOS NO PREVISTOS****5.3.20 FACILIDADES PARA INSPECCIÓN****5.3.21 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN****5.3.22 RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDADES PÚBLICAS****5.3.23 DOCUMENTOS QUE PUEDE RECLAMAR EL CONTRATISTA****5.3.24 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO****5.3.25 SEGURIDAD EN EL TRABAJO****5.3.26 SEGURIDAD PÚBLICA****5.3.17 RESCISIÓN DEL CONTRATO****5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS****5.4.1 OBJETO****5.4.2 CAMPO DE APLICACIÓN****5.4.3 CONDICIONES GENERALES****5.4.4 NORMAS****5.4.5 CONDICIONES A CUMPLIR POR LAS UNIDADES DE OBRA****5.5 DISPOSICIÓN FINAL**

6. ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ILUMINACIÓN

6.1.1 APARAMENTA DE ILUMINACIÓN

6.1.2 LUMINARIAS

6.2 CONTRAINCENDIOS

6.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

6.4 LÍNEA DE MT

6.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

6.5.1 OBRA CIVIL

6.5.2 EQUIPO DE MT

6.5.3 EQUIPO DE POTENCIA

6.5.4 EQUIPO DE BT

6.5.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

6.5.6 VARIOS

6.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.6.1 CABLEADO

6.6.2 CUADROS GENERALES

6.6.3 CUADROS SECUNDARIOS DE ALUMBRADO

6.6.4 CUADROS SECUNDARIOS DE FUERZA

6.6.5 BASES DE ENCHUFE

6.6.6 BATERÍA DE CONDENSADORES

6.7 FILTRO DE SECUENCIA

6.8 GENERACIÓN HÍBRIDA

6.9 GRUPO ELECTRÓGENO

6.10 FONTANERÍA

6.10.1 INSTALACIÓN GENERAL

6.10.2 TUBERÍAS

6.10.3 ACCESORIOS

6.11 SANEAMIENTO

6.12 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

7 PRESUPUESTO

7.1 ILUMINACIÓN

7.1.1 APARAMENTA DE ILUMINACIÓN

7.1.2 LUMINARIAS

7.2 CONTRAINCENDIOS

7.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

7.4 LÍNEA DE MT

7.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

7.5.1 OBRA CIVIL

7.5.2 EQUIPO DE MT

7.5.3 EQUIPO DE POTENCIA

7.5.4 EQUIPO DE BT

7.5.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

7.5.6 VARIOS

7.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

7.6.1 CABLEADO

7.6.2 CUADROS GENERALES

7.6.3 CUADROS SECUNDARIOS DE ALUMBRADO

7.6.4 CUADROS SECUNDARIOS DE FUERZA

7.6.5 BASES DE ENCHUFE

7.6.6 BATERÍA DE CONDENSADORES

7.7 FILTRO DE SECUENCIA

7.8 GENERACIÓN HÍBRIDA

7.9 GRUPO ELECTRÓGENO

7.10 FONTANERÍA

7.10.1 INSTALACIÓN GENERAL

7.10.2 TUBERÍAS

7.10.3 ACCESORIOS

7.11 SANEAMIENTO

7.12 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

7.13 RESUMEN Y PRESUPUESTO TOTAL

8 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 MEMORIA

8.1.1 OBJETO DE ESTE ESTUDIO

8.1.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

8.1.3 TRABAJOS PREVIOS A LA REALIZACIÓN DE LA OBRA

8.1.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS, VESTUARIOS, COMEDOR Y OFICINA DE OBRA

8.1.5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL DE OBRA

8.1.6 FASES DE EJECUCIÓN DE OBRA

8.1.7 MEDIOS AUXILIARES

8.1.8 MAQUINARIA DE OBRA

8.1.9 TRABAJOS CON RIESGOS ESPECIALES

8.1.10 CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS PREVISIBLES TRABAJOS POSTERIORES

8.2 PLIEGO DE CONDICIONES

8.2.1 NORMATIVA DE APLICACIÓN

8.2.2 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MEDIOS DE PROTECCIÓN

8.2.3 CONDICIONES TÉCNICAS DE LA MAQUINARIA

8.2.4 CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.2.5 ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD

8.2.6 OBLIGACIONES DE LAS PARTES IMPLICADAS

8.2.7 NORMAS PARA CERTIFICACIÓN DE ELEMENTOS DE SEGURIDAD

8.2.8 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

MEMORIA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DE MEMORIA

2.1 OBJETO	2
2.2 ALCANCE	2
2.3 ANTECEDENTES	3
2.4 NORMAS Y REFERENCIAS	3
2.4.1 Disposiciones Legales y Normas Aplicadas	3
2.4.2 Bibliografía.....	6
2.4.3 Programas de Cálculo.....	7
2.4.4. Otras Referencias	8
2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	8
2.6 REQUISITOS DE DISEÑO	9
2.7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	9
2.8 RESULTADOS FINALES	10
2.9 ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS.....	10

MEMORIA

2.1 OBJETO

El proyecto tiene como objeto el definir, describir y calcular, tanto técnica como económicamente, las instalaciones de un local social con optimización energética, a ejecutar de acuerdo con la legislación vigente, con el fin de realizar una explotación mediante su ejecución y conseguir las autorizaciones pertinentes por parte del Ministerio de Industria como de otros organismos oficiales de la administración.

Esta instalación comprende además el diseño de un centro de transformación de MT/BT destinado al suministro de energía para las instalaciones eléctricas a explorar.

El proyecto está formado por la memoria descriptiva en la que justificamos las soluciones adoptadas y, conjuntamente con los planos, anexos y pliego de condiciones, describe de forma unívoca el objeto del Proyecto.

Se ha tenido como referente el cumplimiento de todos los trámites legales a que están sujetos este tipo de instalaciones con objeto de obtener los oportunos permisos y licencias ante los Organismos correspondientes.

2.2 ALCANCE

Este proyecto tratará las instalaciones de un club social con optimización energética, de uso principal recreativo, abarcará los siguientes puntos:

- Distribución en planta de los locales para la optimización de su uso.
- Estudio del circuito eléctrico para servicios y alumbrado.
- Estudio de sistema contra-incendios.
- Estudio del circuito eléctrico para alumbrado de emergencia.
- Estudio del centro de transformación y línea subterránea de MT.
- Estudio del circuito eléctrico de fuerza.
- Estudio de mejora de la calidad de la energía
- Estudio de implementación de energías renovables.
- Estudio de fontanería y saneamiento.

- Realización de los planos necesarios para la ejecución del proyecto.
- Realización del pliego de condiciones que recoge la normativa a aplicar.
- Realización del presupuesto de ejecución de la obra.
- Realización del estudio de seguridad y salud.

2.3 ANTECEDENTES

La redacción de este proyecto ha sido asignada por la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol (EUP), para su presentación como Trabajo Fin de Grado en la citada Escuela Universitaria.

2.4 NORMAS Y REFERENCIAS

2.4.1 Disposiciones Legales y Normas Aplicadas

En la redacción de este proyecto se han tenido en cuenta las especificaciones contenidas en las Reglamentaciones y Normas que se relacionan a continuación entre otras:

- Guías Técnicas:
 - Guía Técnica de Aplicación de Ahorro y Eficiencia Energética.
 - Guía Técnica de Aplicación del REBT.
 - Guía Técnica de Lugares de Trabajo.

- Normas UNE:
 - UNE 157001 de Criterios Generales para la Elaboración de Proyectos.
 - UNE 20-434-90: Sistema de Designación de Cables.
 - UNE 20-435-90: Cables de Transporte de Energía Aislados con Dieléctricos secos Extruidos para tensiones de 1 a 30 kV.
 - UNE 20-460-90: Instalaciones eléctricas en edificios. Protección contra las sobre intensidades.
 - UNE 20-460-90: Instalaciones Eléctricas en Edificios. Puesta tierra y conductores de protección.
 - UNE 23.034.3: Señalización de medios de evacuación.

- UNE 60079 Material Eléctrico para Atmósferas de Gas Explosivas.
 - UNE 23007: Sistemas de Detección y Alarma de Incendio.
 - UNE 12464-1: Norma Europea sobre Iluminación para Interiores.
 - UNE EN 179:2003 VC1: Características de manillas.
 - UNE EN 1125:2003 VC1: Características de puertas.
 - UNE EN UNE 23500:2012: Sistemas de Abastecimiento de Agua.
 - EN-IEC 60 947-2:1996: Aparata de Baja Tensión. Interruptores automáticos.
 - EN-IEC 60 947-2:1996: Interruptores Automáticos con Protección Incorporada por Intensidad Diferencial Residual.
 - EN-IEC 60 947-3:1999: Aparata de Baja Tensión. Interruptores, Seccionadores, Interruptores-Seccionadores y Combinados Fusibles.
 - EN-IEC 60 269-1: Fusibles de Baja Tensión.
 - EN 60 898: Interruptores Automáticos para Instalaciones Domésticas y Análogas para la Protección contra sobre-intensidades.
- Normas Particulares y Recomendaciones:
 - Código Técnico de la Edificación.
 - Normas reglamentarias NIDE.
 - Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace en el Suministro de Energía Eléctrica en Baja Tensión.
 - Normas particulares de Unión Eléctrica – Gas Natural Fenosa S.A.
 - Normas Particulares para las instalaciones de enlace en el suministro de energía eléctrica en baja tensión de Gas Natural Fenosa.
 - Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE.
 - Recomendaciones UNESA.

- Reales Decretos:

- Real Decreto 39/1997 (17 de Enero): Aprobación del Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997 (14 de Abril): Disposiciones Mínimas en Materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 486/1997 (14 de Abril): Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.
- Real Decreto 487/1997 (14 de Abril): Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud relativas a la Manipulación Manual de Cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares para los trabajadores.
- Real Decreto 1627/1997 (24 de Octubre): Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Decreto 35/2000 (28 de Enero): Aprobación del Reglamento de Desarrollo y Ejecución de la Ley de Accesibilidad y Supresión de Barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia.
- Real Decreto 614/2001 (8 de Junio): Disposiciones Mínimas para la Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores frente al Riesgo Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002 (2 de Agosto): Aprobación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 171/2004 (30 de Enero): Coordinación de Actividades Empresariales en materia de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 2177/2004 (12 de Noviembre): Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Real Decreto 2267/2004 (3 de Diciembre): Aprobación del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 314/2006 (17 de marzo): Aprobación del Código Técnico de la Edificación y modificaciones del Real Decreto 1371/2007.

- Real Decreto 1027/2007 (20 de Julio): Aprobación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Reglamentos:
 - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
 - Reglamento Líneas Aéreas de Alta Tensión (RLAT).
 - Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE).
 - Reglamento de Instalaciones de Protección Contra incendios.
 - Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
 - Reglamento de Prevención de Riesgos Laborables.
 - Reglamento de Servicios de Prevención.

2.4.2 Bibliografía

- BIBLIOGRAFÍA IMPRESA:

La bibliografía impresa que ha sido consultada, entre otras, ha sido:

- Ineficiencias en los Sistemas Eléctricos: Efectos, Cuantificación y Dispositivos de Mejora de la Eficiencia.
Autores: Cazorla Navarro, Antonio; Giner García, Jose; León Martínez, Vicente; Montañana Romeu, Joaquín. Editorial UPV – Universidad Politécnica de Valencia.
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Editorial McGraw Hill.
- Guía Técnica de Aplicación del REBT. Editorial Paraninfo.
- Reglamento Líneas Aéreas de Alta Tensión (RLAT). Editorial Paraninfo.
- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE). Editorial @becedario.

- **BIBLIOGRAFÍA DIGITAL:**

La bibliografía digital que ha sido consultada, entre otras, ha sido:

- www.aenor.es
- www.unesa.es
- www.codigotecnico.org
- www.ree.es
- www.prysmian.com
- www.endesa.es
- www.schneiderelectric.es
- www.voltimum.es
- www.solarweb.net
- www.clickrenovables.com
- www.siemens.es
- www.bosch.com
- www.fagor.com
- www.ferroli.es
- www.enor.es
- www.philips.es

2.4.3 Programas de Cálculo

En la redacción del presente proyecto, se han utilizado las siguientes herramientas y programas de cálculo:

- Microsoft Word 2013, como procesador de textos.
- Microsoft Excel 2013, con el fin del desarrollo de tablas y cálculos.
- AutoCAD 2015, para el desarrollo gráfico de planos.
- DIALux 4.12, para el desarrollo de cálculos luminotécnicos interiores.
- CalcuLUX 5.0, para el desarrollo de cálculos luminotécnicos exteriores.
- Legrand Emerlight 4.0, para los cálculos de alumbrado de emergencia.
- AmiKIT 3.1 de Ormazabal, para el cálculo del centro de transformación.
- Presto 8.8, ayuda al realizar el estado de mediciones y presupuesto.

2.4.4. Otras Referencias

- INSTITUCIONES Y ORGANISMOS:

Los organismos implicados para la aprobación del presente proyecto serán la “Consellería de Economía e Industria” y el “Ayuntamiento de Ares”.

- EMPRESA SUMINISTRADORA:

El suministro eléctrico será realizado por la empresa “GAS NATURAL-FENOSA S.A”. La tensión de servicio por parte de ésta es de 20 kV alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50 Hz. La transformación de tensión de 20 kV a 400 V de tensión compuesta y 230 V de tensión simple se realizará mediante un transformador propiedad del abonado y ese será el régimen de tensión al cual funcionan los equipos eléctricos de la instalación. El cliente, según circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica, podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

A continuación se realizará una pequeña introducción a definiciones básicas y una serie de abreviaturas, que serán utilizadas en nuestro proyecto.

- Corriente Alterna (AC): es la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente. Al hablar de corriente alterna sobreentendemos que se refiere a corriente alterna senoidal.
- Corriente Continua (DC): es la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido permanecen constantes en el tiempo.
- Baja Tensión (BT): se considera a aquella en los siguientes límites de tensiones nominales:
 - Tensión Alterna: igual o inferior a 1000 V.
 - Tensión Continua: igual o inferior a 1500 V
- Media Tensión (MT): se considera a la tensión entre 1kV y 36 kV. Usada en distribución de energía.
- Alta Tensión (AT): se considera a la tensión superior a 36 kV. Usada en transporte de energía.

- Centro de Transformación (CT): es una instalación eléctrica que recibe energía en Alta Tensión o en Media Tensión y la entrega en Media o Baja Tensión para su utilización por los usuarios finales, normalmente a 400 V en Trifásica y 230 V en Monofásica.

A lo largo del proyecto se podrán realizar referencias a otras abreviaturas, la primera vez que se utilice esa abreviatura, se indicará entre paréntesis siguiendo a la palabra que, en lo sucesivo, va a sustituir.

2.6 REQUISITOS DE DISEÑO

En este apartado vendrán implicadas las bases y datos de partida establecidos por el tutor para la realización de este TFG, estas serán realizar el diseño de las instalaciones para un edificio multiusos, atendiendo a la normativa vigente, de manera que se logre una optimización energética en la misma, efectuando para ello el cálculo de las siguientes instalaciones:

- Instalaciones de Fontanería y Saneamiento.
- Instalación Eléctrica.
- Instalación Solar Térmica.
- Instalación Fotovoltaica.
- Instalación Mini-Eólica.

2.7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Inicialmente se ha realizado un seguimiento de diferentes soluciones como han sido la de una piscina municipal o la de un simple local social. Como solución definitiva se ha tomado la decisión de realizar un “Club Social” en el cual se aúnan las ventajas de un complejo deportivo normal y un local social.

En cuanto a la mejora de la eficiencia energética se ha optado por las siguientes soluciones:

- Implementación de un sistema híbrido de generación (fotovoltaica-eólica) con el fin de disminuir requerimientos de la red eléctrica.

- Dotación de paneles solares térmicos, encargados de reducir el aporte de la caldera, con el fin de obtener un mejor aprovechamiento de recursos.
- Instalación de un filtro condensador y un filtro de secuencia que nos permita un equilibrio de fases y una menor demanda de reactiva, mejorando la eficiencia.

2.8 RESULTADOS FINALES

Para alcanzar el objeto del presente trabajo se instalarán los siguientes elementos en nuestra instalación:

- Instalación de sistemas de alumbrado.
- Instalación de sistemas contra incendios.
- Instalación de sistemas de alumbrado de emergencia.
- Instalación de centro de transformación y línea de MT.
- Instalación de sistemas de fuerza.
- Instalación de sistemas de generación híbrida.
- Instalación de filtro condensador y filtro de secuencia.
- Instalación de un grupo electrógeno.
- Instalación de sistemas de fontanería y saneamiento.
- Instalación de sistemas de captación solar térmica.

2.9 ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS BÁSICOS

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos, el orden de prioridad será el indicado de forma general en la UNE 157001, es decir:

1. Planos.
2. Pliego de Condiciones.
3. Presupuesto.
4. Memoria.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXOS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ANEXOS**3.1 ANEXO I – ILUMINACIÓN****3.2 ANEXO II – CONTRAINCENDIOS****3.3 ANEXO III – ALUMBRADO DE EMERGENCIA****3.4 ANEXO IV – LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN****3.5 ANEXO V – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN****3.6 ANEXO VI – INSTALACIONES ELÉCTRICAS****3.7 ANEXO VII - FILTRO DE SECUENCIA****3.8 ANEXO VIII – GENERACIÓN HÍBRIDA****3.9 ANEXO IX – GRUPO ELECTRÓGENO****3.10 ANEXO X – FONTANERÍA****3.11 ANEXO XI – SANEAMIENTO****3.12 ANEXO XII – INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA**

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO I - ILUMINACIÓN

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO - I ILUMINACIÓN

3.1.1 OBJETO	2
3.1.2 MEMORIA DEL ANEXO	2
3.1.2.1 Consideraciones	2
3.1.3 E_M, R_A, UGR	4
3.1.4 RESUMEN DE LA INSTALACIÓN	5
3.1.4.1 Análisis del Alumbrado	5
3.1.4.2 Análisis de Locales	6
3.1.4.3 Cumplimiento de la Normativa	12
3.1.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS	13
3.1.5.1 Selección de Luminarias	13
3.1.5.2 Iluminación	13
3.1.5.3 Método de los Lúmenes	14
3.1.5.4 Ejemplo Ilustrativo	20

ANEXO I - ILUMINACIÓN

3.1.1 OBJETO

El objeto de este anexo es el cálculo de los niveles de iluminación en los diferentes locales del edificio conforme a la legislación de aplicación.

En este anexo también se indican cuáles son las características de las lámparas a utilizar, así como el número de ellas que habrá que disponer en cada local para alcanzar los niveles mínimos de iluminación exigidos.

3.1.2 MEMORIA DEL ANEXO

En este anexo justificaremos en el apartado de cálculos el alumbrado más conveniente para cada zona y dependiendo del nivel del mismo, se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para cada instalación.

3.1.2.1 Consideraciones

Todos los cálculos realizados en este anexo cumplirán con lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión para los locales donde se vaya a realizar la instalación.

El Código Técnico de la Edificación, documento básico HE, establece que los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y su vez energéticamente eficientes, disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Junto con los cálculos justificativos, será necesario que figuren los siguientes datos:

- El número de puntos de luz considerados.
- El índice del local (K).
- El factor de mantenimiento (F_M).
- La iluminancia media horizontal mantenida (E_M).
- El índice de deslumbramiento unificado (U_{GR}).
- Los índices de rendimiento de color (R_A) de las lámparas.
- El valor de la eficiencia energética de la instalación (V_{EEI}).
- Las potencias de los conjuntos lámpara más equipo.

La eficiencia energética será obtenida en (W/m^2) por cada 100 luxes mediante la fórmula:

$$V_{EEI} = \frac{P \times 100}{S \times E_M} \quad (3.1.2.1.1)$$

Donde:

- P = potencia de lámparas y equipos auxiliares (W).
- S = superficie iluminada (m^2).
- E_M = iluminancia media horizontal (lux).

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio se establecen en la siguiente tabla. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Zonas de Actividad Diferenciada	V _{EEl} Límite
Administrativo en General	3
Andenes de Estaciones de Transporte	3
Pabellones de Exposición o Ferias	3
Salas de Diagnóstico	3,50
Aulas y Laboratorios	3,50
Habitaciones de Hospital	4
Recintos Interiores no Descritos	4
Zonas Comunes	4
Almacenes, Archivos, Salas Técnicas y Cocinas	4
Aparcamientos	4
Espacios Deportivos	4
Estaciones de Transporte	5
Supermercados, Hipermercados y Grandes Almacenes	5
Bibliotecas, Museos y Galerías de Arte	5
Zonas Comunes de Edificios No Residenciales	6
Centros Comerciales (Excluidas Tiendas)	6
Hostelería y Restauración	8
Religioso en General	8
Salones de Actos, Auditorios, Salas Comunes, Salas de Ocio, Salas de Reuniones, etc...	8
Tiendas y Pequeño Comercio	8
Habitaciones de Hoteles o Hostales	10
Locales de Iluminación Superior a 600 lux	2,50

Tabla 3.1.2.1.1 – Valores límite de eficiencia energética.

3.1.3 E_M, R_A, UGR

El índice de iluminación mantenida (E_M), indica el nivel de iluminación medio mínimo del local.

El índice de reproducción cromática (R_A), indica las propiedades de rendimiento en color de una fuente luminosa. Debemos tener en cuenta que depende de la lámpara y no de la luminaria.

R _A < 60	Pobre
60 < R _A < 80	Bueno
80 < R _A < 90	Muy Bueno
R _A > 90	Excelente

Tabla 3.1.3.1 - Calificación del R_A (Índice de Reproducción Cromática)

El índice de deslumbramiento unificado (U_{GR}), indica la posibilidad de deslumbramiento que una luminaria puede provocar debido a la construcción de la óptica y a la posición de las lámparas. Se tomarán como referencia los valores máximos para cada local, que no deberán ser sobrepasados.

Todos estos índices se obtienen de la Norma UNE 12464-1 Norma Europea sobre Iluminación para interiores.

3.1.4 RESUMEN DE LA INSTALACIÓN

3.1.4.1 Análisis del Alumbrado

Para optimizar el rendimiento energético de nuestro edificio se instalarán luminarias con tecnología led en todos los locales analizados. Una vez determinados los puntos de luz mínimos requeridos en cada local, se procederá al cálculo de la instalación. En la siguiente tabla se verán detallados el número y tipo de luminarias utilizadas en nuestra instalación:

Local	Número de Luminarias	Tipo de Luminarias
Almacén	6	Philips BPS460 W30L120
Almacén Mat. Deportivo	3	Philips BBS417 W9L120
Baños Cafetería	12	Philips 332TSW
Cafetería	21	Philips BPS460 W33L124
Cocina	8	Philips CR200B
Cuarto de Basuras	2	Philips RC160V W30L120
Cuarto de Contadores	6	Philips BBG390
Cuarto de Instalaciones	6	Philips BBS417 W9L120
Cuarto de Limpieza	2	Philips BBG390
Enfermería	15	Philips BBG390
Escaleras	7	Philips BBG390
Gimnasio	24	Philips BBS417 W9L120
Grupo Electrónico	6	Philips BBS417 W9L120
Oficina	8	Philips RC160V W60L60
Pasillo Inferior	8	Philips BBS417 W9L120
Pasillo Principal	9	Philips RC160V W60L60
Pasillo Vestuarios Exteriores	2	Philips BBS417 W9L120
Pistas de Pádel	30	Philips BY461P
Pistas de Tenis	24	Philips SNF 111
Recepción	5	Philips BBS417 W9L120
Vestuarios	60	Philips 332TSW
Zona Baile	8	Philips BBS417 W9L120
Zona Spa	24	Philips 332TSW

Tabla 3.1.4.1.1 – Uso de Luminarias por Local

3.1.4.2 Análisis de Locales

A continuación se mostrará, de forma resumida, los resultados obtenidos tras el análisis de los diferentes locales de nuestro edificio. Los locales objeto de este resumen serán la cafetería, la oficina y las pistas de pádel. Posteriormente se reflejan los resultados obtenidos para el resto de locales analizados en una tabla resumen.

- Cafetería:



Figura 3.1.4.2.1 – Vista 3D de Cafetería.

El tipo de luminaria instalada en este local será:

- Philips BPS460 W33L124.

Tendrá como característica de emisión de luz:

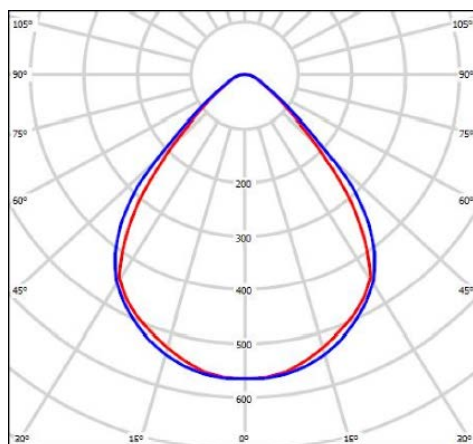


Figura 3.1.4.2.2 – Característica Emisión de Luz (I).

La geometría del local se define a una altura de 2,80 metros con un plano útil colocado a 0,85 metros del suelo. Se propone además la distribución de 21 luminarias dispuestas de la siguiente forma:

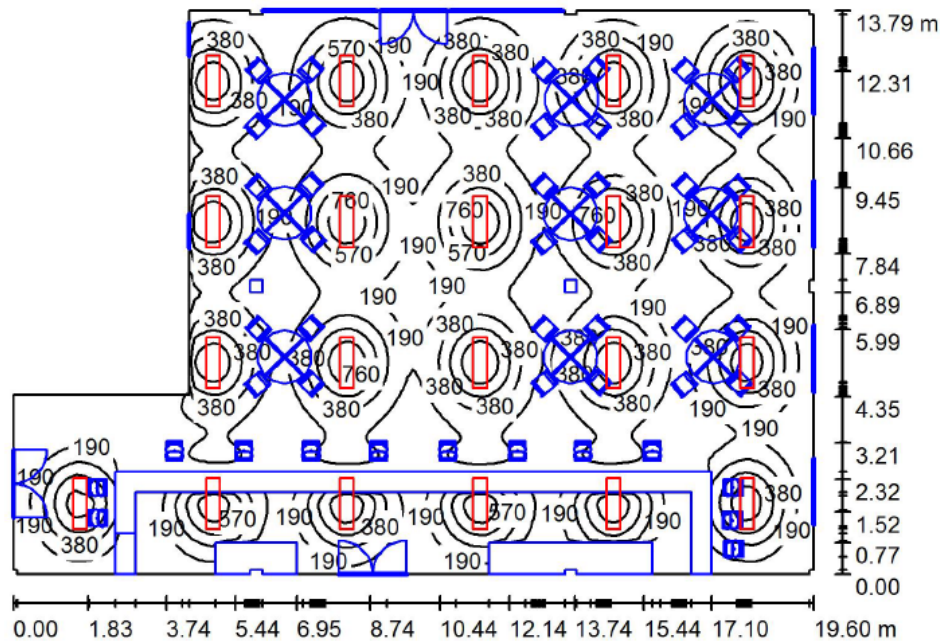


Figura 3.1.4.2.3 – Distribución de Luminarias.

Altura del local: 2,80 m, Altura de montaje: 2,20 m, Factor mantenimiento: 0,80
 Los resultados en base a dicha distribución son los siguientes:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]
Plano útil	/	315	27	958
Suelo	63	240	10	467
Techo	70	117	44	177
Paredes (32)	23	108	15	581

Tabla 3.1.4.2.1 – Resultados de Cálculo (I).

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	21	Philips BPS460 W33L124 1xLED48/830 AC-MLO (1.000)	3600	3600	51.0
Total:			75600	Total: 75600	1071.0

Tabla 3.1.4.2.2 – Resultados de Cálculo (II).

Estos resultados se verán complementados por los valores siguientes:

- $V_{EEI} = 4,66 \text{ W/m}^2 = 1,48 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 229,70 m²).
- $U_{GR} = 21$ (obtenido de la superficie de cálculo).

- Oficina:



Figura 3.1.4.2.4 – Vista 3D de Oficina.

El tipo de luminaria instalada en este local será:

- Philips RC160V W60L60

Tendrá como característica de emisión de luz:

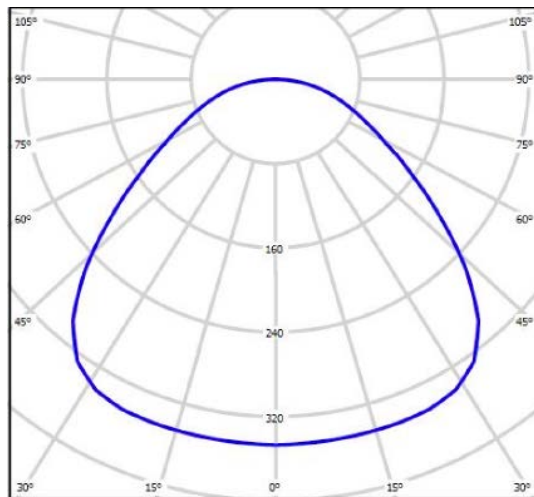


Figura 3.1.4.2.5 – Característica Emisión de Luz (II).

La geometría del local se define a una altura de 2,80 metros con un plano útil colocado a 0,85 metros del suelo. Se propone además la distribución de 8 luminarias dispuestas de la siguiente forma:

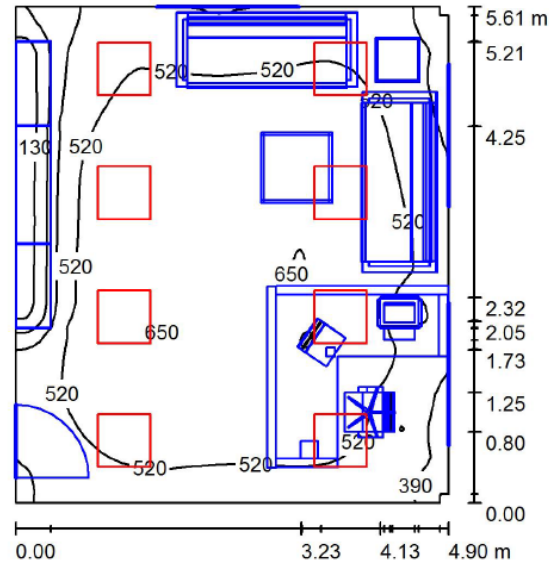


Figura 3.1.4.2.6 – Distribución de Luminarias.

Altura del local: 2,80 m, Altura de montaje: 2,80 m, Factor mantenimiento: 0,80
 Los resultados en base a dicha distribución son los siguientes:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]
Plano útil	/	517	54	655
Suelo	26	283	13	556
Techo	70	134	72	218
Paredes (8)	77	230	23	609

Tabla 3.1.4.2.3 – Resultados de Cálculo (I).

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	8	Philips RC160V W60L60 1xLED34/830 (1.000)	2900	2900	52.0
			Total: 23200	Total: 23200	416.0

Tabla 3.1.4.2.4 – Resultados de Cálculo (II).

Estos resultados se verán complementados por los valores siguientes:

- $V_{EEI} = 15,15 \text{ W/m}^2 = 2,93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 27,46 m²).
- $U_{GR} = 21$ (obtenido de la superficie de cálculo).

- Pistas de Pádel:



Figura 3.1.4.2.7 – Vista 3D de Pistas.

El tipo de luminaria instalada en este local será:

- Philips BY461P

Tendrá como característica de emisión de luz:

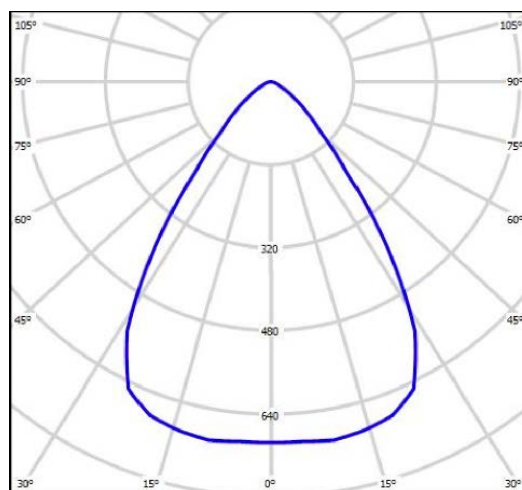


Figura 3.1.4.2.8 – Característica Emisión de Luz (III).

La geometría del local se define a una altura de 8 metros con un plano útil colocado a 0,85 metros del suelo. Se propone además la distribución de 30 luminarias dispuestas de la siguiente forma:

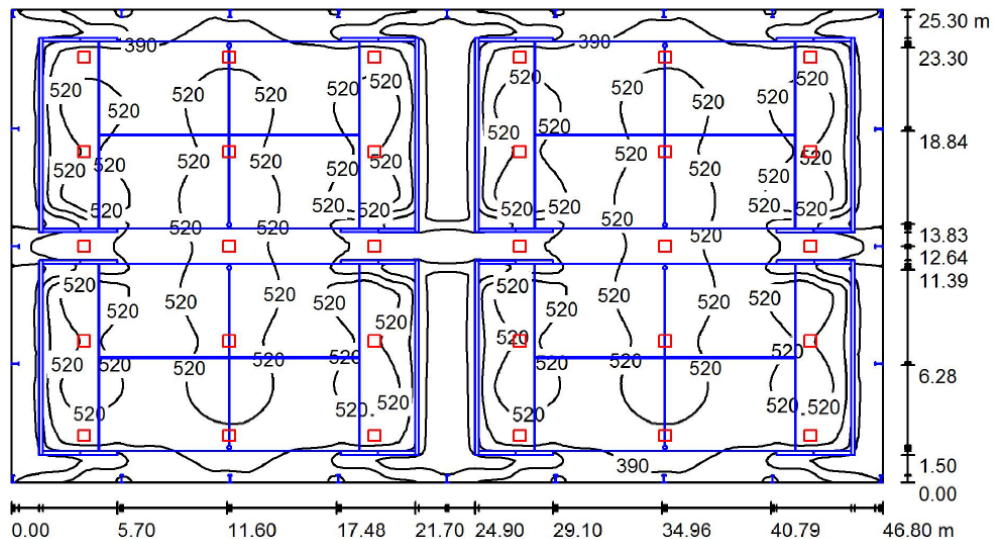


Figura 3.1.4.2.9 – Distribución de Luminarias.

Altura del local: 8,00 m, Altura de montaje: 7,40 m, Factor mantenimiento: 0,80
 Los resultados en base a dicha distribución son los siguientes:

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]
Plano útil	/	415	23	638
Suelo	54	60	0.91	499
Techo	70	101	52	143
Paredes (4)	47	100	7.36	301

Tabla 3.1.4.2.5 – Resultados de Cálculo (I).

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	30	Philips BY461P 1xLED240S/740 MB GC (1.000)	24000	24000	292.0
			Total: 720000	Total: 720000	8760.0

Tabla 3.1.4.2.6 – Resultados de Cálculo (II).

Estos resultados se verán complementados por los valores siguientes:

- $V_{EEI} = 7,40 \text{ W/m}^2 = 1,78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1184,08 m²).
- $U_{GR} = 23$ (obtenido de la superficie de cálculo).

3.1.4.3 Cumplimiento de la Normativa

A continuación expondremos una tabla resumen realizada a partir de la Norma UNE12464-1, el Código Técnico de la Edificación y las Normas NIDE, con la cual nos permitirá comparar los valores exigidos de dichas normas (E_M , R_A , E_{MIN} / E_M , U_{GR} y V_{EEI}) y compararlos con los valores obtenidos para los distintos locales de nuestro proyecto.

Local	Valor	E_M	U_{GR}	R_A	E_{MIN}/E_M	V_{EEI}
Almacén	Normativa	≥ 200	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	215	20	85	0.40	2.79
Almacén Mat. Deportivo	Normativa	≥ 100	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	208	22	85	0.40	2.20
Baños Cafetería	Normativa	≥ 200	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	255	15	85	0.52	3.90
Cafetería	Normativa	-	-	-	0.40	≤ 4
	Local	315	21	85	0.40	1.48
Cocina	Normativa	≥ 500	≤ 22	-	0.40	≤ 4
	Local	729	22	85	0.40	2.28
Cuarto de Basuras	Normativa	≥ 100	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	194	20	85	0.40	3.58
Cuarto de Contadores	Normativa	≥ 500	≤ 19	-	0.40	≤ 4
	Local	891	< 10	85	0.40	3.62
Cuarto de Instalaciones	Normativa	≥ 200	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	296	19	85	0.40	2.03
Cuarto de Limpieza	Normativa	≥ 100	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	302	< 10	85	0.40	2.51
Enfermería	Normativa	≥ 500	≤ 19	-	0.40	≤ 3.5
	Local	685	14	85	0.40	3.04
Escaleras	Normativa	≥ 100	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	339	13	85	0.40	3.61
Gimnasio	Normativa	≥ 300	≤ 22	-	0.40	≤ 4
	Local	380	19	85	0.40	1.58
Grupo Electrónico	Normativa	≥ 200	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	289	20	85	0.40	2.08
Oficina	Normativa	≥ 500	≤ 19	-	0.40	≤ 3
	Local	517	18	85	0.40	2.93
Pasillo Inferior	Normativa	≥ 100	≤ 28	-	0.40	≤ 4
	Local	179	20	85	0.40	1.80
Pasillo Principal	Normativa	≥ 100	≤ 28	-	0.40	≤ 4
	Local	297	20	85	0.40	3.20
Pasillo Vestuarios Exteriores	Normativa	≥ 100	≤ 28	-	0.40	≤ 4
	Local	163	21	85	0.40	2.27

Tabla 3.1.4.3.1 – Comparación Parámetros para Locales (I)

Local	Valor	E_M	U_{GR}	R_A	E_{MIN}/E_M	V_{EEI}
Pistas Pádel	Normativa	≥ 300	≤ 25	-	0.50	≤ 4
	Local	415	23	85	0.50	1.78
Pistas Tenis	Normativa	≥ 300	-	-	0.50	≤ 4
	Local	323	-	85	0.61	2.53
Recepción	Normativa	≥ 300	≤ 22	-	0.40	≤ 3
	Local	332	20	85	0.40	2.61
Vestuarios	Normativa	≥ 200	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	206	18	85	0.40	3.67
Zona Baile	Normativa	≥ 300	≤ 22	-	0.40	≤ 4
	Local	501	17	85	0.40	1.78
Zona Spa	Normativa	≥ 200	≤ 25	-	0.40	≤ 4
	Local	339	20	85	0.43	1.68

Tabla 3.1.4.3.2 – Comparación Parámetros para Locales (II)

3.1.5 CÁLCULOS LUMINOTÉCNICOS

3.1.5.1 Selección de Luminarias

Se ha seleccionado el tipo de alumbrado más conveniente para cada zona, teniendo en cuenta el nivel de iluminación requerido según la actividad a realizar en esa zona. A su vez se ha tenido en cuenta la calidad de limitación de deslumbramiento directo de cada luminaria y el rendimiento de color de la lámpara más recomendado para una instalación concreta.

3.1.5.2 Iluminación

Para el desarrollo de los cálculos de iluminación se ha utilizado el programa DIALUX 4.12.

Todos los cálculos de iluminación se realizarán basándose en el método de los lúmenes. A partir de los datos geométricos del local y de los factores de reflexión (que van en función de los colores de la pared, techo y suelo), se obtienen de tablas, datos como iluminancia media en servicio, calidad de deslumbramiento directo, factor de mantenimiento, factor de utilización, etc.

3.1.5.3 Método de los Lúmenes

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos.

El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

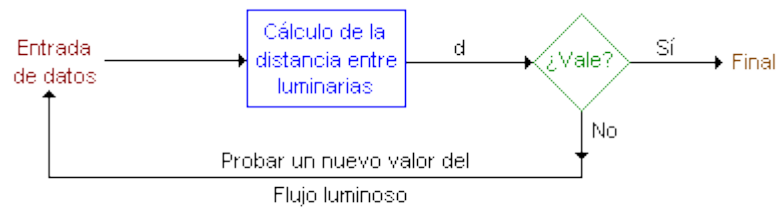


Figura 3.1.5.3.1 – Diagrama de Bloques

- Entrada de datos:

- Establecer las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (distancia desde el suelo a la superficie de trabajo), normalmente de 0,85 m.

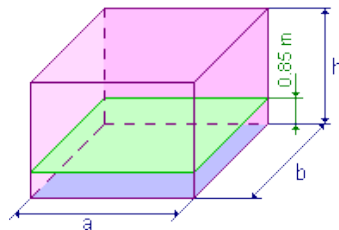


Figura 3.1.5.3.2 – Superficie de Trabajo.

- Determinar el nivel de iluminancia media (E_M). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en normas y recomendaciones.
- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente, led) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.

- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.

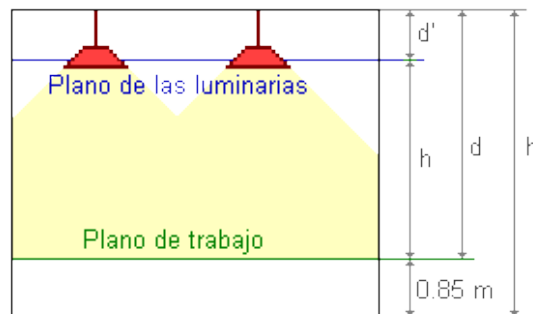


Figura 3.1.5.3.3 – Disposición de distancias.

Siendo:

- h = distancia entre plano de trabajo y luminarias.
- h' = altura del local.
- d = distancia entre el plano de trabajo y el techo.
- d' = distancia entre las luminarias y el techo.

Tipos de Locales	Altura de Luminarias
Locales de Altura Normal	A la mayor altura posible
Locales de Iluminación Directa, Semi-Directa o Difusa	<p><u>Mínimo</u>: $h = \frac{2}{3}(h' - 0,85)$ (3.1.5.3.1)</p> <p><u>Óptimo</u>: $h = \frac{4}{5}(h' - 0,85)$ (3.1.5.3.2)</p>
Locales con Iluminación Indirecta	<p><u>Mínimo</u>: $d' = \frac{1}{4}(h' - 0,85)$ (3.1.5.3.3)</p> <p><u>Óptimo</u>: $d' = \frac{3}{4}(h' - 0,85)$ (3.1.5.3.4)</p>

Tabla 3.1.5.3.1 – Distancias según tipo de iluminación.

- Calcular el índice del local (K) a partir de la geometría de este. En el caso del método europeo se calcula como:

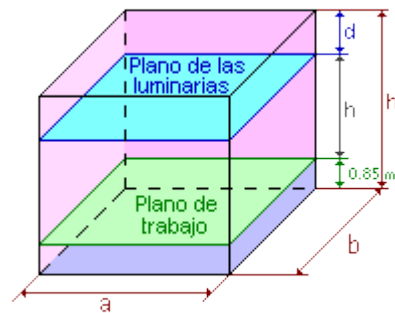


Figura 3.1.5.3.4 – Cálculo de índice del local.

Iluminación Directa, Semi-Directa, Directa-Indirecta y Difusa	$K = \frac{ab}{h(a+b)} \quad (3.1.5.3.5)$
Iluminación Indirecta y Semi-Indirecta	$K = \frac{3ab}{2(h+0,85)(a+b)} \quad (3.1.5.3.6)$

Tabla 3.1.5.3.2 – Cálculo de índice del local según iluminación.

El factor del local K será un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de una tabla como la siguiente:

	Color	Factor de Reflexión (ρ)
Techo	Blanco o muy claro	0,7
	Claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	Claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	Claro	0,3
	Oscuro	0,1

Tabla 3.1.5.3.3 – Cálculo de índice del local según iluminación.

- Determinar el factor de utilización (η) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas se encuentran para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario interpolar.

Factores de Reflexión										
Techo	0,8		0,7				0,5			0,3
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Suelo	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice Local	Rendimiento del Local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,96	0,96	0,94	0,92

Tabla 3.1.5.3.4 – Cálculo del factor de utilización.

- Determinar el factor de mantenimiento (F_M) o conservación de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de Mantenimiento (F_M)
Limpio	0,8
Sucio	0,6

Tabla 3.1.5.3.5 – Cálculo del factor de mantenimiento.

- Cálculos:

- Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello se aplicará la siguiente fórmula:

$$\Phi_T = \frac{E_M S}{\eta F_M} \quad (3.1.5.3.7)$$

Siendo:

- Φ_T = flujo luminoso total.
 - E_M = iluminancia media deseada.
 - S = superficie del plano de trabajo.
 - η = factor de utilización.
 - F_M = factor de mantenimiento.
- Cálculo del número de luminarias aplicando la siguiente fórmula:

$$N = \frac{\Phi_T}{n \times \Phi_L} \quad (3.1.5.3.8)$$

Siendo:

- N = número de luminarias.
 - Φ_T = flujo luminoso total.
 - Φ_L = flujo luminoso de luminaria.
 - n = número de lámparas por luminaria.
- Recalcularemos la iluminancia media (E_M). Con el redondeo por exceso del número de luminarias, se aumenta el flujo emitido por el conjunto total de las lámparas. Por ello se debe recalcular la E_M , y debe ser superior a la de diseño que hemos adoptado para el uso.

La fórmula a utilizar es la misma pero despejando E_M .

$$E_M = \frac{\eta \times F_M \times N \times \Phi_L}{S} \quad (3.1.5.3.9)$$

- Emplazamiento de las luminarias:

Una vez ha sido calculado el número mínimo de luminarias se procede a distribuirlas sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las siguientes fórmulas:

$$N_{\text{ANCHO}} = \sqrt{\frac{N_{\text{TOTAL}} \times a}{b}} \quad (3.1.5.3.10)$$

$$N_{\text{LARGO}} = N_A \times \left(\frac{b}{a}\right) \quad (3.1.5.3.11)$$

Siendo:

- N_T = número de luminarias totales.
- N_L = número de luminarias a lo largo.
- N_A = número de luminarias a lo ancho
- a = ancho del local.
- b = largo del local.

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo.

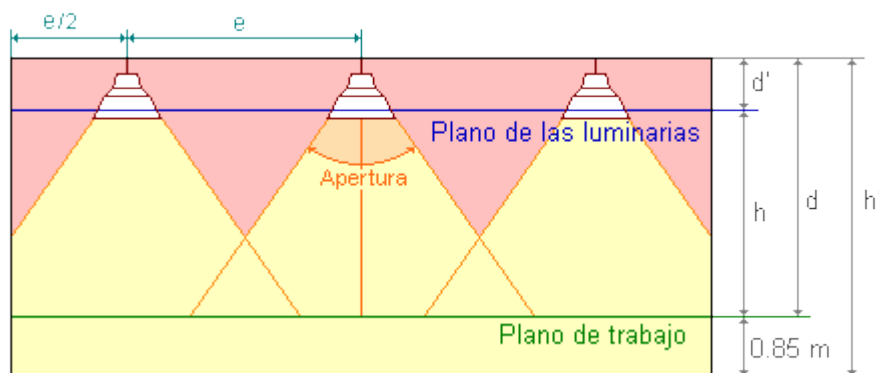


Figura 3.1.5.3.5 – Apertura de haz y altura de luminarias.

Como se puede ver fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará, aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo.

Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir en lo siguiente:

Tipo de Luminaria	Altura del Local	Distancia Máx. entre Luminarias
Intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
Extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
Semi-Extensiva	4 - 6 m	
Extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$
Distancia pared-luminaria: $e/2$		

Tabla 3.1.5.3.6 – Resumen de separación en las luminarias.

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

3.1.5.4 Ejemplo Ilustrativo

A continuación realizaremos un ejemplo de cálculo para una de las dependencias de la forma manual, la escogida ha sido la oficina:

1. Establecemos dimensiones y altura del plano de trabajo:

- Largo: 5,60 m.
- Ancho: 4,90 m.
- Plano Útil: 0,85 m.

2. Determinar el nivel de iluminancia media (E_M):

- $E_M \geq 500$

(Establecido por la Norma UNE-EN 12464-1, Tabla 5.3 Oficinas).

3. Elección del tipo de lámpara:

- Tipo de Lámpara: Philips RC160V W60L60.
- Tecnología utilizada y potencia nominal: Led 52 W.
- Número de lámparas por luminaria: 1
- Flujo Luminoso: 2900 lúmenes.

4. Elección del sistema de alumbrado:

- Sistema de Alumbrado: Empotrado.

5. Altura de suspensión de las luminarias:

$$h = 2,80 - 0,85 = 1,95 \text{ m.}$$

$$h' = 2,80 \text{ m.}$$

$$d = 2,80 - 0,85 = 1,95 \text{ m.}$$

$$d' = 2,80 - 2,80 = 0 \text{ m.}$$

6. Cálculo del índice del local (K):

$$K = \frac{4,90 \times 5,60}{1,95 \times (4,90 + 5,60)} = 1,34$$

7. Coeficientes de reflexión:

- Techo: 0,70.
- Paredes: 0,50.
- Suelo: 0,10.

8. Determinar el factor de utilización(η):

Factores de Reflexión										
Techo	0,8		0,7				0,5		0,3	
Paredes	0,7		0,7		0,5		0,3	0,3	0,1	0,3
Suelo	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Índice Local	Rendimiento del Local									
0,60	0,72	0,66	0,70	0,65	0,58	0,56	0,50	0,55	0,49	0,49
0,80	0,83	0,76	0,81	0,74	0,70	0,66	0,60	0,64	0,59	0,59
1,00	0,91	0,81	0,88	0,80	0,77	0,72	0,66	0,71	0,66	0,65
1,25	0,98	0,87	0,95	0,85	0,85	0,79	0,73	0,77	0,73	0,72
1,50	1,02	0,90	0,99	0,88	0,90	0,82	0,77	0,81	0,76	0,75
2,00	1,01	0,94	1,05	0,94	0,97	0,88	0,83	0,86	0,82	0,81
2,50	1,12	0,97	1,09	0,95	1,02	0,91	0,87	0,89	0,86	0,85
3,00	1,15	0,99	1,11	0,97	1,05	0,93	0,90	0,91	0,89	0,87
4,00	1,19	1,01	1,14	0,99	1,09	0,96	0,94	0,94	0,92	0,90
5,00	1,21	1,02	1,16	1,01	1,12	0,98	0,96	0,96	0,94	0,92

Como nuestro valor K está entre 1,2 y 1,5 debemos interpolar:

$$\frac{1,5 - 1,25}{0,82 - 0,79} = \frac{1,34 - 1,25}{x - 0,79}$$

Factor de Utilización (η) = 0,80.

9. Determinar el factor de mantenimiento (F_M):

Factor de Mantenimiento (F_M) = 0,8 (Limpio)

10. Cálculos:

Para ellos debemos tener en cuenta el rendimiento de la luminaria η_L , que es la relación entre el flujo emitido por la luminaria y el total de la lámpara. Lo proporciona el fabricante de la luminaria, se puede ver en la esquina inferior del diagrama polar de la luminaria, en nuestro caso $\eta_L = 100 \%$.

El rendimiento de la iluminación será:

$$\eta = \eta_R \times \eta_L \quad (3.1.5.4.1)$$

- Cálculo del flujo luminoso total:

$$\Phi_T = \frac{500 (5,60 \times 4,90)}{(0,80 \times 1) \times 0,8} = 21.437,50 \text{ lúmenes}$$

- Cálculo del número de luminarias:

$$\Phi_T = \frac{21.437,50}{1 \times 2900} = 7,39 \text{ luminarias} \rightarrow \underline{8 \text{ luminarias}}$$

- Recalcularemos la iluminancia media (E_M):

$$E_M = \frac{(0,8 \times 1) \times 0,8 \times 8 \times 2900}{(5,60 \times 4,90)} = 541,1 \text{ lux} > 500 \text{ lux} \text{ (Cumple)}$$

- Emplazamiento de las luminarias:

$$N_{\text{ANCHO}} = \sqrt{\frac{8 \times 4,90}{5,60}} = 2,65 \text{ m.}$$

$$N_{\text{LARGO}} = 2,65 \times \frac{5,60}{4,90} = 3 \text{ m.}$$

- Cálculo de cumplimiento del V_{EEI} :

$$V_{EEI} = \frac{(8 \times 52) \times 100}{(4,90 \times 5,60) \times 541,1} = 2,80 \leq 3 \text{ (Cumple)}$$

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO II - CONTRAINCENDIOS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO - II CONTRAINCENDIOS

3.2.1 OBJETO	4
3.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN	4
3.2.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA.....	4
3.2.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULOS DEL NIVEL DE RIESGO.....	6
3.2.5 EVALUACIÓN DEL NIVEL INTRÍNSECO EN EL ÁREA DE INCENDIO.....	7
3.2.5.1 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento	9
3.2.5.2 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de almacenamiento.....	15
3.2.5.3 Densidad de Carga de Fuego Total.....	17
3.2.6 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE E. INDUSTRIALES.....	17
3.2.6.1 Fachadas Accesibles	17
3.2.6.2 Condiciones del Entorno del Edificio.....	18
3.2.6.3 Condiciones de Aproximación de Edificios	19
3.2.7 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTOR DE INCENDIO.....	19
3.2.8 MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUÍDA	19
3.2.9 MATERIALES	20
3.2.9.1 Materiales de Revestimiento.....	20
3.2.9.2 Materiales incluidos en paredes y cerramientos	20
3.2.9.3 Otros materiales.....	20
3.2.9.4 Justificación de exigencia a materiales.....	21
3.2.9.5 Resistencia al fuego de elementos portantes.....	21

3.2.9.6 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento ..	21
3.2.10 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES.....	22
3.2.10.1 Evacuación de edificios industriales tipo C.....	24
3.2.10.1.1 Elementos de evacuación	24
3.2.10.1.2 Número y disposición de las salidas	24
3.2.10.1.3 Disposición de escaleras y aparatos elevadores	25
3.2.10.1.4 Disposición de salidas, pasillos y escaleras	26
3.2.10.1.5 Características de las puertas.....	28
3.2.10.1.6 Características de los pasillos.....	29
3.2.10.1.7 Características de las escaleras.....	30
3.2.10.1.8 Características de pasillos y escaleras protegidos y de vestíbulos previos de acuerdo con el Código Técnico.....	31
3.2.10.2 Señalización e Iluminación	31
3.2.11 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES	33
3.2.12 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO	35
3.2.13 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES PCI	35
3.2.13.1 Sistemas Automáticos de Detección de Incendios.....	35
3.2.13.2 Sistemas Manuales de Alarma de Incendios	36
3.2.13.3 Sistema de Comunicación de Alarma.....	37
3.2.13.4 Sistema de Hidrantes Exteriores.....	37
3.2.13.5 Extintores de Incendio	38
3.2.13.6 Sistema de bocas de incendio equipadas (BIES).....	41
3.2.13.7 Depósito de Abastecimiento	47
3.2.13.8 Equipo de Bombeo.....	47
3.2.13.9 Depósito del Acumulador.....	50
3.2.13.10 Cálculo de Red de Tuberías.....	50

3.2.13.11 Sistema de Rociadores Automáticos de Agua.....	51
3.2.13.12 Sistema de Alumbrado de Emergencia	52
3.2.13.13 Señalización.....	54

ANEXO II - CONTRAINCENDIOS

3.2.1 OBJETO

Este anexo tiene por objeto establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que deben cumplir los establecimientos e instalaciones de uso industrial para su seguridad en caso de incendio; para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, y limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

Según el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), Artículo 4, se establece:

“Los establecimientos industriales de nueva construcción y los que cambien o modifiquen su actividad, se trasladen, se amplíen o se reformen, en la parte afectada por la ampliación o reforma, según lo recogido en la disposición transitoria única, requerirán la presentación de un proyecto, que podrá estar integrado en el proyecto general exigido por la legislación vigente para la obtención de los permisos y licencias preceptivas, o ser específico; en todo caso, deberá contener la documentación necesaria que justifique el cumplimiento de este reglamento.”

3.2.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Es de aplicación el articulado de la norma en su totalidad, tanto en sus prescripciones generales, como en las particulares correspondientes a los usos del edificio o del establecimiento industrial.

3.2.3 COMPATIBILIDAD REGLAMENTARIA

Según el Artículo 3 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se establece:

“Cuando en un establecimiento industrial coexistan con la actividad industrial otros usos con la misma titularidad, para los que sea de aplicación la Norma básica de la edificación (sustituida por el Código Técnico de la Edificación (en adelante CTE): condiciones de protección contra incendios, o una normativa equivalente, los requisitos que deben satisfacer los espacios de uso no industrial serán los exigidos por dicha normativa cuando superen los límites indicados a continuación:

- A) Zona Comercial: superficie construida superior a 250 m².
- B) Zona Administrativa: superficie construida superior a 250 m².
- C) Salas de reuniones, conferencias, proyecciones: capacidad superior a 100 personas sentadas.
- D) Archivos: superficie construida superior a 250 m² o volumen superior a 750 m³.
- E) Bar, cafetería, comedor de personal y cocina: superficie construida superior a 150 m² o capacidad para servir a más de 100 comensales simultáneamente.
- F) Biblioteca: superficie construida superior a 250 m².
- g) Zonas de alojamiento de personal: capacidad superior a 15 camas.

En este caso algunas dimensiones superan a las indicadas anteriormente, en nuestro caso la cafetería, el documento básico SI (Documento Básico-Seguridad en caso de incendio), establece para locales de pública concurrencia que:

La superficie construida de cada sector de incendio no debe exceder de 2.500 m², excepto en los casos contemplados en los guiones siguientes.

Los espacios destinados a público sentado en asientos fijos en cines, teatros, auditorios, salas para congresos, etc., así como los museos, los espacios para culto religioso y los recintos polideportivos, feriales y similares pueden constituir un sector de incendio de superficie construida mayor de 2.500 m² siempre que:

- A) Estén compartimentados respecto de otras zonas mediante elementos EI 120.
- B) Tengan resuelta la evacuación mediante salidas de planta que comuniquen con un sector de riesgo mínimo a través de vestíbulos de independencia, o bien mediante salidas de edificio.
- C) Los materiales del revestimiento sean B-s1, d0 en paredes y techos y BFLs1 en suelos.
- D) La densidad de la carga de fuego debida a los materiales de revestimiento y al mobiliario fijo no exceda de 200 MJ/m² y no exista sobre dichos espacios ninguna zona habitable.

Por estos motivos solo tanto habrá un único sector de incendio.

3.2.4 CONFIGURACIÓN Y CÁLCULOS DEL NIVEL DE RIESGO

Según el apartado características de los establecimientos industriales por su configuración y ubicación con relación a su entorno del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales, obtenemos que nuestro edificio será de Tipo C. Ya que se integra en las condiciones que exige:

TIPO C: el establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros, del edificio más próximo, de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

El establecimiento industrial está ubicado en un edificio de las siguientes características:

Tipo de edificio: Tipo C

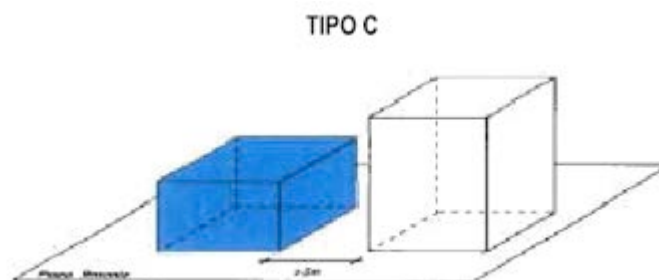


Figura 3.2.4.1.1 – Edificio Tipo C.

- Superficie total construida: 2.325 m²
- Número total de plantas: 2
- Altura máxima de evacuación ascendente: 0 m
- Altura máxima de evacuación descendente: 2,80 + 0,30 (placa) = 3,10 m
- Ocupación total del edificio: 682
- Densidad de carga de fuego: 365,15 MJ/m²
- Nivel de riesgo intrínseco: Bajo (1)

3.2.5 EVALUACIÓN DEL NIVEL INTRÍNSECO EN EL ÁREA DE INCENDIO

Conforme al apartado de caracterización de los establecimientos industriales por su nivel de riesgo intrínseco del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se ha aplicado la siguiente fórmula para el cálculo del Nivel de Riesgo Intrínseco de cada sector o área de incendio.

Para los tipos A, B y C se considera sector o área de incendio el espacio del edificio cerrado por elementos resistentes al fuego durante el tiempo que se establezca en cada caso.

Con las expresiones los siguientes apartados, determinaremos la densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, de dicho sector o área de incendio:

$$Q_s = \frac{\sum_i G_i q_i C_i}{A} R_a \left(\frac{\text{MJ}}{\text{m}^2} \right) \quad (3.2.5.1)$$

(1 julio = 0,24 cal)

Siendo:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector o área de incendio, en MJ/m² o Mcal/m².
- G_i = masa, en kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector o área de incendio (incluidos los materiales constructivos combustibles).
- q_i = poder calorífico, en MJ/kg o Mcal/kg, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (Tabla 1.4 del Reglamento).
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio (Tabla 1.1 del Reglamento).
- R_a = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc. (Tabla 1.2 del Reglamento).
- A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m².

Evaluada la densidad de fuego, ponderada y corregida, de un sector de incendio (Q_s), de un edificio industrial (Q_e), o de un establecimiento industrial (Q_E), se aplica la siguiente tabla, para determinar el Nivel de Riesgo Intrínseco:

Nivel de Riesgo Intrínseco	Densidad de carga de fuego ponderada y corregida		
		Mcal/m ²	MJ/m ²
Riesgo Bajo	1	$Q_s \leq 100$	$Q_s \leq 425$
	2	$100 \leq Q_s \leq 200$	$425 \leq Q_s \leq 850$
Riesgo Medio	3	$200 \leq Q_s \leq 300$	$850 \leq Q_s \leq 1.275$
	4	$300 \leq Q_s \leq 400$	$1.275 \leq Q_s \leq 1.700$
	5	$400 \leq Q_s \leq 800$	$1.700 \leq Q_s \leq 3.400$
Riesgo Alto	6	$800 \leq Q_s \leq 1600$	$3.400 \leq Q_s \leq 6.800$
	7	$1600 \leq Q_s \leq 3200$	$6.800 \leq Q_s \leq 13.600$
	8	$3200 < Q_s$	$13.600 < Q_s$

Tabla 3.2.5.1 – Evaluación del Nivel de Riesgo Intrínseco.

Además tendremos que comprobar, que cumplimos el apartado 2 del Anexo II del Reglamento, el cual nos dice la máxima superficie construida admisible de cada sector de incendio. Para ello debemos comprobar en la tabla de dicho anexo, donde con los datos de Riesgo Intrínseco del sector de incendio y la configuración del establecimiento (en nuestro caso tipo C), obtendremos el límite de metros que pueden tener estas áreas:

Riesgo Intrínseco del Sector de Incendio	Configuración del establecimiento		
	Tipo A (m ²)	Tipo B (m ²)	Tipo C (m ²)
Bajo	(1)– (2) – (3)	(2)– (3) – (5)	(3) – (4)
1	2.000	6.000	Sin Límite
2	1.000	4.000	6.000
Medio	(2) – (3)	(2) – (3)	(3) – (4)
3	500	3.500	5.000
4	400	3.000	4.000
5	300	2.500	3.500
Alto	No Admitido	(3)	(3) – (4)
6		2.000	3.000
7		1.500	2.500
8		No Admitido	2.000

Tabla 3.2.5.2 – Límite de Metros según Nivel de Riesgo Intrínseco.

Definición de los epígrafes (3) (4):

El epígrafe (3) nos dice que cuando se instalen sistemas rociadores automáticos de agua que no sean exigidos preceptivamente por el reglamento contra incendios (Anexo III de ese reglamento), las máximas superficies construidas admisibles, del reglamento, pueden multiplicarse por 2.

El epígrafe (4) nos dice que en configuraciones de tipo C, si la actividad lo requiere, el sector de incendios puede tener cualquier superficie, siempre que todo el sector cuente con una instalación fija automática de extinción y la distancia a límites de parcelas con posibilidad de edificar en ellas sea superior a 10 m.

3.2.5.1 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento

La densidad de carga de fuego se calculará por la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} \times S_i \times C_i}{A} \times R_A \quad (3.2.5.1.1)$$

Siendo:

- Q_s = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio.
- C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada uno de los combustibles que existen en el sector de incendio.
- R_A = coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio.
- A = superficie construida del sector de incendio.
- Q_{si} = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente.
- S_i = superficie de cada zona con proceso y densidad de carga de fuego diferente.

Características del sector de incendio para actividades distintas al almacenamiento:

Baños Cafetería:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 200

Superficie (m²): 39

Cafetería:

Riesgo de activación: 1,3

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 300

Superficie (m²): 230

Cocina:

Riesgo de activación: 1,3

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 300

Superficie (m²): 58

Cuarto de Contadores:

Riesgo de activación: 1,6

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,5

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 400

Superficie (m²): 3

Cuarto de Instalaciones:

Riesgo de activación: 1,6

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,5

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 400

Superficie (m²): 25

Enfermería:

Riesgo de activación: 1,6

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 200

Superficie (m²): 11

Escaleras:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 80

Superficie (m²): 8,75

Gimnasio:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 200

Superficie (m²): 100

Grupo Electrónico:

Riesgo de activación: 1,6

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,5

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 400

Superficie (m²): 25

Oficina:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 600

Superficie (m²): 27,50

Pasillo Inferior:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 80

Superficie (m²): 63,50

Pasillo Principal:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 80

Superficie (m²): 49,25

Pasillo Vestuarios Exteriores:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 80

Superficie (m²): 13,50

Pistas de Pádel:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 100

Superficie (m²): 1.184

Recepción:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 600

Superficie (m²): 14,50

Vestuarios:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 200

Superficie (m²): 255

Zona Baile:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 80

Superficie (m²): 22,50

Zona Spa:

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 200

Superficie (m²): 134,75

Con los datos anteriores se ha hecho la siguiente tabla:

ACTIVIDAD DISTINTA A ALMACENAMIENTO					
Local	Superficie Local (m ²)	Carga Fuego (Q _s)	R _A	C _i	Numerador
Baños Cafetería	39,00	200	1	1	7800
Cafetería	230,00	300	1,3	1	89700
Cocina	58,00	300	1,3	1	22620
Cuarto de Contadores	3,00	400	1,6	1,5	2880
Cuarto de Instalaciones	25,00	400	1,6	1,5	24000
Enfermería	11,00	200	1,6	1	3520
Escaleras	8,75	80	1	1	700
Gimnasio	100,00	200	1	1	20000
Grupo Electrógeno	25,00	400	1,6	1,5	24000
Oficina	27,50	600	1	1	16500
Pasillo Inferior	63,50	80	1	1	5080
Pasillo Principal	49,25	80	1	1	3940
Pasillo Vestuarios Exteriores	13,50	80	1	1	1080
Pistas de Paddel	1184,00	100	1	1	118400
Recepción	14,50	600	1	1	8700
Vestuarios	255,00	200	1	1	51000
Zona Baile	22,50	80	1	1	1800
Zona Spa	134,75	200	1	1	26950
TOTAL	2264,25				428670

Tabla 3.2.5.1.1 – Densidad Carga de Fuego en Actividades distintas de Almacenamiento.

A partir de la anterior tabla calcularemos la carga de fuego del sector que no pertenece a almacenamiento:

$$Q_s = \frac{428.670}{2.264,25} = 189,32 \text{ MJ/m}^2$$

TOTAL	189,32	MJ/m ²
--------------	--------	-------------------

3.2.5.2 Evaluación del nivel de riesgo intrínseco del sector de incendio para actividades de almacenamiento

La densidad de carga de fuego se calculará por la siguiente fórmula:

$$Q_s = \frac{\sum_1^i q_{vi} \times h_i \times S_i \times C_i}{A} \times R_A \quad (3.2.5.2.1)$$

Siendo:

- Q_s , C_i , R_A , A mantienen el mismo significado que en el apartado anterior.
- q_{vi} = carga de fuego, aportada por cada m^3 de cada zona con diferente tipo de almacenamiento existente en el sector de incendio.
- S_i = superficie ocupada en planta por cada zona con diferente tipo de almacenamiento.
- h_i = altura de almacenamiento de cada uno de los combustibles.

Características del sector de incendio para actividades de almacenamiento:

Almacén:

Riesgo de activación: 2

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,3

Densidad de carga de fuego media (MJ/m^2): 3.400

Superficie local (m^2): 25

Altura de almacenamiento (m^2): 2

Superficie de almacenamiento (m^2): 10,20

Volumen de almacenamiento (m^3): 20,40

Almacén Material Deportivo:

Riesgo de activación: 2

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m^2): 5.900

Superficie local (m^2): 16,50

Altura de almacenamiento (m^2): 2

Superficie de almacenamiento (m^2): 9,50

Volumen de almacenamiento (m^3): 19

Cuarto de Basuras:

Riesgo de activación: 2

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 2.100Superficie local (m²): 15Altura de almacenamiento (m²): 1,2Superficie de almacenamiento (m²): 3Volumen de almacenamiento (m³): 3,60**Cuarto de Limpieza:**

Riesgo de activación: 1

Grado de peligrosidad de los materiales combustibles: 1,6

Densidad de carga de fuego media (MJ/m²): 200Superficie local (m²): 3,50Altura de almacenamiento (m²): 2Superficie de almacenamiento (m²): 0,60Volumen de almacenamiento (m³): 1,20

Con los datos anteriores se ha hecho la siguiente tabla:

ALMACENAMIENTO						
Local	Superficie Local (m ²)	Volumen Mat. Almacenado	Carga Fuego (Q _s)	R _A	C _i	Numerador
Almacén	25,00	20,4	3400	2	1,3	180336
Almacén Mat. Deportivo	16,50	19	5900	2	1	224200
Cuarto de Basuras	15,00	3,6	2100	2	1	15120
Cuarto de Limpieza	3,50	1,2	200	1	1,6	384
TOTAL	60,00					420040

Tabla 3.2.5.2.1 – Densidad Carga de Fuego en Actividades de Almacenamiento.

A partir de la anterior tabla calcularemos la carga de fuego del sector de almacenamiento:

$$Q_s = \frac{420.040}{60} = 7.000,67 \text{ MJ/m}^2$$

TOTAL	7000,67	MJ/m ²
--------------	---------	-------------------

3.2.5.3 Densidad de Carga de Fuego Total

El nivel de riesgo intrínseco de los 2 sectores de incendio, se evaluará calculando la densidad de carga de fuego total para un único sector:

$$Q_s = \frac{428.670+420.040}{2.264,25+60} = 365,15 \text{ MJ/m}^2$$

Con este valor entraremos en la Tabla 3.2.5.1 y obtenemos lo siguiente:

$$Q_s = 365,15 \text{ MJ/m}^2 \rightarrow \text{Tabla 3.2.5.1} \rightarrow \text{Nivel de Riesgo Intrínseco Bajo (1)}$$

Ahora con la tabla 2.1 comprobamos cuantos sectores necesitamos:

$$\text{Nivel de Riesgo Intrínseco Bajo (1)} \rightarrow \text{Tabla 3.2.5.2} \rightarrow \text{Sin Límite}$$

En este caso podemos considerar un único sector de incendio.

3.2.6 REQUISITOS CONSTRUCTIVOS DE E. INDUSTRIALES

3.2.6.1 Fachadas Accesibles

Tanto el planeamiento urbanístico como las condiciones de diseño y construcción de los edificios, en particular el entorno inmediato, sus accesos, sus huecos en fachada, etc., deben posibilitar y facilitar la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Se disponen de fachadas accesibles, las cuales por definición son las que en caso de incendio, el personal de servicio de extinción de incendios, tiene acceso al interior del edificio.

Los huecos de la fachada deberán cumplir las condiciones siguientes:

- Altura de alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que: 1,2 m
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,2 m respectivamente.
- Su distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no exceden los 25 m (medida sobre la fachada).

- No se deben instalar en la fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos (a excepción de elementos de seguridad).

Además, para considerar como fachada accesible la así definida, deberán cumplirse las condiciones de entorno del edificio y las de aproximación a éste que a continuación se recogen.

3.2.6.2 Condiciones del Entorno del Edificio

1. Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que 9 m deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos, que cumpla una serie de condiciones a lo largo de fachadas accesibles. Esta exigencia no es aplicable en este caso, dado que la altura de evacuación es de 3,10 m.
2. En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, se deben cumplir las condiciones indicadas en el apartado 10 del Anexo II del Reglamento:
 - a. La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones de aproximación a los edificios.
 - b. Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco, de forma circular, de 12,5 m de radio.
 - c. Los establecimientos industriales de riesgo medio y alto ubicados cerca de una masa forestal han de mantener una franja perimetral de 25 m de anchura permanentemente libre de vegetación baja y arbustiva con la masa forestal esclarecida y las ramas bajas podadas.
 - d. En lugares de viento fuerte y de masa forestal próxima se ha de aumentar la distancia establecida en un 100%, al menos en las direcciones de los vientos predominante.

3.2.6.3 Condiciones de Aproximación de Edificios

Los viales de aproximación hasta las fachadas accesibles de los establecimientos industriales, así como los espacios de maniobra a los que se refieren el apartado anterior, deben cumplir las condiciones siguientes:

- Anchura mínima libre: 3,50 m.
- Altura mínima libre o gálibo: 4,50 m.
- Capacidad portante del vial: 2.000 kp/m².

En los tramos curvos, el carril de rodadura debe quedar delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m y 12,50 m, con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

3.2.7 UBICACIONES NO PERMITIDAS DE SECTOR DE INCENDIO

De la caracterización realizada en este anexo se desprende que el nuestras instalaciones son de riesgo intrínseco bajo en configuración de tipo C.

La ubicación del sector de incendio, esto es, de la edificación proyectada, no coincide con ninguna de las ubicaciones no permitidas listadas en el Anexo II del reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.

3.2.8 MÁXIMA SUPERFICIE CONSTRUIDA

Este establecimiento industrial es un único sector de incendio y cumple los siguientes requisitos:

Sector de Incendio	Riesgo Intrínseco	Configuración Establecimiento	Superficie Construida (m ²)	Máx. Superficie Construida (m ²)
Edificios Principales	Bajo (1)	Tipo C	2.325	4.675

Tabla 3.2.8.1 – Características de nuestra instalación.

3.2.9 MATERIALES

3.2.9.1 Materiales de Revestimiento

MATERIALES DE REVESTIMIENTO		
	Norma	Proyecto
Suelos	C _{FL} – s1	Cuarto Instalaciones / Grupo Electrónico: Hormigón Pulido A1FL
		Resto de Locales: Gres BFL –s1
Paredes y Techo	C-s3,d0	Alicatado Cerámico A2-s1,d0
		Pintura Acrílica Lisa Mate B-s1,d0
Revestimiento Exterior		Placa de Yeso Laminado A2-s1,d0
		Piedra A1

Tabla 3.2.9.1.1 – Revestimientos.

3.2.9.2 Materiales incluidos en paredes y cerramientos

Cuando un material que constituya una capa contenida en un suelo, pared o techo, sea de una clase más desfavorable a la exigida al revestimiento, la capa y su revestimiento, en conjunto, serán EI 30.

Todos los materiales incluidos en paredes y cerramientos poseen una clase de reacción al fuego superior a la exigida para el revestimiento, por lo que esta medida no será de aplicación en el caso presente.

3.2.9.3 Otros materiales

MATERIALES DE REVESTIMIENTO		
	Norma	Proyecto
Productos en suelos elevados o falsos techos	B-s3,d0	Aislamiento térmico y acústico de falso techo mediante panel semirrígido de lana de roca volcánica A1 (No se dispone de suelos elevados)
Cables	Libres de Halógenos (No Propagadores de Fuego)	Libres de Halógenos (No Propagadores de Fuego)
	Con emisión de humo reducida	Con emisión de humo reducida
	Con opacidad reducida	Con opacidad reducida

Tabla 3.2.9.3.1 – Otros Materiales.

3.2.9.4 Justificación de exigencia a materiales

La justificación de que un producto de construcción alcanza la clase exigida se acreditará mediante ensayo de tipo o certificado de conformidad a normas UNE, emitidos por un organismo de control que cumpla los requisitos establecidos en el Real decreto 2200/1995, de 8 de diciembre.

Para algunos productos no se requerirá la realización de ensayo, sino que se remite a los cuadros 1.2-1 y 2.2-1 del Real Decreto 312/2005, por estar incluidos en éstos como productos que pueden asimilarse a una clase determinada sin necesidad de ensayo.

Los productos de construcción, pétreos, cerámicos, metálicos, vidrios, morteros, hormigones o yesos, se consideran de clase A1 sin necesidad de ensayo de ensayo, como se indica en el Anexo II del Reglamento.

3.2.9.5 Resistencia al fuego de elementos portantes

La estabilidad al fuego exigible a los elementos constructivos portantes en los sectores de incendio de un establecimiento industrial puede determinarse mediante la adopción de los valores que se establecen en el Anexo II del Reglamento. En este caso, con Riesgo Bajo 1 y configuración Tipo C, la estabilidad al fuego mínima es: R 30 (EF – 30).

3.2.9.6 Resistencia al fuego de elementos constructivos de cerramiento

La resistencia al fuego de los elementos constructivos delimitadores de un sector de incendio respecto de otros no será inferior a la estabilidad al fuego exigida en el Anexo II del Reglamento para los elementos constructivos con función portante en dicho sector de incendio.

En el caso presente, con riesgo bajo y configuración tipo C, la resistencia mínima exigida es R 30. Los cerramientos del local, a base de mampostería de piedra de espesor 100 cm en medianeras y 30 cm en fachadas, cumplen dicha condición.

3.2.10 EVACUACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS INDUSTRIALES

La ocupación de los establecimientos industriales se basa en las fórmulas del Anexo II del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales. Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P, deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100. \quad (3.2.10.1)$$

$$P = 110 + 1,05 (p - 100), \text{ cuando } 100 < p < 200. \quad (3.2.10.2)$$

$$P = 215 + 1,03 (p - 200), \text{ cuando } 200 < p < 500. \quad (3.2.10.3)$$

$$P = 524 + 1,01 (p - 500), \text{ cuando } p > 500. \quad (3.2.10.4)$$

Siendo p representa el número de personas que ocupa el sector de incendio, de acuerdo con la documentación laboral que legalice el funcionamiento de la actividad. Los valores obtenidos para P, según las anteriores expresiones, se redondearán al entero inmediatamente superior.

Realizamos el cálculo de la ocupación de nuestra nave industrial, aplicando el Documento Básico SI del CTE y obtenemos:

CÁLCULO DE OCUPACIÓN		
Local	Superficie Local (m ²)	Nº Personas
Almacén	25,00	Nula
Almacén Mat. Deportivo	16,50	Nula
Baños Cafetería	39,00	13
Cafetería	230,00	154
Cocina	58,00	Nula
Cuarto de Basuras	15,00	Nula
Cuarto de Contadores	3,00	Nula
Cuarto de Instalaciones	25,00	Nula
Cuarto de Limpieza	3,50	Nula
Enfermería	11,00	2
Escaleras	8,75	5
Gimnasio	100,00	20
Grupo Electrónico	25,00	Nula
Oficina	27,50	3
Pasillo Inferior	63,50	32
Pasillo Principal	49,25	25
Pasillo Vestuarios Exteriores	13,50	7
Pistas de Padel	1184,00	237
Recepción	14,50	2
Vestuarios	255,00	85
Zona Baile	22,50	5
Zona Spa	134,75	68
	TOTAL	656

Tabla 3.2.10.1 – Cálculo de la ocupación.

Aplicando la fórmula correspondiente, nos daría una ocupación:

$$P = 524 + 1,01 (656 - 500) = 681,56$$

$P = 682$ personas

3.2.10.1 Evacuación de edificios industriales tipo C

3.2.10.1.1 Elementos de evacuación

Elementos de la evacuación: origen de evacuación, recorridos de evacuación, altura de evacuación, rampas, ascensores, escaleras mecánicas, rampas y pasillos móviles y salidas se definen de acuerdo con el “Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio” del CTE.

3.2.10.1.2 Número y disposición de las salidas

Número y disposición de las salidas: cumplirá lo dispuesto en el apartado 3 del “Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio” del CTE y se ampliará en lo siguiente:

- Los establecimientos industriales clasificados, de acuerdo con el anexo I de este reglamento, como de riesgo intrínseco alto deberán disponer de dos salidas alternativas.
- Los establecimientos industriales de riesgo intrínseco medio deberán disponer de dos salidas cuando su número de empleados sea superior a 50 personas.
- Las distancias máximas de los recorridos de evacuación de los sectores de incendio de los establecimientos industriales no superarán los valores indicados en el siguiente cuadro y prevalecerán sobre las establecidas en “Documento Básico SI Seguridad en caso de Incendio” del CTE, apartado 3:

Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas		
Riesgo	1 salida	2 salidas alternativas
Bajo (*)	35 m (**)	50 m
Medio	24 m (***)	50 m
Alto	-	25 m

Tabla 3.2.10.1.2.1 – Longitudes de Recorrido de Evacuación.

(*) Para actividades de producción o almacenamiento clasificadas como riesgo bajo nivel 1, en las que se justifique que los materiales implicados sean exclusivamente de clase A y los productos de construcción, incluidos los revestimientos, sean igualmente de clase A, podrá aumentarse la distancia máxima de recorridos de evacuación hasta 100 m.

(**) La distancia se podrá aumentar a 50 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

(***) La distancia se podrá aumentar a 35 m si la ocupación es inferior a 25 personas.

En la entreplanta y planta baja la longitud del recorrido de evacuación será como máximo de 50 m según el “Documento Básico DB SI Seguridad en caso de incendio” del “Código Técnico”.

En las zonas de los sectores cuya actividad impide la presencia de personal (por ejemplo, almacenes de operativa automática), los requisitos de evacuación serán de aplicación a las zonas de mantenimiento. Esta particularidad deberá ser justificada.

En nuestro caso según la aplicación de la norma tendremos que tener 2 salidas, pero por criterio de proyectista, el número de salidas que se indican en la tabla según las siguientes zonas:

Zona	Riesgo Intrínseco	Ocupación	Número de Salidas
Edificios Principales	Bajo (1)	682	3

Tabla 3.2.10.1.2.2 – Resumen de ocupación y salidas.

3.2.10.1.3 Disposición de escaleras y aparatos elevadores

Las escaleras que se prevean para evacuación descendente serán protegidas, conforme al código técnico, cuando se utilicen para la evacuación de establecimientos industriales que, en función de su nivel de riesgo intrínseco, superen la altura de evacuación siguiente:

- Riesgo alto: 10 m.
- Riesgo medio: 15 m.
- Riesgo bajo: 20 m.

A las escaleras dispuestas en la zona comercial también se le aplicará la normativa perteneciente al “Código Técnico de la Edificación”. En nuestro caso las escaleras no superan la altura de 20 m.

3.2.10.1.4 Disposición de salidas, pasillos y escaleras

Dimensionamiento de salidas, pasillos y escaleras: de acuerdo con el código técnico se establece:

3.2.10.1.4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes

1. Cuando en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
2. A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas existentes. En cambio, cuando existan varias escaleras no protegidas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.
3. En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en $160 A$ personas, siendo A la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que $160A$.

Se establecen los siguientes criterios para calcular el dimensionado:

- Puertas y pasos:

$$A \geq \frac{P}{200} \text{ con mínimo de } 0,80 \text{ m.}$$

La anchura de toda hoja de puerta no debe de ser menor que 0,60 m ni exceder de 1,23 m.

- Pasillos y rampas:

$$A \geq \frac{P}{200} \geq 1 \text{ m.}$$

- Pasos entre filas de asientos fijos en salas (6):

- En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30\text{cm}$ cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos.
- En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm.}$ (7)
- Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
- Definición de los epígrafes (6) y (7):
 - (6) Anchura determinada por las proyecciones verticales más próximas de filas consecutivas, incluidas las mesas, tableros u otros elementos auxiliares que puedan existir. Los asientos abatibles que se coloquen automáticamente en posición elevada pueden considerarse en dicha posición.
 - No se limita el número de asientos, pero queda condicionado por la longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida del recinto.

- Escaleras no protegidas (8):

- Evacuación descendente: $A \geq \frac{P}{160}$ (9)
- Evacuación ascendente: $A \geq \frac{P}{160-10h}$ (9)
- Definición de los epígrafes (8) (9):
 - (8) Incluso pasillos escalonados de acceso a localidades en anfiteatros, graderíos y tribunas de recintos cerrados, tales como cines, teatros, auditorios, pabellones polideportivos etc.
 - (9) La anchura mínima es la que se establece en DB SUA 1:
 - 0,80 m en escaleras previstas para 10 personas, como máximo, y estas sean usuarios habituales de la misma.

- 1,20 m en uso Docente, en zonas de escolarización infantil y en centros de enseñanza primaria, así como en zonas de público de uso Pública Concurrencia y Comercial.
- En uso Hospitalario, 1,40 m en zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros iguales o mayores que 90° y 1,20 m en otras zonas.
- 1 m en el resto de los casos.

Vemos que el dimensionado de puertas y pasillos para la evacuación cumple los requerimientos de ocupación que puedan darse ya que todos los pasillos poseen 1.50 m o más y las salidas de evacuación serán 3 de 1,72 m en el pasillo principal, la cafetería y otra más en el gimnasio.

Los recorridos de evacuación y las salidas se detallan en el plano de Protección Contra Incendios incluido en el documento de planos.

3.2.10.1.5 Características de las puertas

1. Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuar mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo.
2. Se considera que satisfacen el anterior requisito funcional los dispositivos de apertura mediante manilla o pulsador conforme a la norma UNE EN 179:2003 VC1, cuando se trate de la evacuación de zonas ocupadas por personas que en su mayoría estén familiarizados con la puerta considerada, así como los de barra horizontal de empuje o de deslizamiento conforme a la norma UNE EN 1125:2003 VC1, en caso contrario.

3. Abrirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:
 - a. Prevista para el paso de más de 200 personas en edificios de uso residencial o de 100 personas en los demás casos, o bien.
 - b. Prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Para la determinación del número de personas que se indica en a) y b) se deberán tener en cuenta los criterios de asignación de los ocupantes establecidos en el apartado 4.1 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales.

4. Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 14 kg. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.
5. Las puertas de apertura automática dispondrán de un sistema tal que, en caso de fallo del mecanismo de apertura o del suministro de energía, abra la puerta e impida que ésta se cierre, o bien que, cuando sean abatibles, permita su apertura manual. En ausencia de dicho sistema, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual que cumplan las condiciones indicadas en el párrafo anterior.

3.2.10.1.6 Características de los pasillos

Además de cumplir los requisitos exigidos por el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del “Código Técnico” deberán cumplir el “Documento de seguridad frente a riesgo de impacto o atropellamiento” de “Código Técnico”, que establece: La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2100 mm en zonas de uso restringido y 2200 mm en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2000 mm, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 1000 mm y 2200 mm medida a partir del suelo.

3.2.10.1.7 Características de las escaleras

En el Documento Básico de Seguridad se indican las condiciones de protección que deben cumplir las escaleras previstas para evacuación.

Condiciones según tipo de protección de la escalera			
h = altura de evacuación de la escalera			
P = número de personas a las que sirve en el conjunto de las plantas			
Uso Previsto (1)	No Protegida	Protegida (2)	Especialmente Protegida
Comercial, Pública Concurrencia	$h \leq 10$ m	$h \leq 20$ m	-

Tabla 3.2.10.1.7.1 – Protecciones en las escaleras.

(1) Las escaleras cumplirán en todas las plantas de sus tramos para evacuación descendente y en todas las de sus tramos para evacuación ascendente las condiciones más restrictivas de las correspondientes a los usos a los que sirva en cada tramo. Cuando un establecimiento contenido en un edificio de uso residencial no precise constituir sector de incendio conforme a la Sección 1 de este DB, las condiciones exigibles a las escaleras comunes son las correspondientes a dicho uso.

(2) Las escaleras que comuniquen sectores de incendio diferentes pero cuya altura de evacuación no exceda de la admitida para las escaleras no protegidas, no precisan cumplir las condiciones de las escaleras protegidas, sino únicamente estar compartimentadas de tal forma que a través de ellas se mantenga la compartimentación exigible entre sectores de incendio, siendo admisible la opción de incorporar el ámbito de la propia escalera a uno de los sectores a los que sirve.

En nuestro caso como tenemos una altura máxima de evacuación descendente de 3,10 m no será necesario el uso de escaleras protegidas.

3.2.10.1.8 Características de pasillos y escaleras protegidos y de vestíbulos previos de acuerdo con el Código Técnico

En la sección 1 del Documento Básico DB SI Seguridad en caso de Incendio se establecen las exigencias de comportamiento ante fuego de los elementos delimitadores de los vestíbulos previos.

Los vestíbulos previos serán de uso exclusivo para circulación y sólo tendrán comunicación directa con espacios generales de circulación, aparatos elevadores, aseos y con los locales que deban disponer de dicho vestíbulo. La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo será al menos igual a 0,50 m.

En este proyecto, los vestíbulos previos son de uso exclusivo para la circulación, están comunicados sólo con espacios generales.

3.2.10.2 Señalización e Iluminación

De acuerdo con lo expuesto en el Documento Básico de Seguridad en caso de incendio del Código Técnico se tiene:

- Señalización de los medios de evacuación

Se utilizarán las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

- 1 Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA", excepto en edificios de uso Residencial y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos recintos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio. Por tanto, se colocará una señal con el rótulo "SALIDA", según UNE 23034:1988, sobre la puerta peatonal integrada en el portal de salida del local, como se indica en los planos de la instalación de Protección Contra Incendios.
- 2 La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.

- 3 Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- 4 En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- 5 En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo “Sin Salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- 6 Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta sección.
- 7 El tamaño de las señales será:
 - a. 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
 - b. 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
 - c. 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

- Señalización de los medios de protección:

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m.
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m.
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean foto luminiscentes, sus características de emisión luminosa deben cumplir lo establecido en la norma UNE 23035-4:1999.

3.2.11 VENTILACIÓN Y ELIMINACIÓN DE HUMOS Y GASES

En el establecimiento industrial conforme al anexo II del Reglamento se instalaran sistemas de evacuación de humos en el siguiente sector de incendios:

Los sectores con actividades de producción:

1. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 2000 \text{ m}^2$.
2. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.
3. Los sectores con actividades de almacenamiento:
 - a. De riesgo intrínseco medio y superficie construida $\geq 1000 \text{ m}^2$.
 - b. De riesgo intrínseco alto y superficie construida $\geq 800 \text{ m}^2$.

Para menor superficie, se podrán aplicar los siguientes valores mínimos de la superficie aerodinámica de evacuación de humos:

1. Los sectores de incendio con actividades de producción, montaje, transformación, reparación y otras distintas al almacenamiento si:
 - a. Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ o fracción.
 - b. Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/200 \text{ m}^2$ o fracción.

2. Los sectores de incendio con actividades de almacenamiento si:
 - a. Están situados en planta bajo rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/100 \text{ m}^2$ o fracción.
 - b. Están situados en cualquier planta sobre rasante y su nivel de riesgo intrínseco es alto o medio, a razón de un mínimo de superficie aerodinámica de $0,5 \text{ m}^2/150 \text{ m}^2$ o fracción.

La ventilación será natural a no ser que la ubicación del sector lo impida, en tal caso, podrá ser forzada.

Los huecos se dispondrán uniformemente repartidos en la parte alta del sector, ya sea en zonas altas de fachada o cubierta y deberán ser practicables de manera manual o automática.

Deberá disponerse, además, de huecos para entrada de aire en la parte baja del sector, en la misma proporción de superficie requerida para los de salida de humos, y se podrán computar los huecos de las puertas de acceso al sector.

En nuestro establecimiento industrial, conforme con el artículo anteriormente citado, no será necesario instalar sistemas de evacuación de humos en ningún sector de incendio.

3.2.12 INSTALACIONES TÉCNICAS DE SERVICIO

Conforme al anexo II del Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, en caso de que los cables eléctricos alimenten a equipos que deban permanecer en funcionamiento durante un incendio, deberán estar protegidos para mantener la corriente eléctrica durante el tiempo exigible a la estructura de la nave en que se encuentre.

3.2.13 REQUISITOS DE LAS INSTALACIONES PCI

3.2.13.1 Sistemas Automáticos de Detección de Incendios

Se instalarán sistemas automáticos de detección de incendios en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

1. Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:
 - a. Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
 - b. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.
 - c. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
 - d. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.
 - e. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2.000 m² o superior.

2. Actividades de almacenamiento si:
 - a. Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 150 m² o superior.
 - b. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.000 m² o superior.
 - c. Están ubicados en edificios tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

- d. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior.
- e. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.

No instalaremos sistemas automáticos de detección de incendio ya que no se da ninguno de los casos anteriormente citados.

3.2.13.2 Sistemas Manuales de Alarma de Incendios

Se instalarán sistemas manuales de alarma de incendio en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

- Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:
 - Su superficie total construida es de 1.000 m² o superior, o
 - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

- Actividades de almacenamiento, si:
 - Su superficie total construida es de 800 m² o superior, o
 - No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios.

Instalaremos sistemas manuales de incendio debido que no tenemos instalados sistemas automáticos de detección de incendios.

Estos se situarán junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe ser superior a 25 m.

Recorridos más desfavorables hasta el pulsador situado a la salida de evacuación del sector. La distancia desde cualquier punto de un sector hasta un pulsador es siempre ≤ 25 m.

A su vez será necesaria la instalación de un sistema de sirenas contra incendios que irá conectado a los sistemas manuales de alarma de incendios y a su vez ambos controlados por un panel de control contra incendios. Por cada dos pulsadores hemos instalado una sirena contra incendios.



Figura 3.2.13.2.1 - Pulsador de alarma manual.

3.2.13.3 Sistema de Comunicación de Alarma

No se ha instalado un sistema de comunicación de alarma debido a que la suma de la superficie de todos los sectores de incendio no excede de 10.000 m².

3.2.13.4 Sistema de Hidrantes Exteriores

Se instalará un sistema de hidrantes exteriores si:

1. Lo exigen las disposiciones vigentes que regulan actividades industriales sectoriales o específicas, de acuerdo con el artículo 1 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

2. Concurren las circunstancias que se reflejan en la tabla siguiente:

Configuración Zona de Incendio	Superficie o Área de Incendio (m ²)	Riesgo Intrínseco		
		Bajo	Medio	Alto
A	≥ 300	NO	SÍ	-
	≥ 1.000	SÍ*	SÍ	-
B	≥ 1.000	NO	NO	SÍ
	≥ 2.500	NO	SÍ	SÍ
	≥ 3.500	SÍ	SÍ	SÍ
C	≥ 2.000	NO	NO	SÍ
	≥ 3.500	NO	SÍ	SÍ
D / E	≥ 5.000		SÍ	SÍ
	≥ 15.000	SÍ	SÍ	SÍ

Tabla 3.2.13.4.1 – Requisitos para sistema de hidrantes exteriores.

No es necesaria la instalación de hidrantes exteriores ya que la configuración de la zona es de tipo C y la superficie del área de incendio es mayor de 3.500 m² y el riesgo intrínseco es bajo.

3.2.13.5 Extintores de Incendio

Según el Anexo III, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), se instalarán extintores de incendio portátiles en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales.

Nota: en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de extintores.

Agente Extintor	Clase de Fuego (UNE 23.010)			
	A (Sólidos)	B (Líquidos)	C (Gases)	D (Metales especiales)
Agua pulverizada	(2)xxx	x		
Agua a chorro	(2)xx			
Polvo BC (convencional)		xxx	xx	
Polvo ABC (polivalente)	xx	xx	xx	
Polvo específico metales				xx
Espuma física	(2)xx	xx		
Anhídrido carbónico	(1)x	x		
Hidrocarburos Halogen.	(1)x	xx		

Tabla 3.2.13.5.1 – Agentes extintores frente diferentes clases de fuego.

Siendo:

- XXX = muy adecuado.
- XX = adecuado.
- X = aceptable.

Notas:

- (1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 5 mm) puede asignarse xx.
- (2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma; el resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado en UNE 23.110.

Según la tabla 3.1 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), la cantidad de extintores a instalar viene dada por los siguientes parámetros:

Grado de Riesgo Intrínseco del Sector de Incendio	Eficacia Mínima del Extintor	Área Máxima Protegida del Sector de Incendio
Bajo	21 A	Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200m ² , o fracción en exceso)
Medio	21 A	Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200m ² , o fracción en exceso)
Alto	34 A	Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200m ² , o fracción en exceso)

Tabla 3.2.13.5.2 – Eficacia de los extintores.

Además como dice el apartado 8.4 del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), el emplazamiento de los extintores portátiles de incendio permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles, estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será tal que el recorrido máximo horizontal, desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor, no supere 15 m.

Por lo tanto, para que no superen los 15 m de distancia, instalaremos 6 extintores.

Sector Incendio	Superficie	Combustible	Riesgo/Volumen	Eficacia Mínima	Cantidad
Edificios Principales	2.325 m ²	ABC	Bajo (1)	21 A	6

Tabla 3.2.13.5.3 – Descripción de extintores.



Figura 3.2.13.5.1 – Extintor Portátil.

3.2.13.6 Sistema de bocas de incendio equipadas (BIES)

Según el Anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), “se instalarán sistemas de bocas de incendio equipadas en los sectores de incendio de los establecimientos industriales si:

1. Están ubicados en edificios de tipo A y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
2. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
3. Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 200 m² o superior.
4. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.
5. Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
6. Son establecimientos de configuraciones de tipo D o E, su nivel de riesgo intrínseco es alto y la superficie ocupada es de 5.000 m² o superior.

Nota: en las zonas de los almacenamientos operados automáticamente, en los que la actividad impide el acceso de personas, podrá justificarse la no instalación de bocas de incendio equipadas.”

Nivel de Riesgo	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo Autonomía
Bajo	DN 25 mm	2	60 min
Medio	DN 45 mm*	2	60 min
Alto	DN 45 mm*	3	90 min

Tabla 3.2.13.6.1 – Elección de BIE según nivel de riesgo.

* Se admitirá BIE 25 mm con toma adicional de 45 mm, y se considerará, a los efectos de cálculo hidráulico, como BIE de 45 mm.

En nuestro caso tendremos:

Sector	Tipo de BIE	Simultaneidad	Tiempo de Autonomía
Edificios Principales	DN 25 mm	2	60 min

Tabla 3.2.13.6.2 – BIES de nuestra instalación.

El caudal unitario será el correspondiente de aplicar a la presión dinámica disponible en la entrada de la BIE, cuando funcionen simultáneamente el número de BIE indicado, el factor K del conjunto, proporcionado por el fabricante del equipo. Los diámetros equivalentes mínimos serán 10 mm para BIE de 25 y 13 mm para las BIE de 45 mm.

Se deberá comprobar que la presión en la boquilla no sea inferior a 2 bar ni superior a 5 bares, y, si fuera necesario, se dispondrán dispositivos reductores de presión. Para su cálculo e instalación el Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Edificios Industriales (RD 2267/2004 de 3 de diciembre), hace referencia al Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (RD1942/1993), apartado 7, "Características e instalación de los aparatos, equipos y sistemas de protección contra incendios.

Las BIE deberán montarse sobre un soporte rígido de forma que la altura de su centro quede como máximo a 1,50 m sobre el nivel del suelo o a más altura si se trata de BIE de 25 mm, siempre que la boquilla y la válvula de apertura manual si existen, estén situadas a la altura citada. Las BIE se situarán, siempre que sea posible, a una distancia máxima de 5 m de las salidas de cada sector de incendio, sin que constituyan obstáculo para su utilización.

El número y distribución de las BIE en un sector de incendio, en espacio diáfano, será tal que la totalidad de la superficie del sector de incendio en que estén instaladas quede cubierta por una BIE, considerando como radio de acción de ésta la longitud de su manguera incrementada en 5 m. La separación máxima entre cada BIE y su más cercana será de 50 m. La distancia desde cualquier punto del local protegido hasta la BIE más próxima no deberá exceder de 25 m.

La red de tuberías deberá proporcionar, durante una hora, como mínimo, en las hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos BIE hidráulicamente más desfavorables, una presión dinámica mínima de 2 bares en el orificio de salida de cualquier BIE. Las condiciones establecidas de presión, caudal y reserva de agua deberán estar adecuadamente garantizadas.

El sistema de BIE se someterá, antes de su puesta en servicio, a una prueba de estanqueidad y resistencia mecánica, sometiendo a la red a una presión estática igual a la máxima de servicio y como mínimo a 980 kPa (10 kg/cm²), manteniendo dicha presión de prueba durante dos horas, como mínimo, no debiendo aparecer fugas en ningún punto de la instalación.

Además, según la norma UNE 23-500-90, se puede observar que:

- Red de uso público:

- Su diámetro será igual o superior al calculado para la red general de distribución.
- La reserva de agua desde donde se alimenta la red de uso público debe tener una capacidad de al menos 5 veces la calculada para la instalación de extinción de incendios.

- Presión en la red de uso público:

Se dispondrá de un gráfico de presiones registradas durante un mínimo de dos semanas en cada uno de los meses de Enero y Agosto, indicándose el diámetro de la línea y su procedencia, expedido por la Compañía del Servicio de Aguas.

- Categorización de abastecimientos según sistemas instalados:

La asignación de categoría del abastecimiento de agua, se realiza según la tabla siguiente, recogida en la norma UNE 23500 de sistemas de abastecimiento de agua:

Rociadores (RL) según UNE EN 12845	Rociadores (RO) según UNE EN 12845	Rociadores (RE) según UNE EN 12845	BIEs	Hidrantes	Espuma Física	Agua Pulverizada	CAT
			X				III
X							III
				X			II
X			X				II
	X		X				II
X				X			II
			X	X			II
	X		X	X			II
X			X	X			II
		X					I
					X		I
						X	I
		X	X				I
		X	X	X			I
El resto de combinaciones de los sistemas instalados son de categoría I							

Tabla 3.2.13.6.3 – Categorías de Abastecimiento de Agua.

En nuestro sistema solo se alimentarán bocas de incendio equipadas con un caudal total inferior a 600 l/min. Por tanto nos sitúa en categoría III.

- Clases de abastecimiento:

Se establecen tres clases de abastecimiento: sencillo, superior o doble. A cada sistema de protección se le exige una clase de abastecimiento mínimo aceptable. Una vez determinada la categoría del abastecimiento (I, II o III) según la tabla anterior se selecciona la clase de abastecimiento:

Clase		Fuentes de Agua	CAT I	CAT II	CAT III
Abastecimiento Sencillo (A.SEN)	A.SEN.A	Red Pública Categoría II			MIN
	A.SEN.B	Depósito o Fuente Inagotable (un único equipo de bombeo)			MIN
	A.SEN.C	Depósito de Presión		MIN	OPC
	A.SEN.D	Depósito de Gravedad tipo C		MIN	OPC
Abastecimiento Superior (A.SUP)	A.SUP.A	Red Pública Categoría I		MIN	OPC
	A.SUP.B	Depósito de Gravedad tipo A o B		MIN	OPC
	A.SUP.C	Depósito tipo A o B (dos o más equipos de bombeo)	MIN	OPC	OPC
	A.SUP.D	Fuente Inagotable (dos o más equipos de bombeo)	MIN	OPC	OPC
Abastecimiento Doble (A.DOB)	A.DOB.A	Dos Redes Públicas	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.B	Red Pública y Depósito de Gravedad tipo A o B	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.C	Red Pública y Depósito de Presión	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.D	Red Pública y Depósito o Fuente Inagotable	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.E	Dos Depósitos de Gravedad: (1 tipo A o B y otro tipo B o C)	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.F	Depósito de Gravedad tipo A o B y Depósito de Presión	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.G	Depósito de Gravedad tipo A o B y Fuente Inagotable	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.H	Depósito de Presión y Depósito de tipo A o B o Fuente Inagotable	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.I	Doble Equipo de Bombas de Aspiración sobre dos Depósitos tipo A o B	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.J	Doble Equipo de Bombas de Aspiración sobre un Depósitos tipo A o B y otro C	MIN	OPC	OPC
	A.DOB.K	Doble Equipo de Bombas de Aspiración sobre Fuente Inagotable	MIN	OPC	OPC
<u>MIN:</u> Mínimos Aceptables por Categoría.					
<u>OPC:</u> Opciones Posibles para Categorías Inferiores (II y III)					

Tabla 3.2.13.6.4– Sistemas de Abastecimiento.

Por tanto, la clase de abastecimiento mínima exigida será: abastecimiento sencillo tipo B depósito o fuente inagotable (con equipo de bombeo único). Finalmente, el sistema seleccionado será: abastecimiento sencillo tipo B con depósito y equipo de bombeo doble.

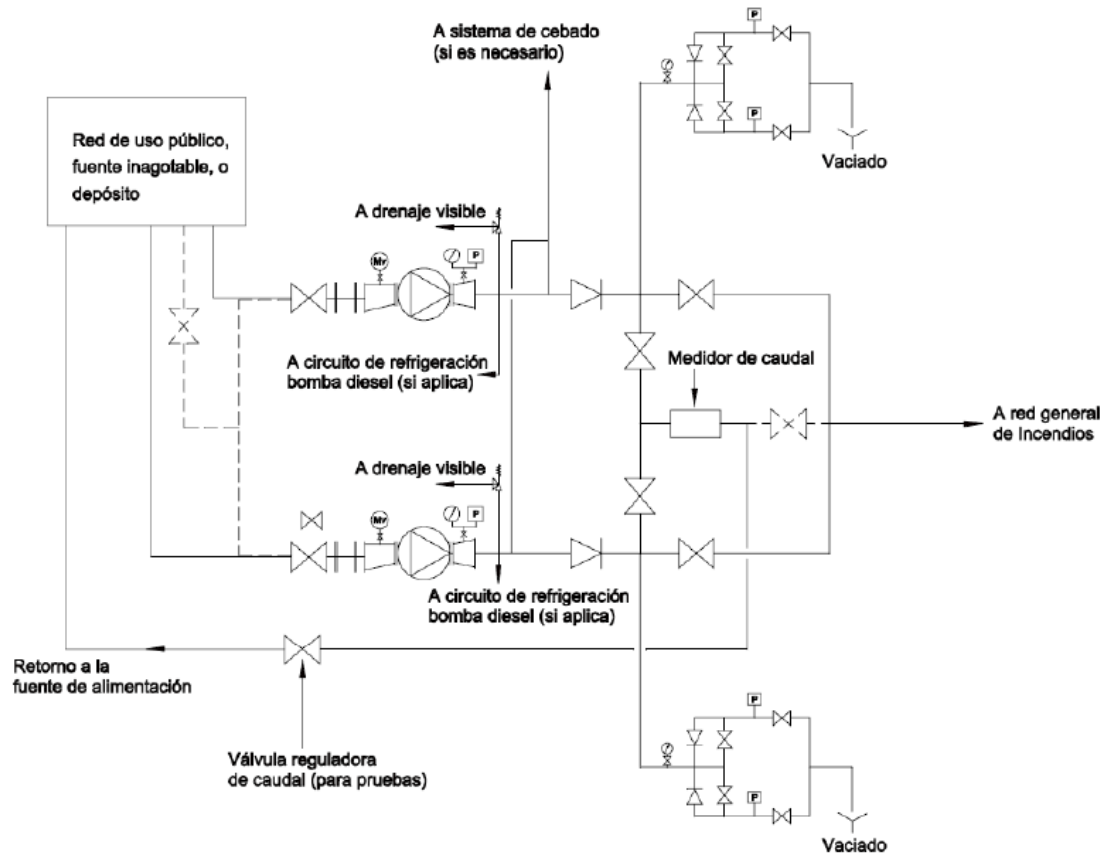


Figura 3.2.13.6.1– Sistema de Bombeo.



Figura 3.2.13.6.2 – Boca de Incendio Equipada (BIE).

3.2.13.7 Depósito de Abastecimiento

Nuestra instalación cuenta con 2 BIES tipo 25 mm donde cada una debe suministrar 1,67 l/s. Aplicando un coeficiente de simultaneidad de 2, obtenemos que nuestro depósito debe abastecer un total de 2 BIES durante una 1 hora.

Haciendo cálculos tenemos:

$$1,67 \text{ l/s} \times 3.600\text{s} = 6.012 \text{ l/h}$$

$$6.012 \text{ l/h} \times 2 \text{ (simultaneidad)} \times 2 \text{ (bies)} = 24.048 \text{ litros}$$

Por tanto, se dispondrá de un depósito de 25.000 litros para asegurar el abastecimiento de las BIES.

3.2.13.8 Equipo de Bombeo

Según la norma UNE 23500:2012, el grupo de bombeo debe ser capaz de impulsar como mínimo el 140% del caudal nominal a un 70% de la presión nominal, así pues:

$$140\% (6.012 \times 2) \text{ l/h} = 16.833,60 \text{ l/h} = 16,83 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$(1 \text{ bar} = 10,20 \text{ mca})$$

La presión nominal en la BIE debe de ser entre 2 y 5 bar.

$$P = 0,70 \times 5 \text{ bar} = 3,50 \text{ bar} = 35,70 \text{ mca}$$

Por tanto, se dispondrá un equipo con una bomba principal eléctrica, una bomba principal diésel y bomba Jockey seleccionados del catálogo del fabricante Ebara con las siguientes características:

		CAUDAL TOTAL (m ³ /h)									
		12	24	36	48	60	72	84	100	120	150
ALTIMETRIA MANOMÉTRICA TOTAL (m.c.i.)	40	AF MATRIX 18-6/4 AF 3M 32-200/4	AF 3M 40-200/5,5	AF 3M 50-200/9,2	AF 3M 50-200/9,2	AF ENR 65-200/15	AF ENR 65-200/15	AF ENR 65-200/18,5	AF ENR 80-200/18,5	AF ENR 80-200/22	AF ENR 100-200/30
	45	AF MATRIX 18-6/4 AF 3M 32-200/4	AF 3M 40-200/7,5	AF 3M 50-200/9,2	AF 3M 50-200/9,2	AF ENR 65-200/15	AF ENR 65-200/18,5	AF ENR 65-200/18,5	AF ENR 80-200/22	AF ENR 80-200/30	AF ENR 100-200/37
	50	AF MATRIX 18-6/4 AF 3M 32-200/5,5	AF 3M 40-200/7,5	AF 3M 50-200/11	AF 3M 50-200/11	AF ENR 65-200/18,5	AF ENR 65-200/22	AF ENR 65-200/22	AF ENR 80-200/30	AF ENR 80-200/30	AF ENR 100-200/37
	55	AF MATRIX 18-6/4 AF 3M 32-200/5,5	AF 3M 40-200/11	AF 3M 50-200/11	AF 3M 50-200/11	AF ENR 65-200/22	AF ENR 65-200/22	AF ENR 65-200/30	AF ENR 80-200/30	AF ENR 80-200/37	AF ENR 80-200/37
	60	AF MATRIX 18-6/4 AF 3M 32-200/5,5	AF 3M 40-200/11	AF 3M 50-200/15	AF 3M 50-200/15	AF ENR 65-200/30	AF ENR 65-200/30	AF ENR 65-250/30	AF ENR 80-200/37	AF ENR 80-200/37	AF ENR 100-250/45
	65	AF 3M 32-200/5,5	AF 3M 40-200/11	AF 3M 50-200/15	AF 3M 50-200/15	AF ENR 65-250/30	AF ENR 65-250/30	AF ENR 65-250/30	AF ENR 80-250/37	AF ENR 80-250/45	AF ENR 100-250/55
	70	AF MD 32-250/9,2 AF ENR 32-250/11	AF ENR 40-250/15	AF ENR 50-250/18,5	AF ENR 50-250/22	AF ENR 65-250/30	AF ENR 65-250/30	AF ENR 65-250/37	AF ENR 80-250/45	AF ENR 80-250/45	AF ENR 100-250/55
	75	AF MD 32-250/9,2 AF ENR 32-250/11	AF ENR 40-250/15	AF ENR 50-250/22	AF ENR 50-250/22	AF ENR 65-250/37	AF ENR 65-250/37	AF ENR 65-250/37	AF ENR 80-250/45	AF ENR 80-250/45	AF ENR 100-250/75
	80	AF MD 32-250/9,2 AF ENR 32-250/11	AF ENR 40-250/15	AF ENR 50-250/22	AF ENR 50-250/30	AF ENR 65-250/37	AF ENR 65-250/37	AF ENR 65-250/37	AF ENR 65-250/45	AF ENR 80-250/55	AF ENR 100-250/75
	85	AF MD 32-250/11 AF ENR 32-200/15	AF ENR 40-250/18,5	AF ENR 50-250/30	AF ENR 50-250/30	AF ENR 65-250/45	AF ENR 65-250/45	AF ENR 65-250/45	AF ENR 65-250/45	AF ENR 80-250/55	AF ENR 100-250/75
	90	AF MD 32-250/11 AF ENR 40-250/18,5	AF ENR 40-315/22	AF ENR 50-315/37	AF ENR 50-315/37	AF ENR 65-315/45	AF ENR 65-315/45	AF ENR 65-250/45	AF ENR 80-250/55	AF ENR 80-315/75	AF ENR 80-315/75
	95	AF ENR 40-315/18,5	AF ENR 40-315/22	AF ENR 50-315/37	AF ENR 50-315/37	AF ENR 65-315/45	AF ENR 65-315/45	AF ENR 65-315/45	AF ENR 80-315/75	AF ENR 80-315/75	AF ENR 80-315/75
100	AF ENR 40-315/22	AF ENR 40-315/30	AF ENR 50-315/37	AF ENR 50-315/37	AF ENR 65-315/45	AF ENR 65-315/55	AF ENR 65-315/55	AF ENR 65-315/55	AF ENR 80-315/75	AF ENR 80-315/90	

Tabla 3.2.13.8.1 – Selección Equipo de Bombeo.

TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE GRUPOS SERIE AF 3M
 Con Bomba Principal Monobloc en Acero Inoxidable Modelo "3M"

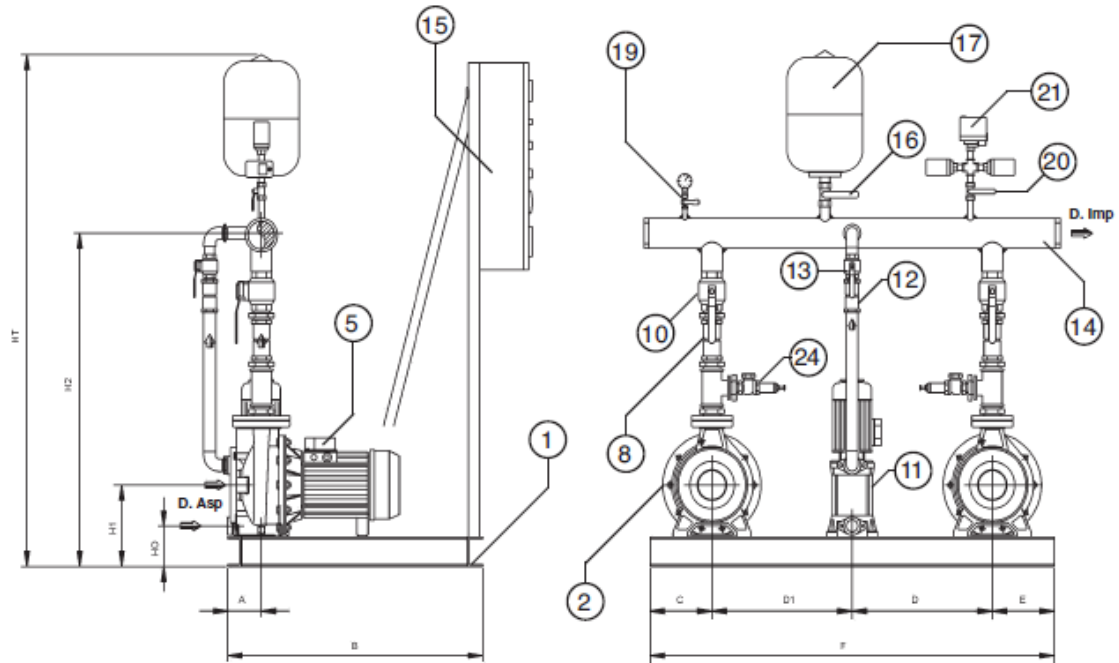
• Motores trifásicos eficiencia IE2.

Caudal m ³ /h	Altura manométrica total en m.c.a.		
	40	50	60
12	AF 3M 32-200/4.0	AF 3M 32-200/5.5	AF 3M 32-200/5.5
24	AF 3M 40-200/5.5	AF 3M 40-200/7.5	AF 3M 40-200/11
36	AF 3M 50-200/9.2	AF 3M 50-200/11	AF 3M 50-200/15
48	AF 3M 50-200/9.2	AF 3M 50-200/11	AF 3M 50-200/15
60	AF 3M 65-160/15	AF 3M 65-200/18,5	AF 3M 65-200/22

Tabla 3.2.13.8.2– Elección de Modelo del Grupo de Presión.

GRUPOS C.I. CON BOMBA MONOBLOC				BANCADA								ALTURA								
Bomba Principal	kW	Bomba Jockey	kW	Dep Lt/Bar	D Asp B.Ppal	D Asp B.Joc.	D Imp	C	D	D1	E	F	A	B	HB	HA	HO	H1	H2	HT
3M32-200/4	4	CVM A/10	0,75	24/8	50	1 1/4"	2"	250	400	400	250	1300	115	600	80	160	115	190	920	1550
3M32-200/5,5	5,5	CVM A/12	0,9	24/8	50	1 1/4"	2"	250	400	400	250	1300	115	700	80	160	115	190	920	1550
3M40-200/5,5	5,5	CVM A/10	0,75	24/8	65	1 1/4"	2 1/2"	250	400	400	250	1300	115	700	80	160	115	190	990	1630
3M40-200/7,5	7,5	CVM A/12	0,9	24/8	65	1 1/4"	2 1/2"	250	400	400	250	1300	115	700	80	160	115	190	990	1630
3M40-200/11	11	CVM A/15	1,1	24/10	65	1 1/4"	2 1/2"	250	400	400	250	1300	120	800	100	160	135	190	1010	1650

Tabla 3.2.13.8.3– Características del Grupo de Presión.



Nº	Denominación	Cant.
1	Bancada	1
2	Bomba Principal	2
5	Motor eléctrico	2
8	Válvula de retención Bomba Principal	2
10	Válvula de corte Bomba Principal	2
11	Bomba Jockey	1
12	Válvula de retención Bomba Jockey	1
13	Válvula de corte Bomba Jockey	1

Nº	Denominación	Cant.
14	Colector impulsión	1
15	Cuadro eléctrico	1
16	Válvula de corte depósito	1
17	Depósito hidroneumático	1
19	Manómetro	3
20	Válvula de corte presostatos	1
21	Presostatos	3
24	Válvula de seguridad	2

Figura 3.2.13.8.1 – Esquema del Grupo de Presión.

3.2.13.9 Depósito del Acumulador

Con objeto de obtener la presión adecuada en la salida de cada una de las BIE se debe proveer al equipo de bombeo con un depósito de expansión tipo membrana. Por tanto, para una presión de 5 bar y un caudal previsto de 24.048 l/h se necesita un depósito acumulador de 1000 litros de acuerdo con el siguiente ábaco siguiente:

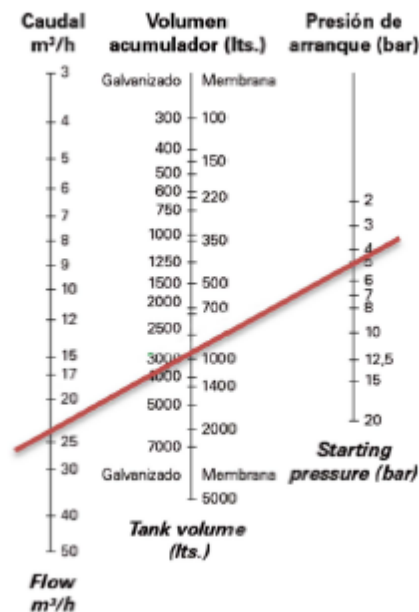


Figura 3.2.13.9.1 – Elección del volumen del acumulador.

3.2.13.10 Cálculo de Red de Tuberías

Para obtener la velocidad del agua en el interior de la tubería emplearemos:

$$Q = V \times S \quad (3.2.13.10.1)$$

Siendo:

- Q= caudal (m³/s).
- V = velocidad del fluido en m/s.
- S = sección interior de la tubería (m²).

Para calcular las pérdidas de presión por rozamiento con la pared interna de una tubería se empleará la ecuación de Hazen-Williams:

$$P = \frac{6,5 \times 10^5}{C^{1,85} \times d^{4,87}} \times L \times Q^{1,85} \quad (3.2.13.10.2)$$

Siendo:

- P= pérdida de carga en el tubo (bar).
- Q = caudal de circulación en l/min.
- D = diámetro medio del tubo (mm).
- C = constante de Hazen – Williams (para el acero 120).
- L = longitud del tubo más equivalente de accesorios (m).

Generalmente en la red de tuberías se admiten materiales como la fundición dúctil y el acero, convenientemente protegido frente a la corrosión exterior, como el acero galvanizado, aunque con la debida justificación se pueden utilizar otros materiales. Las tuberías que alimentan una BIE de 45 suelen realizarse en de 1½" (40 mm diámetro equivalente) y de 1" (25 mm) una de 25, mientras que cuando una tubería alimenta 2 ó más BIE son de 2" (50 mm) y 1½" (40 mm) según el tipo de BIE respectivamente.

3.2.13.11 Sistema de Rociadores Automáticos de Agua

Según el anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales, se instalarán sistemas rociadores automáticos de agua en los sectores de incendio de los establecimientos industriales cuando en ellos se desarrollen:

1. Actividades de producción, montajes, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento si:
 - a) Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 500 m² o superior.
 - b) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2500 m² o superior.
 - c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.
 - d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m² o superior.
 - e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.

2. Actividades de almacenamiento si:

- a) Están ubicados en edificios de tipo A, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 300 m² o superior.
- b) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1500 m² o superior.
- c) Están ubicados en edificios de tipo B, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 800 m² o superior.
- d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.
- e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

Cuando se realice la instalación de un sistema de rociadores automáticos de agua, concurrentemente con la de un sistema automático de detección de incendio que emplee detectores térmicos de acuerdo con las condiciones de diseño, quedará cancelada la exigencia del sistema de detección.

Como nuestro establecimiento industrial es Tipo C con Riesgo Intrínseco Bajo no es necesaria la instalación de sistema rociadores automáticos de agua.

3.2.13.12 Sistema de Alumbrado de Emergencia

Conforme con el artículo 16, anexo III del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales:

1. Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia de las vías de evacuación los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:
 - a. Estén situados en planta bajo rasante.
 - b. Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
 - c. En cualquier caso, cuando la ocupación, P, sea igual o mayor de 25 personas.

2. Contarán con una instalación de alumbrado de emergencia:

- a. Los locales o espacios donde estén instalados cuadros, centros de control o mandos de las instalaciones técnicas de servicios (citadas en el anexo II del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales) o de los procesos que se desarrollan en el establecimiento industrial.
- b. Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

Por lo tanto, se ha instalado un sistema de alumbrado de emergencia en las vías de evacuación y los sectores de incendios indicados en la documentación gráfica del proyecto, empleando señales indicadoras que cumplen lo establecido en el subapartado 16.3 del Reglamento y UNE 23.034.3:

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia cumplirá las siguientes condiciones:

- Será fija, estará provista de fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70 % de su tensión nominal de servicio.
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento en que se produzca el fallo.
- Proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, en el nivel del suelo en los recorridos de evacuación.
- La iluminancia será, como mínimo, de 5 lux en los espacios definidos en el apartado 16.2 del anexo III, del Reglamento de Seguridad contra Incendios en Establecimientos Industriales.
- La uniformidad de la iluminación proporcionada en los distintos puntos de cada zona será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea menor que 40 en el eje de los pasos principales.

- Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

Así mismo también se ha instalado el alumbrado de emergencia en los locales de servicios técnicos y cuadros de control, así como en los locales donde se ubican los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

3.2.13.13 Señalización

Tal como se indica en la documentación gráfica del proyecto, se ha procedido a señalar las salidas de uso habitual y de emergencia y los medios de protección contra incendios manuales, según lo dispuesto en el “Código Técnico”

El edificio cumple tanto las condiciones de aproximación y las del entorno así como las de accesibilidad por fachada.



Figura 3.2.13.13.1 – Señalización de Alarma y Extintores.



Figura 3.2.13.13.2 – Señalización Salidas de Evacuación.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO III – ALUMBRADO DE EMERGENCIA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO - III ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.3.1 OBJETO	3
3.3.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA	3
3.3.3 MÉTODO DE CÁLCULO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA	5
3.3.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS UTILIZADAS	5
3.3.5 TABLA RESULTADOS	7
3.3.6 ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LOCALES	8
3.3.6.1 Almacén	8
3.3.6.2 Almacén Material Deportivo	8
3.3.6.3 Baños de Cafetería	9
3.3.6.4 Cafetería	10
3.3.6.5 Cocina	11
3.3.6.6 Cuarto de Basuras	12
3.3.6.7 Cuarto de Contadores	12
3.3.6.8 Cuarto de Instalaciones	13
3.3.6.9 Cuarto de Limpieza	13
3.3.6.10 Enfermería	14
3.3.6.11 Escaleras	15
3.3.6.12 Gimnasio	16
3.3.6.13 Grupo Electrónico	16
3.3.6.14 Oficina	17
3.3.6.15 Pasillo Inferior	17

3.3.6.16 Pasillo Principal	18
3.3.6.17 Pasillo Vestuarios Exteriores	19
3.3.6.18 Recepción	19
3.3.6.19 Vestuarios	20
3.3.6.20 Zona Baile	21
3.3.6.21 Zona Spa	22
3.3.7 UBICACIÓN DE LUMINARIAS EN LOCALES	23

ANEXO III – ALUMBRADO DE EMERGENCIA

3.3.1 OBJETO

Este anexo define la correcta instalación y funcionamiento de los servicios dedicados a iluminación de emergencia, que facilitan la evacuación segura de las personas o la iluminación de puntos vitales de los edificios. A su vez se calcularán las luminarias necesarias para obtener los niveles mínimos de iluminación y la relación entre la iluminancia máxima y mínima que debe aportar el alumbrado de emergencia según los reglamentos y normativas vigentes.

3.3.2 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

Conforme a lo establecido en el REBT 2002, ITC-BT-28 y el Código Técnico de la Edificación, en el documento básico SU, se parte de los siguientes datos:

- Alumbrado de evacuación:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios y rutas de evacuación, es decir, no sólo se debe de señalizar la ruta de evacuación y los medios de protección contra incendios, sino que se debe iluminar dicho recorrido correctamente.

En rutas de evacuación, el alumbrado de evacuación debe proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. En los puntos en los que estén situados los equipos de las instalaciones de protección contra incendios que exijan utilización manual y en los cuadros de distribución del alumbrado, la iluminancia mínima será de 5 lux. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en el eje de los pasos principales (de la ruta de evacuación) será menor de 40.

- Alumbrado ambiente o anti-pánico:

Es la parte del alumbrado de seguridad previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar obstáculos.

El alumbrado ambiente o anti-pánico debe proporcionar una iluminancia horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 m. La relación entre la iluminancia máxima y la mínima en todo el espacio considerado será menor de 40.

- Lugares de instalación de alumbrado de emergencia:

Es obligatorio situar el alumbrado de seguridad en las siguientes zonas de los locales de pública concurrencia:

- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- En los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.
- En las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias.
- En todo cambio de dirección de la ruta de evacuación.
- En toda intersección de pasillos con las rutas de evacuación.
- En el exterior del edificio, en la vecindad inmediata a la salida.
- Cerca de las escaleras, de manera que cada tramo de escaleras reciba una iluminación directa.
- Cerca de cada cambio de nivel.
- Cerca de cada puesto de primeros auxilios.
- Cerca de cada equipo manual destinado a la prevención y extinción de incendios

Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.

Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático R_A de las lámparas será 40.

Otros de los datos de partida son el conocimiento de la disposición de la distribución de los equipos de protección contra incendios, las rutas de evacuación, las salidas y la señalización.

3.3.3 MÉTODO DE CÁLCULO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA

En cumplimiento con las especificaciones hechas por los diversos reglamentos se eligen las luminarias de emergencia y se disponen en los diferentes locales quedando estas distribuidas de la forma que se puede observar en la documentación gráfica.

Una vez realizada dicha distribución se procede al cálculo de la iluminancia máxima, la iluminancia mínima y la relación entre ambas en los diferentes planos de los locales, para ello se utilizará el programa de cálculo Legrand Emerlight 4.0.

El dato introducido al programa de cálculo del factor de reflexión sobre paredes y techos es del 0% en cumplimiento con lo indicado en el CTE documento básico Seguridad de Utilización SU. Cuando se obtienen los resultados del programa se observará que los niveles de iluminancia son correctos, quedando demostrado que la elección de las luminarias de emergencia así como su distribución es correcta.

3.3.4 LUMINARIAS Y LÁMPARAS UTILIZADAS

Hemos utilizado luminarias Legrand NT 61833 para el alumbrado de las rutas de evacuación y salidas, para la iluminación general y para el alumbrado de los puntos de seguridad.

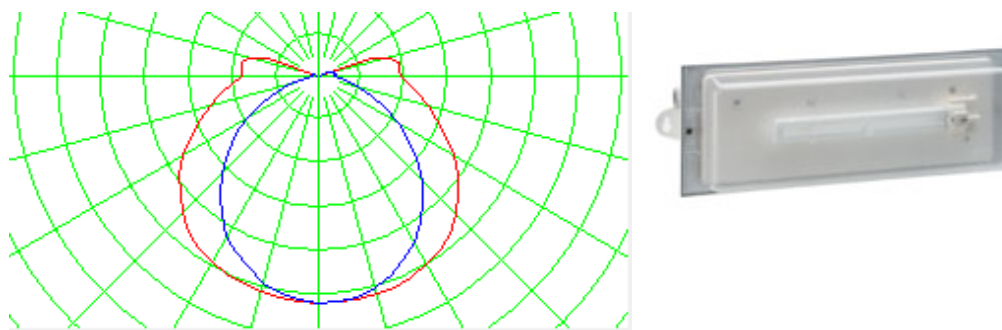


Figura 3.3.4.1 – Luminaria Legrand NT 61833.

Características de la serie NT/750

- Luminarias fluorescentes.
- Fabricada según normas de obligado cumplimiento: UNE EN 60 598.2.22 y UNE 20 392-93.
- Luminaria no permanente.
- Todas cumplen con las Directivas de obligado cumplimiento de Compatibilidad Electromagnética (CEM) y de Baja Tensión (DBT), lo que significa que, se trata de un producto que no afecta al funcionamiento de otros equipos, y que no se ve tampoco influenciado por la acción de otros dispositivos que produzcan radiaciones, garantizando así su buen funcionamiento.
- Esta gama está pensada para facilitar al máximo la instalación.

Características técnicas:

- 2 modelos combinados y el resto luminarias no permanentes de 1 y 3 horas de autonomía con señalización (dos leds de alta luminosidad), para garantizar 1 lux en ejes de paso y larga duración (100.000 horas de vida media, 12 años aproximadamente) para minimizar el mantenimiento y reposición del alumbrado de señalización.
- Material de la envolvente auto extingible: Difusor de policarbonato y reflector y base de ABS (en el modelo combinado el reflector es de policarbonato).
- Protección de red mediante dispositivo electrónico automático (sin fusible).
- Bornas de teledando protegidas contra una conexión accidental a red.
- Circuito electrónico fabricado con tecnología SMD.
- Alimentación: 230V~ ±10% - 50/60 Hz.
- Tiempo de carga inferior a 24 horas apta para ser instalada sobre superficies inflamables.
- Utilizar teledando para puesta en reposo y re-encendido.
- Acumuladores Ni-Cd alta temperatura.
- Entradas para Ø 20 mm (una en cada lateral).

3.3.5 TABLA RESULTADOS

Los resultados obtenidos con el programa de cálculo EMERLIGHT 4.0 para los distintos locales del edificio son los que a continuación se presentan en la siguiente tabla:

Local	Altura Local (m)	Media	Mín	Máx	Mín/Media	Mín/Máx	Media/Máx
Almacén	2,80	24,2	4,3	49,1	0,18	0,09	0,49
Almacén Mat. Deportivo	2,80	22,5	8,5	30,9	0,38	0,27	0,73
Baños Cafetería	2,80	18,8	5,9	28,3	0,31	0,21	0,66
Cafetería	2,80	21,5	1,7	62,8	0,08	0,03	0,34
Cocina	2,80	11,8	2	29,8	0,17	0,07	0,4
Cuarto de Basuras	2,80	21,2	3,8	41,3	0,18	0,09	0,51
Cuarto de Contadores	2,80	59,5	51,1	67,1	0,85	0,76	0,89
Cuarto de Instalaciones	2,80	6,7	0,9	23,5	0,13	0,04	0,28
Cuarto de Limpieza	2,80	18	11,5	23,5	0,64	0,49	0,77
Enfermería	2,80	12,2	3,7	23,5	0,3	0,16	0,52
Escaleras	2,80	26	17,6	33,7	0,68	0,52	0,77
Gimnasio	2,80	21,5	2,6	51,3	0,12	0,05	0,42
Grupo Electrónico	2,80	14,4	2,5	33,8	0,18	0,08	0,43
Oficina	2,80	16,4	4,1	29,7	0,25	0,14	0,55
Pasillo Inferior	2,80	40,7	3,5	68,7	0,09	0,05	0,59
Pasillo Principal	2,80	35,6	10	56,9	0,28	0,18	0,63
Pasillo Vestuarios Exteriores	2,80	34,8	19,4	46,6	0,56	0,42	0,75
Recepción	2,80	10,5	2,2	23,5	0,21	0,1	0,45
Vestuarios	2,80	14,5	2	28,6	0,14	0,07	0,51
Zona Baile	2,80	17,2	4,9	27,9	0,28	0,17	0,62
Zona Spa	2,80	17,2	1,4	37	0,08	0,04	0,47

Tabla 3.3.5.1 – Resultados obtenidos con Emerlight 4.0.

3.3.6 ANÁLISIS INDIVIDUAL DE LOCALES

3.3.6.1 Almacén

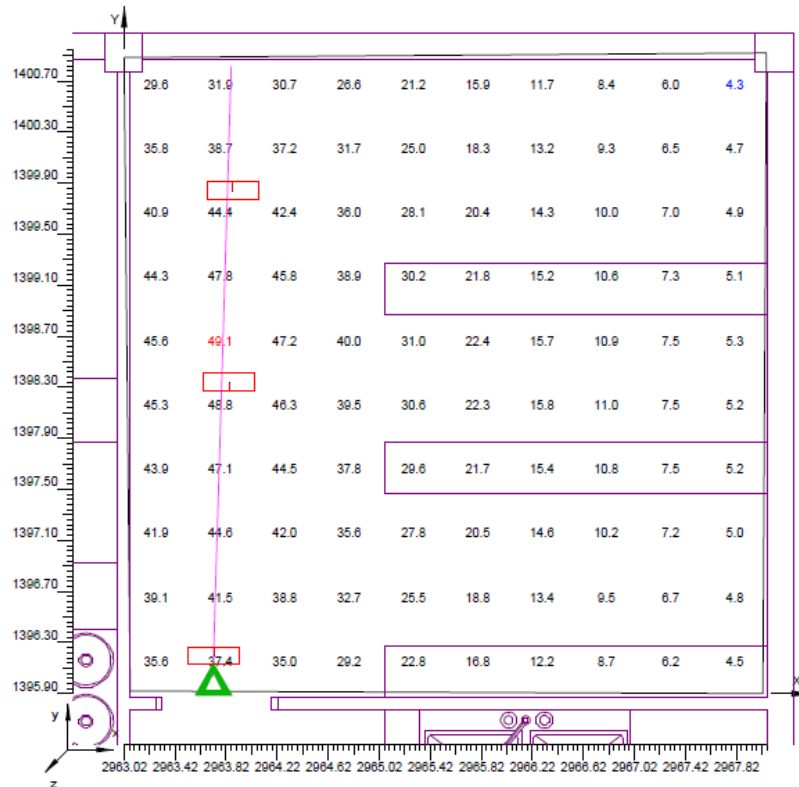


Figura 3.3.6.1.1 – Análisis Iluminación de Almacén.

3.3.6.2 Almacén Material Deportivo

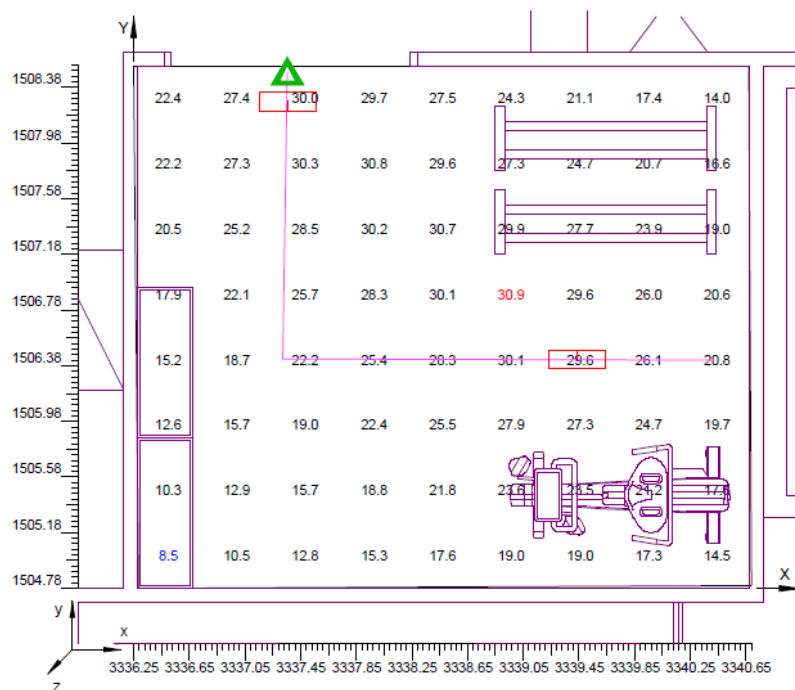


Figura 3.3.6.2.1 – Análisis Iluminación de Almacén de Material Deportivo.

3.3.6.3 Baños de Cafetería

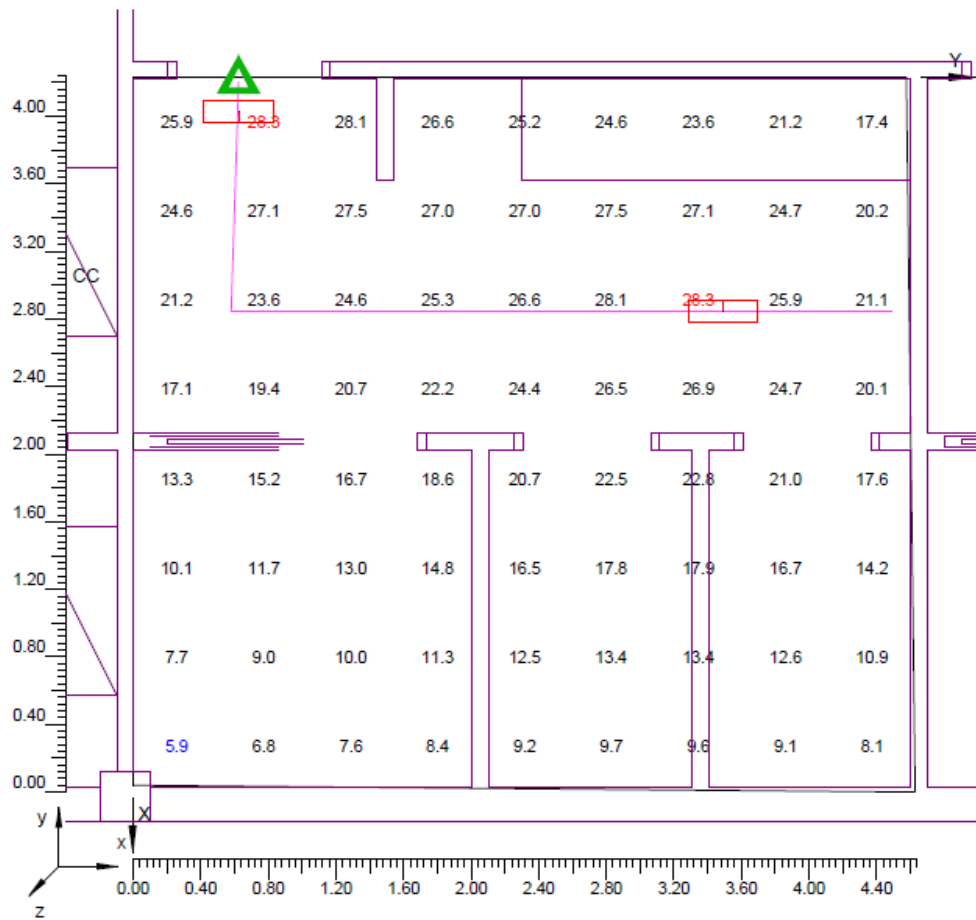


Figura 3.3.6.3.1 – Análisis Iluminación de Baños de Cafetería.

3.3.6.4 Cafetería

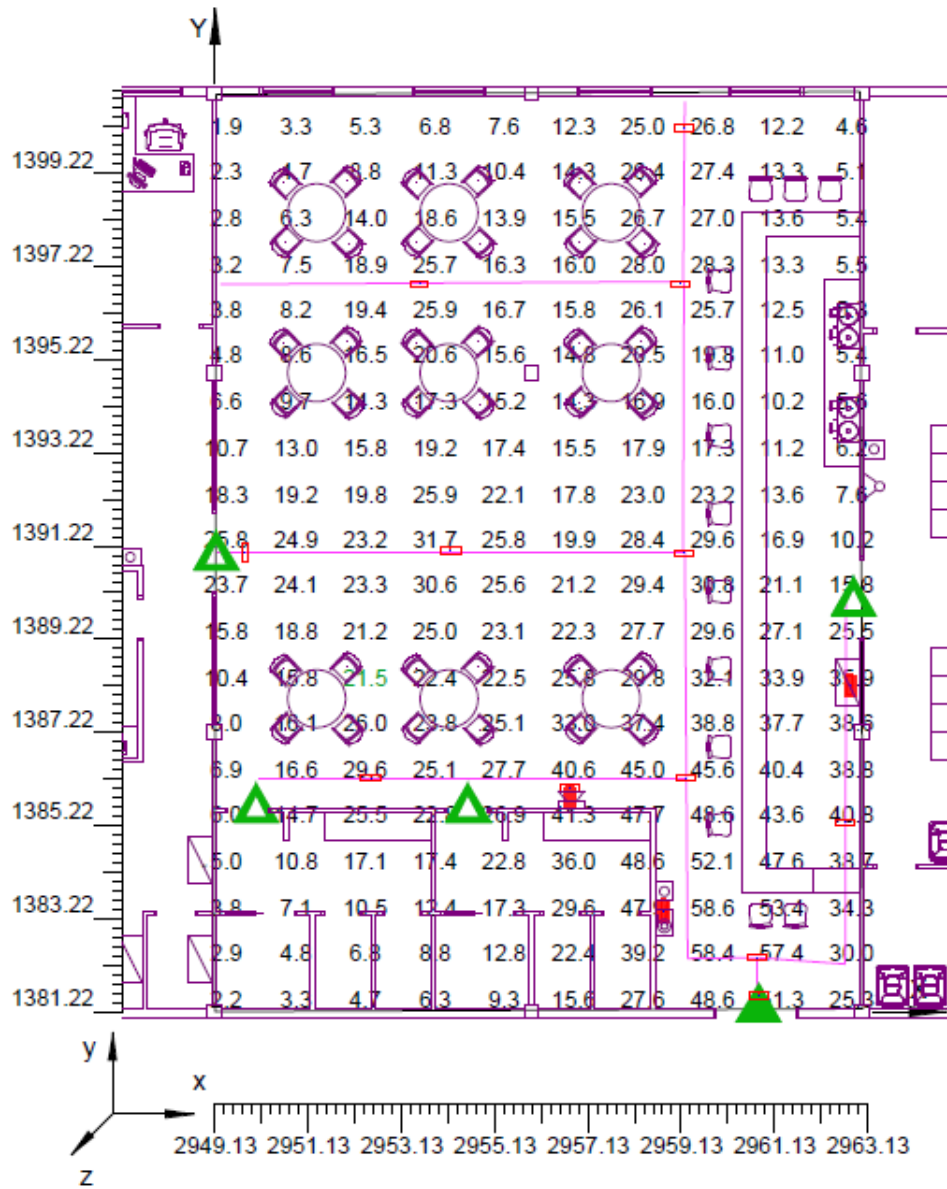


Figura 3.3.6.4.1 – Análisis Iluminación de Cafetería.

3.3.6.5 Cocina

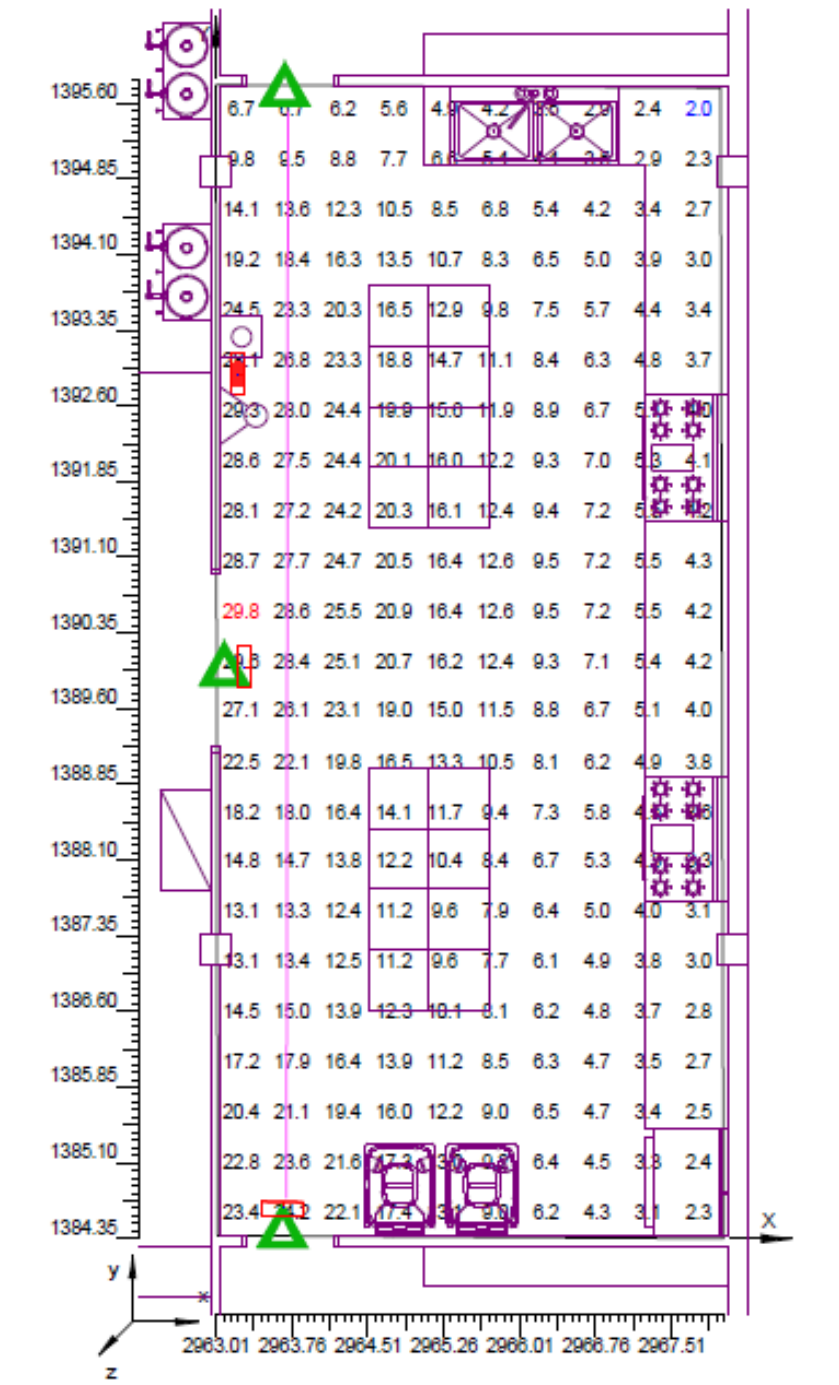


Figura 3.3.6.5.1 – Análisis Iluminación de Cocina.

3.3.6.6 Cuarto de Basuras



Figura 3.3.6.6.1 – Análisis Iluminación de Cuarto de Basuras.

3.3.6.7 Cuarto de Contadores

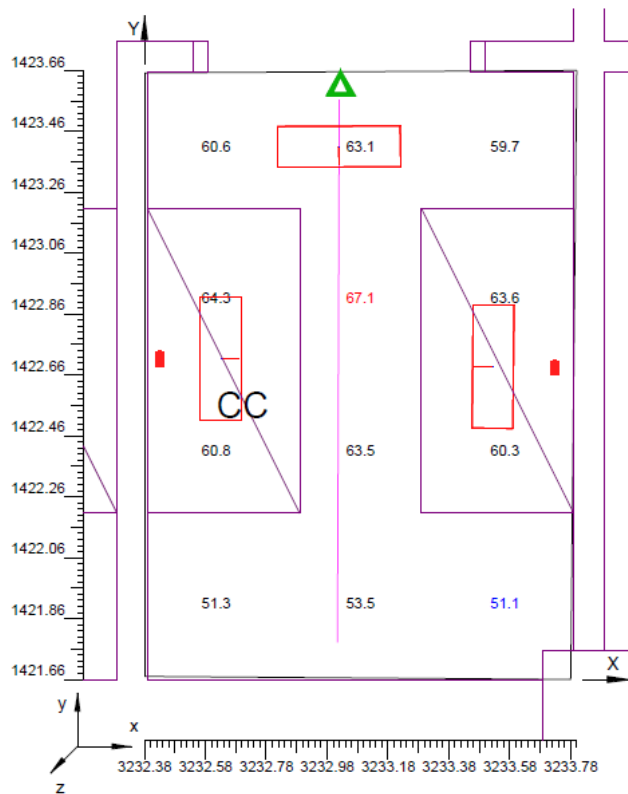


Figura 3.3.6.7.1 – Análisis Iluminación de Cuarto de Contadores.

3.3.6.8 Cuarto de Instalaciones

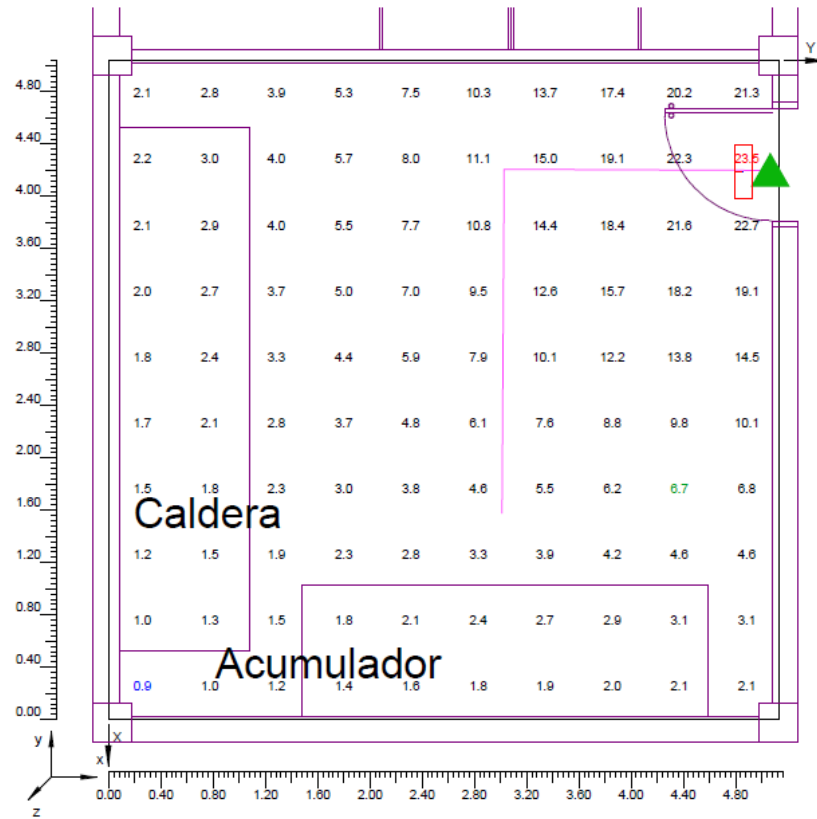


Figura 3.3.6.8.1 – Análisis Iluminación de Cuarto de Instalaciones.

3.3.6.9 Cuarto de Limpieza

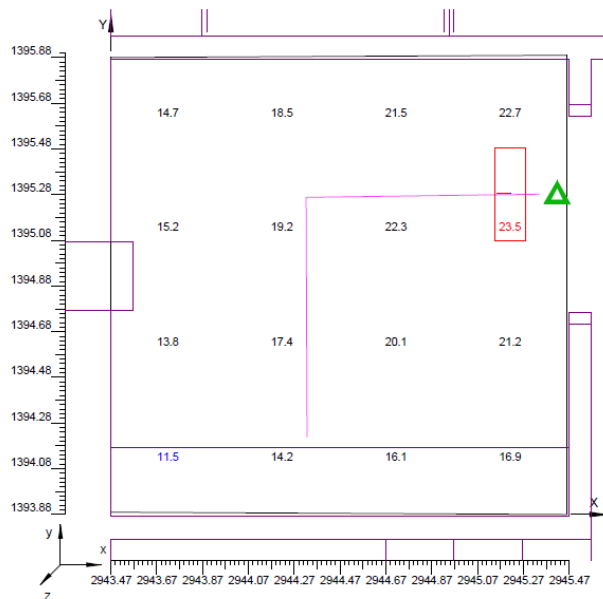


Figura 3.3.6.9.1 – Análisis Iluminación de Cuarto de Limpieza.

3.3.6.10 Enfermería

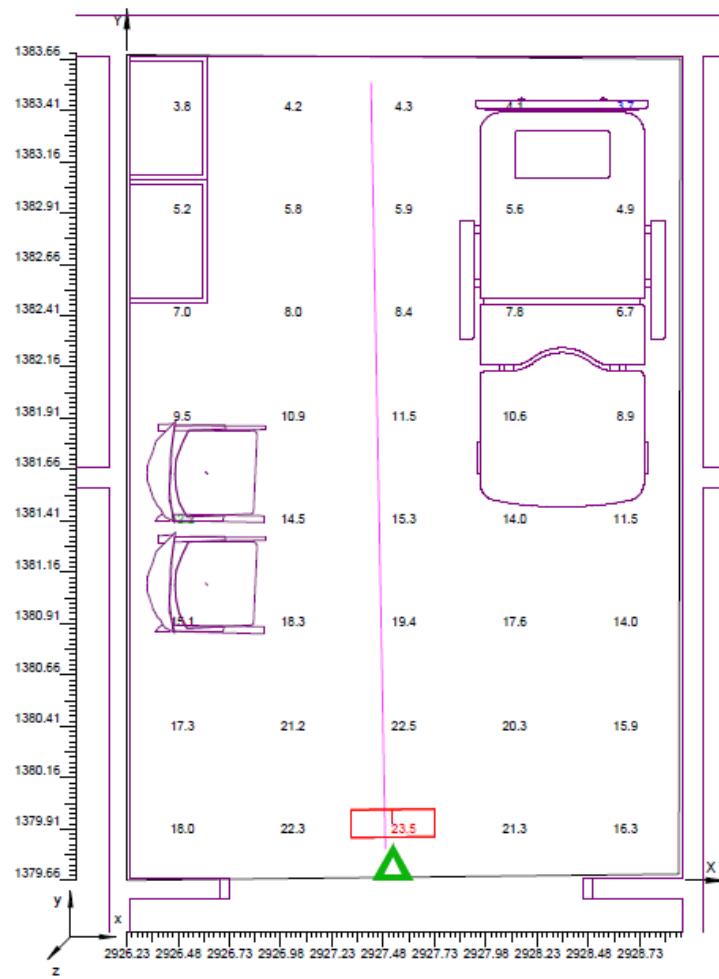


Figura 3.3.6.10.1 – Análisis Iluminación de Enfermería.

3.3.6.11 Escaleras

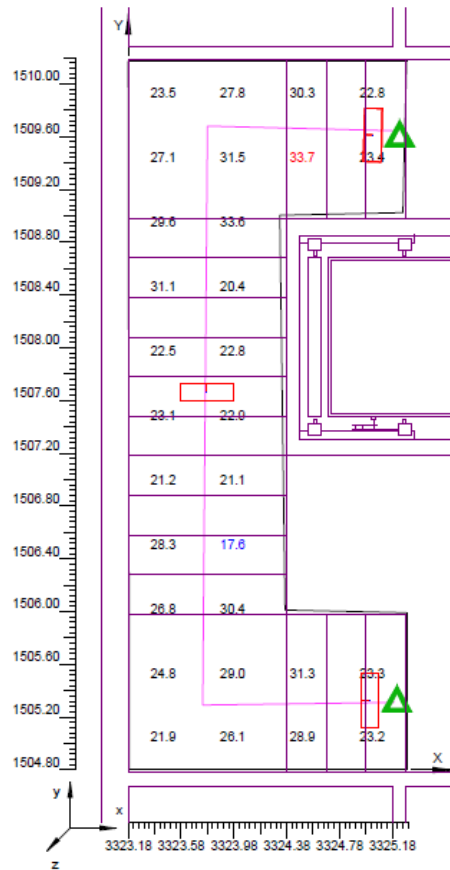


Figura 3.3.6.11.1 – Análisis Iluminación de Escaleras.

3.3.6.12 Gimnasio

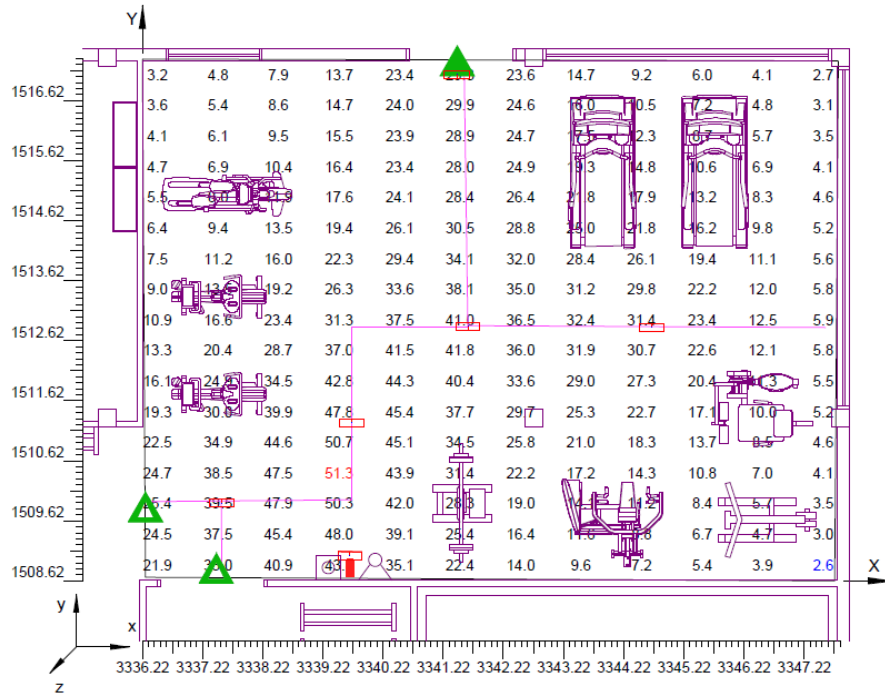


Figura 3.3.6.12.1 – Análisis Iluminación de Gimnasio.

3.3.6.13 Grupo Electrónico

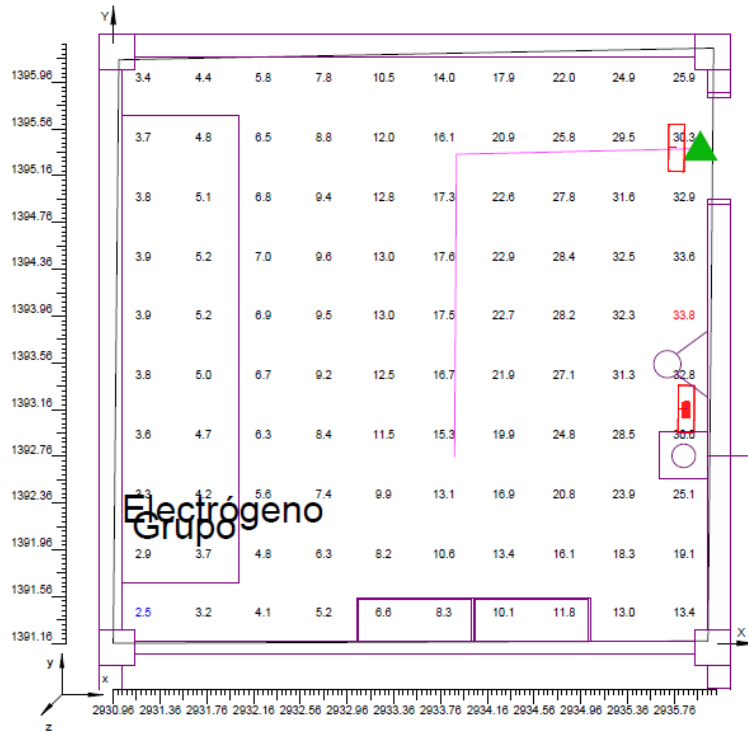


Figura 3.3.6.13.1 – Análisis Iluminación de Grupo Electrónico.

3.3.6.14 Oficina

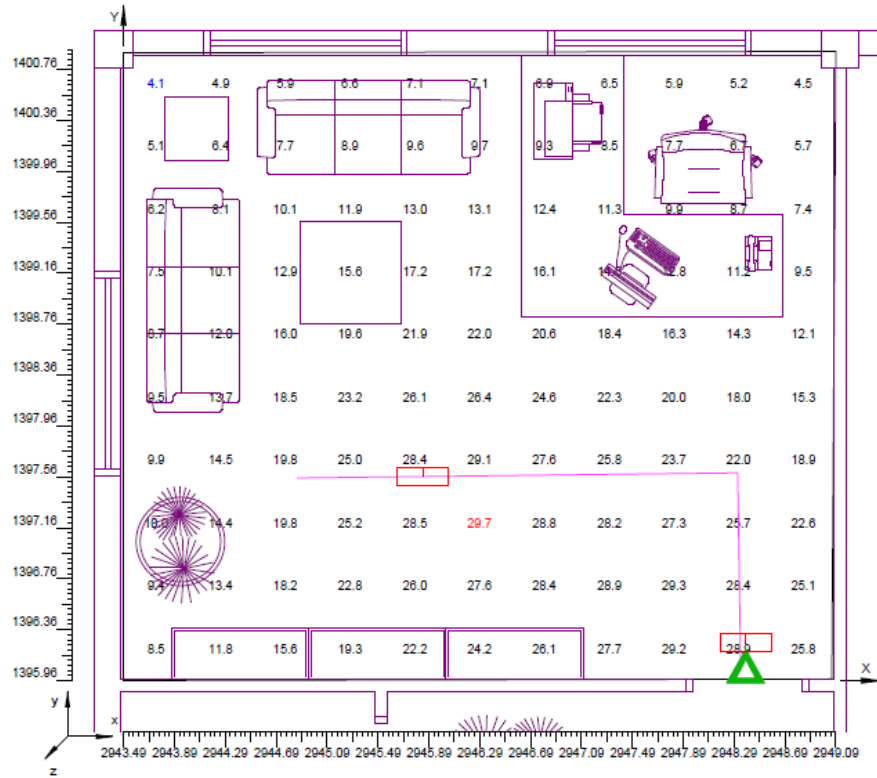


Figura 3.3.6.14.1 – Análisis Iluminación de Oficina.

3.3.6.15 Pasillo Inferior

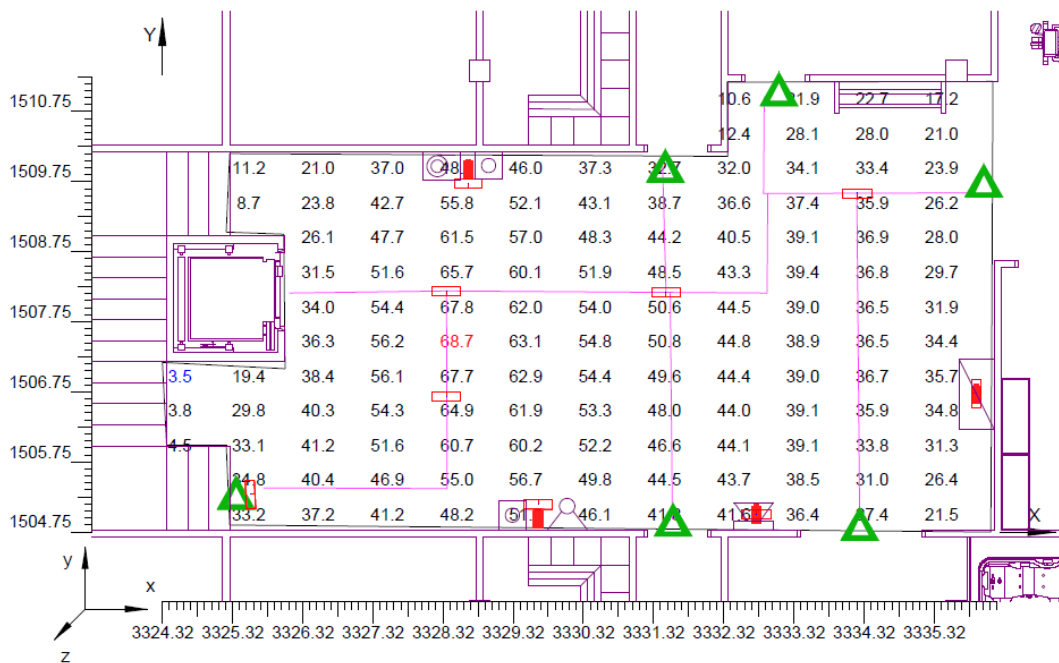


Figura 3.3.6.15.1 – Análisis Iluminación de Pasillo Inferior.

3.3.6.16 Pasillo Principal

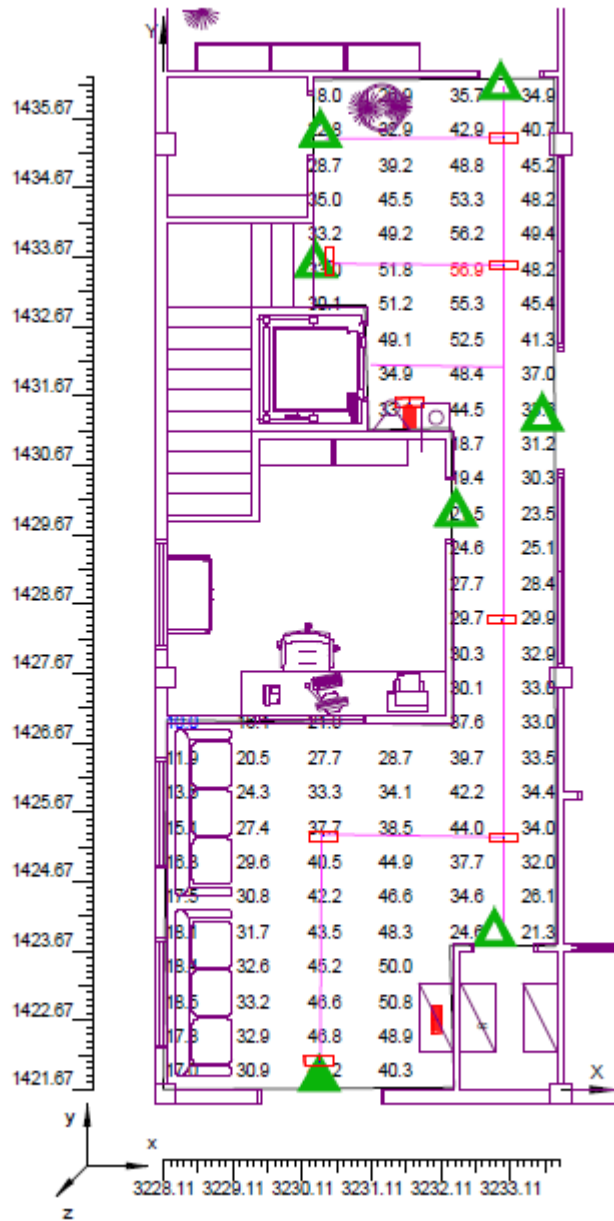


Figura 3.3.6.16.1 – Análisis Iluminación de Pasillo Principal.

3.3.6.17 Pasillo Vestuarios Exteriores

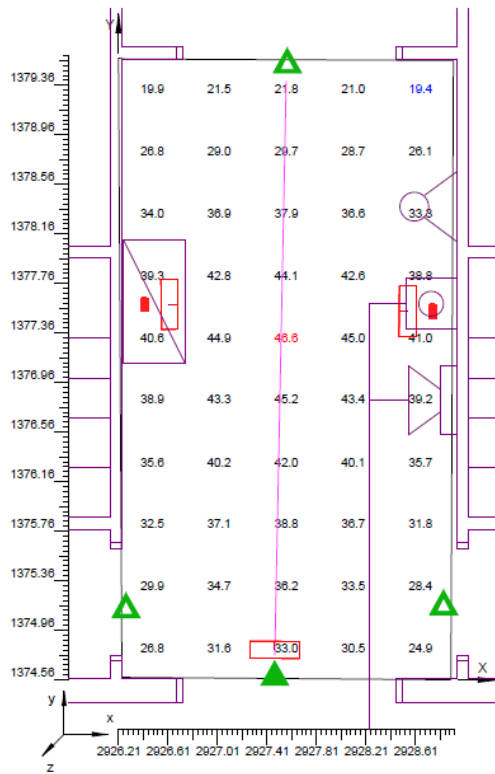


Figura 3.3.6.17.1 – Análisis Iluminación de Pasillo Vestuarios Exteriores.

3.3.6.18 Recepción

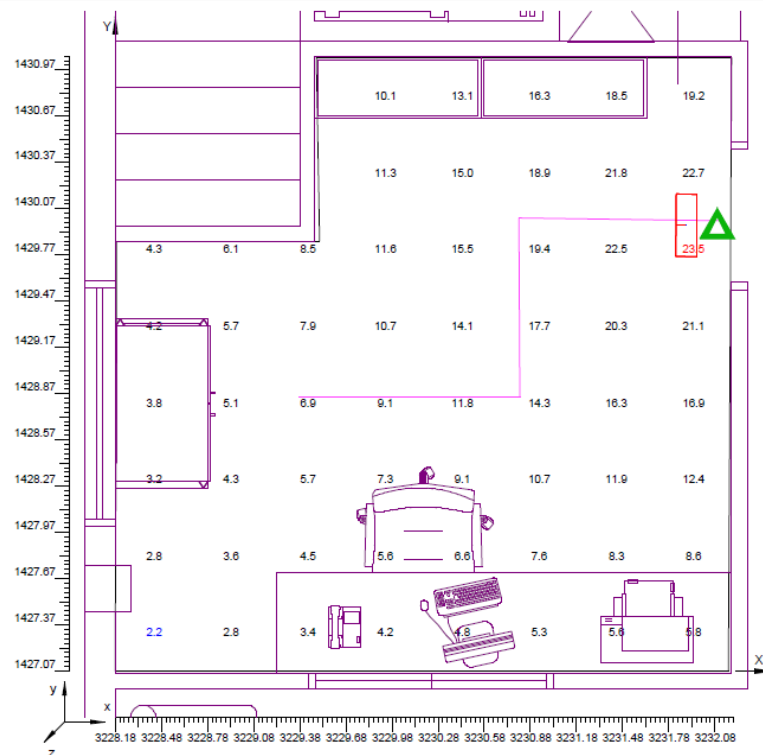


Figura 3.3.6.18.1 – Análisis Iluminación de Recepción.

3.3.6.19 Vestuarios

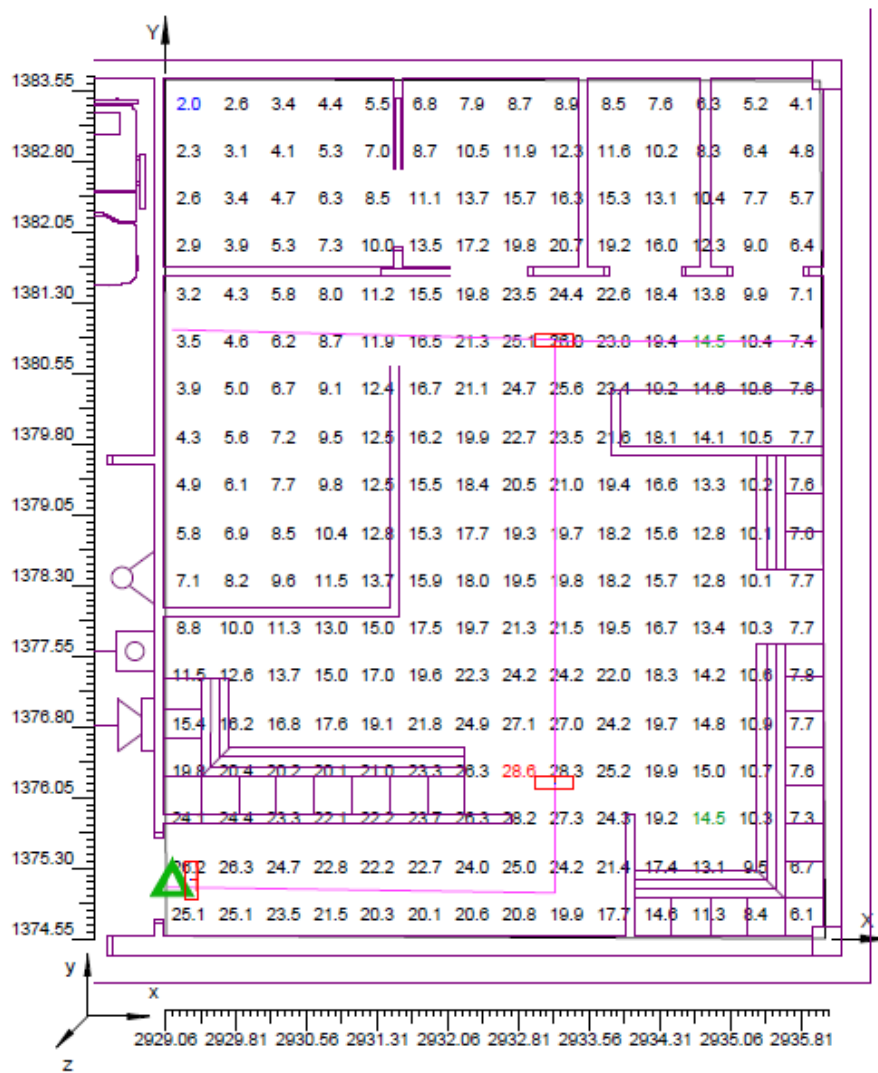


Figura 3.3.6.19.1 – Análisis Iluminación de Vestuarios.

3.3.6.20 Zona Baile

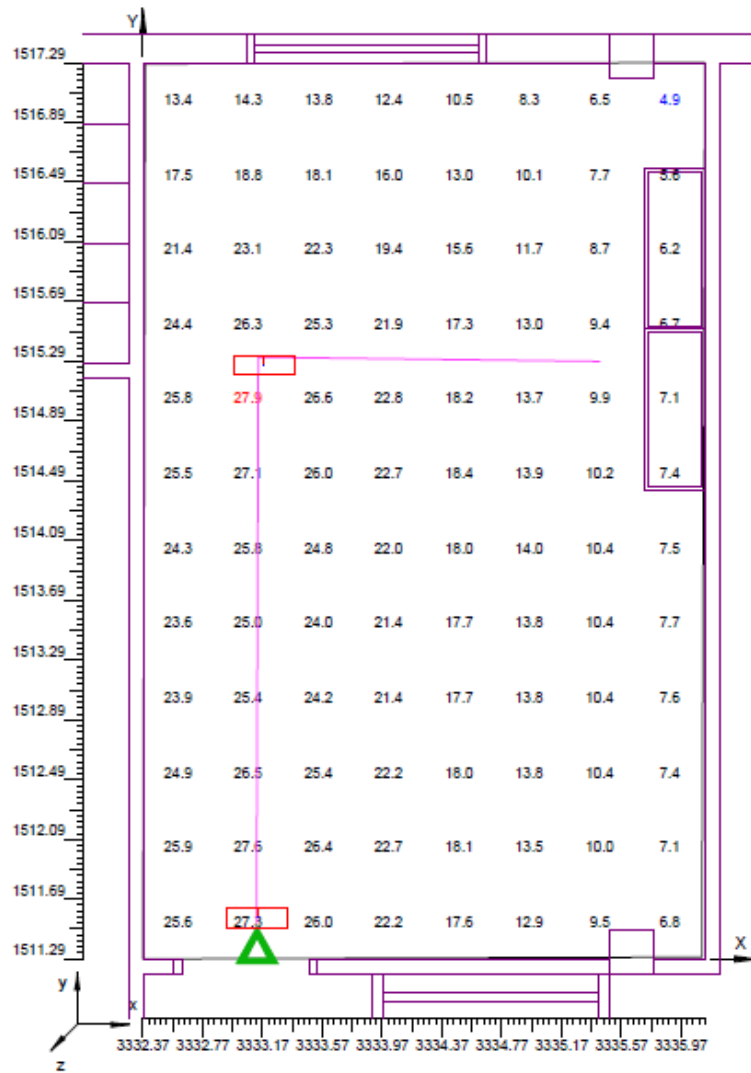


Figura 3.3.6.20.1 – Análisis Iluminación de Zona de Baile.

3.3.6.21 Zona Spa

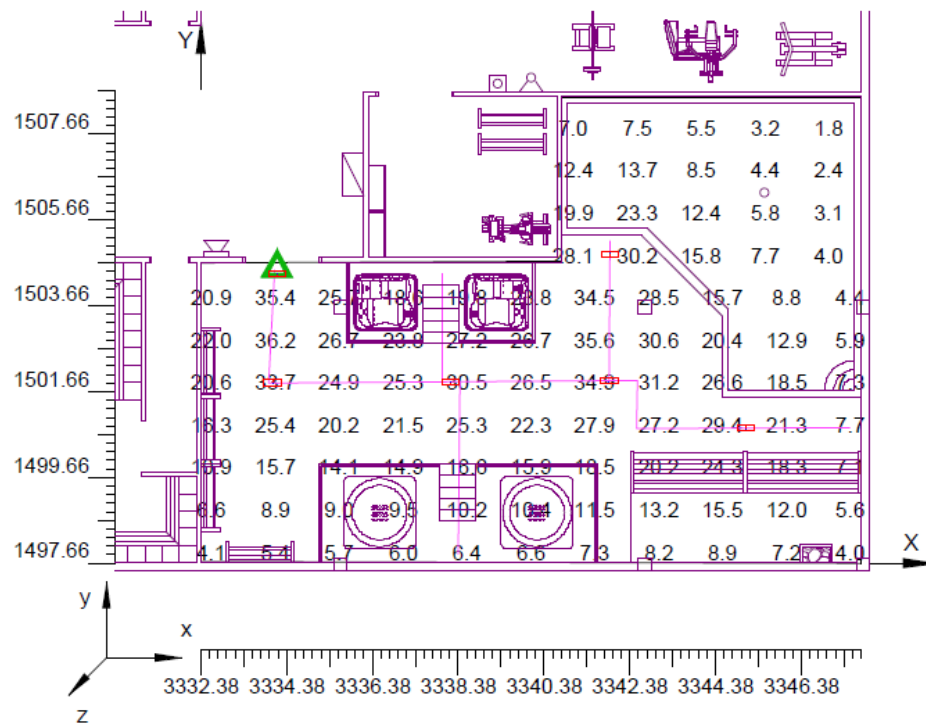


Figura 3.3.6.21.1 – Análisis Iluminación de Zona de Spa.

3.3.7 UBICACIÓN DE LUMINARIAS EN LOCALES

En la tabla que se presenta a continuación, se nombra las luminarias de cada local conforme a lo especificado en la documentación gráfica para así facilitar la correcta colocación de las luminarias de emergencia en la obra.

Referencias:

- ES = luminarias de señalización de rutas de evacuación y salidas.
- PS = luminarias de señalización de puntos de seguridad.
- G = luminarias para la iluminación general.

Local	Referencia	Colocación		Altura de Montaje (m)
		Techo	Pared	
Almacén	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Almacén Mat. Deportivo	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Baños Cafetería	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Cafetería	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Cocina	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Cuarto de Basuras	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Cuarto de Contadores	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Cuarto de Instalaciones	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Cuarto de Limpieza	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Enfermería	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Escaleras	ES	X		2,72
	PS			
	G	X		2,72

Tabla 3.3.7.1 – Ubicación de Luminarias (I).

Local	Referencia	Colocación		Altura de Montaje (m)
		Techo	Pared	
Gimnasio	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Grupo Electrónico	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Oficina	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Pasillo Inferior	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Pasillo Principal	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Pasillo Vestuarios Exteriores	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Recepción	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Vestuarios	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Zona Baile	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Zona Spa	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72

Tabla 3.3.7.2 – Ubicación de Luminarias (II).

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO IV – LÍNEA MEDIA TENSIÓN

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO – IV LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

3.4.1 OBJETO.....	2
3.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO.....	2
3.4.2.1 Cables entubados en zanjas	3
3.4.2.2 Dimensionado	3
3.4.3 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA SECCIÓN.....	3
3.4.3.1 Determinación de la sección por intensidad máxima admisible	4
3.4.3.2 Intensidad máxima admisible por cortocircuito durante un tiempo ..	4
3.4.3.3 Caída de tensión máxima	5
3.4.3.4 Potencia máxima a transportar.....	6
3.4.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LA LÍNEA.....	7

ANEXO IV – LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN

3.4.1 OBJETO

El objeto de este anexo es el cálculo de la línea subterránea de media tensión, que une la red de distribución con el centro de transformación de nuestras instalaciones. Se incluyen todos los cálculos necesarios para determinar la sección de la línea. La línea tendrá 1.000 m de longitud desde el punto de entronque hasta el centro de transformación.

3.4.2 CARACTERÍSTICAS DEL CONDUCTOR SUBTERRÁNEO

Los conductores que se emplearán serán de aluminio, compactos de sección circular de varios alambres cableados, escogidos entre los incluidos en la Norma UEFE 1.3.13.01. La tensión nominal del cable U_0/U se elegirá de acuerdo con la tensión nominal de la red y con sus sistemas de puesta a tierra.

Teniendo en cuenta que la tensión nominal normalizada es de 20 kV según el artículo 3 del RLAT, la línea podría caracterizarse de 3ª categoría (mayor de 1 kV y menor de 30 kV), por lo que la tensión nominal adecuada de los cables a utilizar es de 12/20 kV. Se utilizarán cables con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) de acuerdo con la Norma UEFE 1.3.13.01. Los conductores utilizados serán unipolares debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que pueden estar sometidos. Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento.

Es recomendable la puesta a tierra de la pantalla del conductor en los empalmes además de los extremos de la línea, con el fin de disminuir la resistencia global a tierra, no debiendo ésta superar los 20Ω .

3.4.2.1 Cables entubados en zanjas

Este es el tipo de canalización que se utiliza generalmente, salvo casos especiales en los que se opta por otras soluciones. En este tipo de canalización, el cable irá en tubos de plástico de color rojo de 6 metros de longitud y 160 mm de diámetro. Dichos tubos irán siempre acompañados de uno o dos tubos de plástico verde de 110 mm de diámetro, en los que se dejará una guía para la posterior canalización de los cables de telecomunicación y/o fibra óptica.

Los tubos irán alojados en general en zanjas de 1 m de profundidad y una anchura de 50 cm cuando contengan hasta dos ternas, de forma que en todo momento la profundidad mínima de la terna más próxima a la superficie del suelo sea de 60 cm.

3.4.2.2 Dimensionado

El trazado de las líneas se realizará de acuerdo con las siguientes consideraciones:

- La longitud de la canalización será lo más corta posible.
- Se ubicará, en terrenos de dominio público, bajo acera, transcurriendo de manera paralela al alcantarillado, se instalarán manteniendo una distancia no inferior a los 50 cm.

3.4.3 CRITERIOS DE DISEÑO DE LA SECCIÓN

Para la determinación de la sección de los conductores, se precisa realizar un cálculo en base a:

- Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
- Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo.
- Caída de tensión.
- Potencia máxima a transportar.

Ante todo ha de calcularse la corriente máxima permanente que el cable debe transportar, teniendo en cuenta la potencia a transmitir y la tensión de trabajo nominal.

El transformador de nuestras instalaciones es de 250 kVA con una tensión de trabajo de 20 kV, por lo que la intensidad máxima de trabajo permanente es de:

$$I_P = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} \quad (3.4.3.1.1)$$

Siendo para nuestra instalación:

$$I_P = \frac{250}{\sqrt{3} \times 20} = 7,22 \text{ A}$$

3.4.3.1 Determinación de la sección por intensidad máxima admisible

La temperatura máxima admisible de los cables está prevista en 90°C y la temperatura ambiente se supone de 40°C para la instalación al aire y de 25°C para instalaciones enterradas.

Como la intensidad máxima de trabajo permanente es de 7,22 A, según el RLAT ITC 07, se puede elegir una sección de 25 mm². Tendremos que seguir comprobando si dicha sección cumple para el resto de criterios.

3.4.3.2 Intensidad máxima admisible por cortocircuito durante un tiempo

Para verificar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor de esta última (I_{CC} , en amperios), la densidad de corriente de cortocircuito (A/mm²) para una duración del cortocircuito de 0,1 s, se determinará el valor de sección que soportará la corriente de cortocircuito:

$$S = \frac{I_{CC}}{\delta_{CC}} \quad (3.4.3.2.1)$$

Siendo:

- I_{CC} = intensidad eficaz de corriente de fase en cortocircuito en A.
- S = sección del conductor en mm².
- δ = densidad de corriente de cortocircuito en A/mm² para 0,1 s.

Ahora debemos calcular la intensidad de cortocircuito de la red suministradora:

$$S_{CC} = \sqrt{3} \times U \times I_{CC} \quad (3.4.3.2.2)$$

Siendo:

- S_{CC} = potencia de cortocircuito de la red en MVA. Para nuestro suministrador, Gas Natural Fenosa, 500 MVA.
- U = tensión de servicio de la línea en kV.
- I_{CC} = intensidad de cortocircuito en kA.

Dando como resultados para nuestra instalación:

$$I_{CC} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 20} = 14,4 \text{ kA}$$

$$S = \frac{I_{CC}}{\delta_{CC}} = \frac{14.400}{298} = 48,33 \text{ mm}^2$$

Según este criterio la sección sería de 50 mm², por lo que la sección calculada por criterio térmico no es la adecuada.

3.4.3.3 Caída de tensión máxima

Para el siguiente criterio aplicaremos la siguiente fórmula:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times L \times I \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \quad (3.4.3.3.1)$$

Siendo:

- ΔU = caída de tensión (V).
- I = intensidad de la línea en A.
- L = longitud de la línea en km.
- R = resistencia del conductor en Ω/km .
- X = reactancia inductiva del conductor en Ω/km .
- $\cos\varphi$ = el de nuestra instalación 0,85.

Como sabemos que nuestro suministrador, Gas Natural Fenosa, exige una sección mínima de 95 mm², por tanto escogeremos un cable que este normalizado por esta compañía. El cable utilizado será el AL Voltalene H 12/20 kV 1 x 95mm² del fabricante Pirelli, que presenta las siguientes características:

- Sección nominal = 95 mm².
- Diámetro exterior = 31,70 mm.
- Resistencia máxima en AC y 90°C = 0,430 Ω/km.
- Reactancia inductiva = 0,125 Ω/km.
- Reactancia capacitiva = 0,217 μF/km.
- Peso aproximado = 1.020 kg/km.

Entonces aplicando la fórmula obtenemos:

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 1 \times 7,22 \times (0,430 \times 0,85 + 0,125 \times 0,53) = 5,40 \text{ V (0,027\%)}$$

Por lo tanto la sección escogida cumple, dado que no llega al 1% de caída de tensión.

3.4.3.4 Potencia máxima a transportar

La potencia máxima que puede transportar el cable se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{MÁX} = \sqrt{3} \times U \times I_{MÁX} \times \cos\varphi \quad (3.4.3.4.1)$$

Siendo:

- $P_{MÁX}$ = potencia máxima a transportar en kW.
- U = tensión de servicio de la línea en kV.
- $I_{MÁX}$ = intensidad máxima admisible por el conductor en A.

Aplicando la fórmula obtenemos los siguientes resultados:

$$P_{MÁX} = \sqrt{3} \times 20 \times 185 \times 0,85 = 5,45 \text{ MW}$$

$$S_{MÁX} = \sqrt{3} \times 20 \times 185 = 6,41 \text{ MVA}$$

El cable es válido, ya que la potencia máxima que puede transportar es muy superior a los 250 kVA que necesitamos.

3.4.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LA LÍNEA

Las fórmulas a aplicar para determinar este cálculo cuantificarán las pérdidas por calor que tendremos en el tramo de línea de suministro:

$$\Delta P = 3 \times R \times L \times I^2 \quad (3.4.4.1)$$

Siendo:

- ΔP = pérdidas de potencia en W.
- R = resistencia del conductor en Ω/km .
- L = longitud de la línea en km.
- I = intensidad de la línea en A.

$$\Delta P (\%) = \frac{\Delta P}{S \cos \varphi} \quad (3.4.4.2)$$

Siendo S la potencia aparente del transformador en VA, obtendremos los siguientes valores:

$$\Delta P = 3 \times 0,430 \times 1 \times 7,22^2 = 67,25 \text{ W}$$

$$\Delta P (\%) = \frac{67,25}{250000 \times 0,85} \times 100 = 0,032 \%$$

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO V – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO – V

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.5.1 OBJETO	3
3.5.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES.....	3
3.5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT.....	6
3.5.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS CGMCOSMOS.....	6
3.5.5 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA..	6
3.5.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	7
3.5.6.1 Obra Civil.....	7
3.5.6.2 Instalación Eléctrica.....	10
3.5.6.2.1 Características de la Red de Alimentación.....	10
3.5.6.2.2 Características de la Aparamenta de Media Tensión.....	11
3.5.6.2.3 Características de la Aparamenta MT y Transformadores	13
3.5.6.2.4 Características Descriptivas de Cuadros BT	17
3.5.6.2.5 Características de material vario de MT y BT	18
3.5.6.2.6 Medida de la Energía Eléctrica.....	19
3.5.6.2.7 Unidades de Protección, Automatismo y Control	19
3.5.6.2.8 Puesta a Tierra.....	21
3.5.6.2.9 Instalaciones Secundarias	21
3.5.7 CÁLCULOS	23
3.5.7.1 Intensidad de Media Tensión.....	23
3.5.7.2 Intensidad de Baja Tensión.....	23
3.5.7.3 Cortocircuitos	24

3.5.7.3.1 Cálculos de cortocircuito	24
3.5.7.3.2 Cortocircuito en lado de MT.....	25
3.5.7.3.3 Cortocircuito en lado de BT	25
3.5.7.4 Dimensionado del embarrado	25
3.5.7.4.1 Comprobación por densidad de corriente	25
3.5.7.4.2 Comprobación por sollicitación electrodinámica	26
3.5.7.4.3 Comprobación por sollicitación térmica	26
3.5.7.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos	26
3.5.7.6 Dimensionado de los puentes de MT	26
3.5.7.7 Dimensionado de la ventilación del CT	27
3.5.7.8 Dimensionado del pozo apagafuegos.....	27
3.5.7.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.....	27
3.5.7.9.1 Investigación de las características del suelo.....	27
3.5.7.9.2 Determinación de corrientes máximas de PAT y tiempo máximo de correspondiente a la eliminación del defecto.....	28
3.5.7.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	29
3.5.7.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra	29
3.5.7.10 Cálculo de las tensiones de paso del interior de la instalación	32
3.5.7.11 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	33
3.5.7.12 Cálculo de las tensiones aplicadas	34
3.5.7.13 Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	36
3.5.7.14 Corrección y ajuste del diseño inicial.....	37
3.5.8 RESUMEN DE PARÁMETROS	38

ANEXO V – CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

3.5.1 OBJETO

El objeto del presente anexo es el de definir las condiciones técnicas, de ejecución y económicas de un Centro de Transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión a nuestro complejo deportivo, así como justificar y valorar los materiales empleados en el mismo.

3.5.2 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES GENERALES

Normas Generales:

- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3.275/1982, de 12 noviembre, B.O.E. 01-12-1982.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. 25-10-1984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Decreto 842/2002, de 02 de agosto, B.O.E. 224 de 18-09-2002.
- Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de septiembre de 2002.
- Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de marzo de 2000.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-1994.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Lay 54/1997 de 27 de noviembre.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.
- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- NTE-IEP. Norma tecnológica de 24-03-1973, para Instalaciones Eléctricas de Puesta a Tierra.
- Normas UNE / IEC.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento donde se ejecute la obra.
- Condicionados que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.
- Normas particulares de la compañía suministradora.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.

Normas y recomendaciones de diseño del edificio:

- CEI 62271-202 UNE-EN 62271-202
Centros de Transformación prefabricados.

- Código Técnico de la Edificación.

Normas y recomendaciones de diseño de aparamenta eléctrica:

- CEI 62271-1 UNE-EN 60694
Estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.

- CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X
Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y de medida.

- CEI 62271-200 UNE-EN 62271-200 (UNE-EN 60298)
Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.

- CEI 62271-102 UNE-EN 62271-102
Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.

- CEI 62271-103 UNE-EN 60265-1
Interruptores de Alta Tensión. Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.

- CEI 62271-100 UNE-EN 62271-100
Interruptores automáticos de corriente alterna para tensiones superiores a 1 kV.

- CEI 60255-X-X UNE-EN 60255-X-X
Relés eléctricos.

- UNE-EN 60801-2
Compatibilidad electromagnética para los equipos de medida y de control de los procesos industriales. Parte 2: Requisitos relativos a las descargas electrostáticas.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores:

- CEI 60076-X
Transformadores de Potencia.

Normas y recomendaciones de diseño de transformadores (secos):

- UNE 20178
Transformadores de potencia tipo seco.

3.5.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CT

El Centro de Transformación, objeto de este anexo, tiene la misión de suministrar energía, realizándose la medición de la misma en Media Tensión.

La energía será suministrada por la compañía Gas Natural Fenosa a la tensión trifásica de 20 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

3.5.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS CELDAS CGMCOSMOS

Las celdas CGMCOSMOS de Ormazabal que serán utilizadas en nuestro proyecto se tratan de celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles "in situ" a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

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

3.5.5 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN KVA

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con una potencia máxima simultánea aproximada de 120 kW.

Para atender a las necesidades indicadas, la potencia total instalada en este Centro de Transformación es de 250 kVA.

3.5.6 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

3.5.6.1 Obra Civil

El Centro de Transformación objeto de este proyecto consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos.

Para el diseño de este Centro de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas anteriormente indicadas.

- Características de los Materiales:

Edificio de Transformación: PFU-4/20

- Descripción:

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente:

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa del piso:

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos:

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado:

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad:

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado:

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios:

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación:

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

- Características Detalladas:

- Nº de transformadores: 1
- Tipo de ventilación: Normal
- Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso
- Dimensiones exteriores:
 - Longitud: 4460 mm
 - Fondo: 2380 mm
 - Altura: 3045 mm
 - Altura vista: 2585 mm
 - Peso: 13465 kg
- Dimensiones interiores
 - Longitud: 4280 mm
 - Fondo: 2200 mm
 - Altura: 2355 mm
- Dimensiones de la excavación
 - Longitud: 5260 mm
 - Fondo: 3180 mm
 - Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

3.5.6.2 Instalación Eléctrica

3.5.6.2.1 Características de la Red de Alimentación

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 14,4 kA eficaces.

3.5.6.2.2 Características de la Aparamenta de Media Tensión

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

Celdas CGMCOSMOS:

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF₆ de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

- Contrucción:

Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.

3 Divisores capacitivos de 24 kV.

Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm² y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.

Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

- Seguridad:

Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.

Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.

Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.

Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

- Grados de Protección:

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529.
- Cuba: IP X7 según EN 60529.
- Protección a impactos en:
 - Cubiertas metálicas: IK 08 según EN 501.
 - Cuba: IK 09 según EN 5010.

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características Eléctricas:

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

- Tensión nominal 24 kV
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - A tierra y entre fases 50 kV
 - A distancia de seccionamiento 60 kV
 - Impulso tipo rayo
 - A tierra y entre fases 125 kV
 - A distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

3.5.6.2.3 Características de la Aparamenta MT y Transformadores

Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-Seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-L de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekoVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekoSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
 - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
 - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
 - Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV.
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1.740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas :

- Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

Protección General: CGMCOSMOS-V Interruptor Automático de Vacío

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-V de interruptor automático de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - A tierra y entre fases: 50 kV
 - Impulso tipo rayo
 - A tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 400 A
- Capacidad de corte en cortocircuito: 16 kA

- Características físicas:

- Ancho: 480 mm
- Fondo: 850 mm

- Alto: 1.740 mm
- Peso: 218 kg

- Otras características constructivas:

- Mando interruptor automático: manual RAV
- Relé de protección: ekorRPG-301A

Medida: CGMCOSMOS-M Medida

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-M de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV

- Características físicas:

- Ancho: 800 mm
- Fondo: 1.025 mm
- Alto: 1.740 mm
- Peso: 165 kg

- Otras características constructivas:

- Transformadores de medida: 3 TT y 3 TI

De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características.

- Transformadores de tensión

- Relación de transformación: $22.000/\sqrt{3} / 110/\sqrt{3} / 110/3$
- Sobretensión admisible en permanencia:
 - 1,2 Un en permanencia.
 - 1,9 Un durante 8 horas.
- Medida
 - Potencia: 25 VA
 - Clase de precisión: 0,5
 - Protección
 - Potencia: 50 VA
 - Clase de precisión: 3 P

- Transformadores de intensidad:

- Relación de transformación: 5 - 10/5 A
- Intensidad térmica: 80 In (mín. 5 kA)
- Sobreintensidad admisible en permanencia: $F_s \leq 5$
- Medida
 - Potencia: 15 VA
 - Clase de precisión: 0,5 s
- Protección
 - Potencia: 15 VA
 - Clase de precisión: 5 P 10

Transformador 1: Transformador seco 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +/- 5%, +/- 2,5%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 6%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: C. Electrónica Alarmas

3.5.6.2.4 Características Descriptivas de Cuadros BT

Cuadros BT - B2 Transformador 1: Interruptor automático BT

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), es un conjunto de aparata de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

El cuadro tiene las siguientes características:

- Interruptor automático de 400 A.
- 4 Salidas formadas por bases portafusibles.
- Interruptor diferencial bipolar de 25 A, 30 mA.
- Base portafusible de 32 A y cartucho portafusible de 20 A.
- Base enchufe bipolar con toma de tierra de 16 A/ 250 V.
- Bornas (alimentación a alumbrado) y pequeño material.

- Características Eléctricas:
 - Tensión asignada: 440 V
 - Nivel de aislamiento
 - Frecuencia industrial (1 min)
 - A tierra y entre fases: 10 kV
 - Entre fases: 2,5 kV
 - Impulso tipo rayo:
 - A tierra y entre fases: 20 kV

- Dimensiones:
 - Altura: 1.820 mm
 - Anchura: 580 mm
 - Fondo: 300 mm

3.5.6.2.5 Características de material vario de MT y BT

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Interconexiones de MT:

 - Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV

 - Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al.

 - La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

 - En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

 - Puentes entre Celdas: Cables MT 12/20 kV

 - Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al, y terminaciones EUROMOLD de 24 kV del tipo atornillable y modelo K430TB y del tipo cono difusor y modelo OTK 224.

- Interconexiones de BT:

 - Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes Transformador-Cuadro

 - Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad $2F + N$.

- Defensa de transformadores:

 - Defensa de Transformador 1: Protección Física transformador

 - Protección metálica para defensa del transformador.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

3.5.6.2.6 Medida de la Energía Eléctrica

El conjunto consta de un contador tarifador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.

3.5.6.2.7 Unidades de Protección, Automatismo y Control

Unidad de Protección: ekorRPG

Unidad digital de protección desarrollada para su aplicación en la función de protección con interruptor automático. Es autoalimentado a partir de 5 A a través de transformadores de intensidad toroidales, comunicable y configurable por software con histórico de disparos.

- Características:

- Rango de Potencias: 50 kVA - 25 MVA
- Funciones de Protección:
 - Sobreintensidad
 - Fases (3 x 50/51)
 - Neutro (50N/ 51 N)
 - Neutro Sensible (50Ns/51Ns)
 - Disparo exterior: Función de protección (49T)
 - Reenganchador: Función de protección (79) [Con control integrado ekorRPGci]
 - Detección de faltas de tierra desde 0,5 A
 - Posibilidad de pruebas por primario y secundario
- Configurable por software (RS-232) y comunicable (RS-485)

- Histórico de disparos
 - Medidas de intensidad de fase y homopolar: I1, I2, I3 e I0
 - Autoalimentación a partir de 5 A en una fase
 - Opcional con control integrado (alimentación auxiliar)
- Elementos:
- Relé electrónico que dispone en su carátula frontal de teclas y display digital para realizar el ajuste y visualizar los parámetros de protección, medida y control. Para la comunicación dispone de un puerto frontal RS232 y en la parte trasera un puerto RS485 (5 kV).
 - Los sensores de intensidad son transformadores toroidales de relación 300 A / 1 A y 1000 A / 1 A dependiendo de los modelos y que van colocados desde fábrica en los pasatapas de las celdas.
 - Para la opción de protección homopolar ultrasensible se coloca un toroidal adicional que abarca las tres fases. En el caso de que el equipo sea autoalimentado (desde 5 A por fase) se debe colocar 1 sensor adicional por fase.
 - La tarjeta de alimentación acondiciona la señal de los transformadores de autoalimentación y la convierte en una señal de CC para alimentar el relé de forma segura. Dispone de una entrada de 230 Vca para alimentación auxiliar exterior.
 - El disparador biestable es un actuador electromecánico de bajo consumo integrado en el mecanismo de maniobra del interruptor.
- Otras características:
- I_{th}/I_{din} = 20 kA /50 kA
 - Temperatura = -10 °C a 60 °C
 - Frecuencia = 50 Hz; 60 Hz ± 1 %
 - Ensayos:
 - De aislamiento según 60255-5
 - De compatibilidad electromagnética según CEI 60255-22-X, CEI 61000-4-X y EN 50081-2/55011
 - Climáticos según CEI 60068-2-X

- Mecánicos según CEI 60255-21-X
- De potencia según CEI 60265 y CEI 60056

Así mismo este producto cumple con la directiva de la Unión Europea sobre compatibilidad electromagnética 89/336/EEC y con la CEI 60255 Esta conformidad es resultado de un ensayo realizado según el artículo 10 de la directiva, y recogido en el protocolo B131-01-69-EE acorde a las normas genéricas EN 50081 y EN 50082.

3.5.6.2.8 Puesta a Tierra

Tierra de Protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

Tierra de Servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

3.5.6.2.9 Instalaciones Secundarias

- Alumbrado:

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

- Protección Contra incendios:

Según la MIE-RAT 14 al ser el transformador de aislamiento seco no es necesario instalar sistemas de protección contra incendios, aunque deberá instalarse de forma que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

- Medidas de Seguridad:

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1. No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
2. Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
3. Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
4. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.
5. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

3.5.7 CÁLCULOS

3.5.7.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_P = \frac{S}{\sqrt{3} U_P} \quad (3.5.7.1.1)$$

Siendo:

- S = potencia del transformador en kVA.
- U_P = tensión primaria en kV
- I_P = intensidad primaria en A.

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV. Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, por tanto tendremos:

$$I_P = \frac{250.000}{\sqrt{3} \times 20.000} = 7,20 \text{ A.}$$

3.5.7.2 Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 250 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_S = \frac{S}{\sqrt{3} U_S} \quad (3.5.7.2.1)$$

Siendo:

- S = potencia del transformador en kVA.
- U_S = tensión secundario en kV
- I_S = intensidad secundario en A.

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor de:

$$I_S = \frac{250.000}{\sqrt{3} \times 420} = 343,70 \text{ A.}$$

3.5.7.3 Cortocircuitos

3.5.7.3.1 Cálculos de cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{CCP} = \frac{S_{CC}}{\sqrt{3} U_P} \quad (3.5.7.3.1.1)$$

Siendo:

- S_{CC} = potencia de cortocircuito de la red en MVA.
- U_P = tensión de servicio en kV.
- I_{CCP} = corriente de cortocircuito en kA.

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{CCS} = \frac{100S}{\sqrt{3} E_{CC} U_S} \quad (3.5.7.3.1.2)$$

Siendo:

- S = potencia de transformador en kVA.
- E_{CC} = tensión de cortocircuito del transformador en %.
- U_S = tensión en el secundario en V.
- I_{CCS} = corriente de cortocircuito en kA.

3.5.7.3.2 Cortocircuito en lado de MT

Utilizando la expresión 3.5.7.3.1.1, en el que la potencia de cortocircuito es de 500 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$I_{CCP} = \frac{500}{\sqrt{3} \times 20} = 14,40 \text{ kA.}$$

3.5.7.3.3 Cortocircuito en lado de BT

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 250 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 6%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 3.5.7.3.1.2:

$$I_{CCS} = \frac{100 \times 250}{\sqrt{3} \times 6 \times 420} = 5,73 \text{ kA.}$$

3.5.7.4 Dimensionado del embarrado

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

3.5.7.4.1 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

3.5.7.4.2 Comprobación por solicitud electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.5.7.3.2 de este capítulo, por lo que:

$$I_{CCDIN} = 2,5 \times 14,40 = 36 \text{ kA.}$$

3.5.7.4.3 Comprobación por solicitud térmica

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{CCTER} = 14,40 \text{ kA.}$$

3.5.7.5 Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

3.5.7.6 Dimensionado de los puentes de MT

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

- Transformador

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 7,22 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable. Este valor es de 235 A para un cable de sección de 95 mm² de Al según el fabricante.

3.5.7.7 Dimensionado de la ventilación del CT

Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA.

3.5.7.8 Dimensionado del pozo apagafuegos

Al no haber transformadores de aceite como refrigerante, no es necesaria la existencia de pozos apagafuegos.

3.5.7.9 Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

3.5.7.9.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ωm .

3.5.7.9.2 Determinación de corrientes máximas de PAT y tiempo máximo de correspondiente a la eliminación del defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

- De la red:
 - Tipo de neutro: el neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
 - Tipo de protecciones: cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{DMAX\ CAL} = \sqrt{3} \times U_N \times W (C_A \times L_A + C_C \times L_C) \quad (3.5.7.9.2.1)$$

Siendo:

- U_N = tensión de servicio en kV.
- L_A = longitud de las líneas aéreas en km.
- L_C = longitud de las líneas subterráneas en km.
- C_A = capacidad de las líneas aéreas (0,006 mF/km).
- C_C = capacidad de líneas subterráneas (0,250 mF/km).
- $I_{DMAX\ CAL}$ = intensidad máxima calculada en A.

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{D\text{MAX CAL}} = \sqrt{3} \times 20 \times 2\pi \times 50 (0,006 \times 79 + 0,250 \times 17) \times 10^{-3} = 50 \text{ A.}$$

3.5.7.9.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

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

3.5.7.9.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio: $U_R = 20 \text{ kV}$.

Puesta a tierra del neutro:

- Longitud de líneas aéreas $L_A = 79 \text{ km}$.
- Longitud de líneas subterráneas $L_C = 17 \text{ km}$.
- Limitación de la intensidad a tierra $I_{DM} = 50 \text{ A}$.

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{BT} = 10.000 \text{ V}$.

Características del terreno:

- Resistencia de tierra $R_0 = 150 \Omega\text{m}$.
- Resistencia del hormigón $R_0' = 3.000 \Omega$.

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_D \times R_T \leq V_{BT} \quad (3.5.7.9.4.1)$$

Siendo:

- I_D = intensidad de falta a tierra en A.
- R_T = resistencia total de puesta a tierra en Ω .
- V_{BT} = tensión de aislamiento en baja tensión en V.

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_D = \frac{\sqrt{3} \times U_N \times w \times (C_A L_A + C_C L_C)}{\sqrt{1 + (w C_A L_A)^2 \times (3 R_T)^2}} \quad (3.5.7.9.4.2)$$

Siendo:

- U_N = tensión de servicio en V.
- W = pulsación del sistema ($w = 2\pi f$).
- C_A = capacidad de las líneas aéreas (0,006 mF/km).
- L_A = longitud de las líneas aéreas en km.
- C_C = capacidad de líneas subterráneas (0,250 mF/km).
- L_C = longitud de las líneas subterráneas en km.
- R_T = resistencia total de puesta a tierra en Ω .
- I_D = intensidad de falta a tierra en A.

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_D = 25,71 \text{ A.}$$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_T = 389,03 \Omega.$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener un K_R más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_R \leq \frac{R_T}{R_0} \quad (3.5.7.9.4.3)$$

Siendo:

- R_T = resistencia total de puesta a tierra en Ω .
- R_0 = resistividad del terreno en Ωm .
- K_R = coeficiente del electrodo.

- Centro de Transformación:

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_R \leq 2,5935$$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 50-25/5/42.
- Geometría del sistema: Anillo rectangular.
- Distancia de la red: 5.0 x 2.5 m.
- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas: 2 m.

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia $K_R = 0,097$.
- De la tensión de paso $K_P = 0,0221$.
- De la tensión de contacto $K_C = 0,0483$.

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R_T' = K_R \times R_0 \quad (3.5.7.9.4.4)$$

Siendo:

- K_R = coeficiente del electrodo.
- R_0 = resistividad del terreno en Ωm .
- R_T = resistencia total de puesta a tierra en Ω .

Para el Centro de Transformación:

$$R_T' = 0,097 \times 150 = 14,55 \Omega.$$

La intensidad de defecto real será tal como indica la fórmula 3.5.7.9.4.2:

$$I_D' = 50 \text{ A.}$$

3.5.7.10 Cálculo de las tensiones de paso del interior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V_D' = R_T' \times I_D' \quad (3.5.7.10.1)$$

Siendo:

- R_T' = resistencia total de puesta a tierra en Ω .
- I_D' = intensidad de defecto en A.
- V_D' = tensión de defecto en V.

Para el Centro de Transformación será:

$$V_D' = 14,55 \times 50 = 727,50 \text{ V.}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V_C' = K_C \times R_0 \times I_D' \quad (3.5.7.10.2)$$

Siendo:

- K_C = coeficiente de tensión de contacto.
- R_0 = resistividad del terreno en Ωm .
- I_D' = intensidad de defecto en A.
- V_C' = tensión de paso en el acceso en V.

Para el Centro de Transformación será:

$$V_C' = 0,0483 \times 150 \times 50 = 362,25 \text{ V.}$$

3.5.7.11 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V_P' = K_P \times R_0 \times I_D' \quad (3.5.7.11.1)$$

Siendo:

- K_P = coeficiente de tensión de paso.
- R_0 = resistividad del terreno en Ωm .
- I_D' = intensidad de defecto en A.
- V_P' = tensión de paso en el exterior en V.

Siendo para nuestro caso:

$$V_P' = 0,0221 \times 150 \times 50 = 165,75 \text{ V.}$$

3.5.7.12 Cálculo de las tensiones aplicadas

- Centro de Transformación:

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,7 \text{ s.}$
- $K = 72.$
- $n = 1.$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_P = \frac{10 K}{t^n} \times \left(1 + \frac{6R_0}{1.000}\right) \quad (3.5.7.12.1)$$

Siendo:

- $K =$ coeficiente.
- $t =$ tiempo total de duración de la falta en s.
- $n =$ coeficiente.
- $R_0 =$ resistividad del terreno en $\Omega\text{m.}$
- $V_P =$ tensión de paso en el exterior en V.

Por lo que para nuestro caso:

$$V_P = \frac{10 \times 72}{0,7^1} \times \left(1 + \frac{6 \times 150}{1.000}\right) = 1.954,29 \text{ V.}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{PACC} = \frac{10 K}{t^n} \times \left(1 + \frac{3R_0 + 3R_0'}{1000}\right) \quad (3.5.7.12.2)$$

Siendo:

- K = coeficiente.
- t = tiempo total de duración de la falta en s.
- n = coeficiente.
- R_0 = resistividad del terreno en Ωm .
- R_0' = resistividad del hormigón en Ωm .
- V_{PACC} = tensión admisible de paso en el acceso en V.

Siendo para nuestro caso:

$$V_{\text{PACC}} = \frac{10 \times 72}{0,71} \times \left(1 + \frac{3 \times 150 + 3 \times 3.000}{1.000} \right) = 10.748,57 \text{ V.}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles.

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V_P' = 165,75 \text{ V} < V_P = 1.954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V_{\text{PACC}}' = 362,25 \text{ V} < V_{\text{PACC}} = 10.748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V_D' = 727,50 \text{ V} < V_{\text{BT}} = 10.000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_A = 5 \text{ A} < I_D = 25,71 \text{ A} < I_{\text{DM}} = 50 \text{ A}$$

3.5.7.13 Investigación de tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1.000V.

Aunque no es preciso mantener la separación entre ambos sistemas de tierra, según se deduce de los cálculos, se desea mantener voluntariamente esta separación.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_0 \times I_{D'}}{2.000 \pi} \quad (3.5.7.13.1)$$

Siendo:

- R_0 = resistividad del terreno en Ωm .
- $I_{D'}$ = intensidad de defecto en A.
- D = distancia mínima de separación en m.

Para este Centro de Transformación:

$$D = \frac{150 \times 50}{2.000 \pi} = 1,19 \text{ m.}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA).
- Geometría: Picas alineadas.
- Número de picas: 2.
- Longitud entre picas: 2 m.
- Profundidad de las picas: 0,5 m.

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_R = 0,201$.
- $K_C = 0,0392$.

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ω .

$$R_{TSERV} = K_R \times R_0 \quad (3.5.7.13.2)$$

Siendo para nuestro caso:

$$R_{TSERV} = 0,201 \times 150 = 30,15 \Omega < 37 \Omega.$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

3.5.7.14 Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " K_R " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

3.5.8 RESUMEN DE PARÁMETROS

PARÁMETROS	OPCIÓN
DATOS GENERALES	
Titular	Este Centro es propiedad del abonado
Provincia	A Coruña
Emplazamiento	El Centro se halla ubicado en Ares
Portafirmas	El/la técnico competente.
RED ELÉCTRICA	
Compañía	Gas Natural Fenosa
Tensión de Servicio (kV)	20
Frecuencia (Hz)	50 Hz
Intensidad de Bucle (A)	400 A
Potencia de Cortocircuito (MVA)	500
Intensidad de Cortocircuito Nominal (kA)	14,40 kA
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	
Tipo de Centro	Cliente
Tensión Máxima Asignada (kV)	24 kV
Tipo de Aparamenta MT	CGMCOSMOS modular
Tipo de Control	No hay elementos de control
Conexión a la Red	Punta / Fin de línea
Reserva espacio celdas	No reservar espacio para celdas
Transformadores de Potencia	Con un transformador
Reserva espacio transformadores	No reservar espacio para transformadores
DATOS DEL TRANSFORMADOR	
Potencia de Transformador (kVA)	250 kVA
Tensión Primaria de Transformador	20 kV
Tipo de Aislamiento de Transformador	Aislamiento seco / Resina epoxi
Celda de Protección del Transformador	Protección de transformador con Interruptor Automático
Protección de Transformador	Sobreintensidad 3 Fases y Neutro Sensible
Toroidales de Protección Transformador	Rango 5 - 100 A
Alimentación de Protección Transformador	Autoalimentado
Protección Propia del Transformador	Central electrónica de alarmas
Tensión Secundaria del Transformador	420 V en vacío
Número de Salidas del Transformador	Interruptor automático en BT + 4 salidas con fusibles
Protección Física del Transformador	Protección con cerradura
DATOS PROTECCIÓN GENERAL	
Celda de Protección General	Celda de Protección con Interruptor Automático
Protección General	Sobreintensidad 3 Fases y Neutro Sensible
Toroidales de Protección General	Rango 5 - 100 A
Alimentación de Protección General	Autoalimentado
MEDIDA DE ENERGÍA	
Tipo de Cliente	A tarifa
Tipo de Tarificador	Electrónico
Separación Física entre Compañía / Cliente	Una puerta y malla con puerta
EDIFICIO	
Modelo Edificio Seccionamiento y Transformación	PFU
Tipo de Acabado E. de Sec. y Transf.	Acabado Estándar
CONEXIÓN DE NEUTRO	
Tipo de Conexión	Neutro aislado
LÍNEAS	
Longitud de Líneas Aéreas (km)	8
Longitud de Líneas Subterráneas (km)	1

RED DE TIERRAS	
Separación de Tierras	Se separan
Resistividad del Terreno (Ω m)	150

Tabla 3.5.8.1 – Resumen de instalación de CT.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO VI – INSTALACIONES ELÉCTRICAS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO – VI INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.6.1 OBJETO	5
3.6.2 EMPRESA SUMINISTRADORA.....	5
3.6.3 CONSIDERACIONES GENERALES	5
3.6.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL	7
3.6.5 DESCRIPCIÓN DE MÁQUINAS	7
3.6.6 PREVISIÓN DE CARGA	8
3.6.6.1 Cargas de Cuadros Generales	9
3.6.6.2 Cargas de Cuadros Secundarios.....	10
3.6.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS	13
3.6.8 CUADROS GENERALES	14
3.6.8.1 Cuadro de Protección y Medida.....	14
3.6.8.2 Cuadro General de Alumbrado	15
3.6.8.3 Cuadro General de Fuerza.....	15
3.6.9 CUADROS SECUNDARIOS.....	16
3.6.9.1 Cuadros de Alumbrado	16
3.6.9.1.1 Cuadro Secundario de Alumbrado 1	16
3.6.9.1.2 Cuadro Secundario de Alumbrado 2	16
3.6.9.1.3 Cuadro Secundario de Alumbrado 3	17
3.6.9.1.4 Cuadro Secundario de Alumbrado 4	17
3.6.9.1.5 Cuadro Secundario de Alumbrado 5	18
3.6.9.2 Cuadros de Fuerza	18
3.6.9.2.1 Cuadro Secundario de Fuerza 1	18

3.6.9.2.2 Cuadro Secundario de Fuerza 2	19
3.6.9.2.3 Cuadro Secundario de Fuerza 3	19
3.6.9.2.4 Cuadro Secundario de Fuerza 4	20
3.6.10 LÍNEAS	20
3.6.10.1 Líneas Generales	20
3.6.10.1.1 Línea a Cuadro General de Alumbrado	20
3.6.10.1.2 Línea General de Alumbrado de Emergencia	21
3.6.10.1.3 Línea a Cuadro General de Fuerza	22
3.6.10.2 Líneas de Alumbrado	22
3.6.10.2.1 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 1	22
3.6.10.2.2 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 2	23
3.6.10.2.3 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 3	24
3.6.10.2.4 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 4	24
3.6.10.2.5 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 5	25
3.6.10.3 Líneas de Alumbrado de Fuerza	26
3.6.10.3.1 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 1	26
3.6.10.3.2 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 2	26
3.6.10.3.3 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 3	27
3.6.10.3.4 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 4	28
3.6.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN	28
3.6.12 PROTECCIONES	30
3.6.12.1 Protecciones frente a sobreintensidades	30
3.6.12.2 Protecciones frente a sobretensiones	32
3.6.12.3 Protecciones frente a contactos directos	33
3.6.12.4 Protecciones frente a contactos indirectos	34
3.6.13 INSTALACIÓN DE FUERZA	35

3.6.13.1 Maquinaria	35
3.6.13.2 Bases de Enchufe.....	35
3.6.14 DEFINICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA.....	35
3.6.14.1 Puesta a Tierra	36
3.6.14.2 Terreno	37
3.6.14.3 Tomas de Tierra	38
3.6.14.4 Conductores de Tierra.....	39
3.6.14.5 Conductores de Protección.....	40
3.6.14.6 Conductores de Equipotencialidad	41
3.6.14.7 Resistencia de Tomas de Tierra	41
3.6.14.8 Revisión de Tomas de Tierra.....	42
3.6.14.9 Instalación de Toma de Tierra.....	42
3.6.15 FILTRO CONDENSADOR	42
3.6.16 DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN	42
3.6.16.1 Previsión de Cargas.....	43
3.6.16.2 Cálculo de líneas y tubos por criterio de Intensidad Máxima	43
3.6.16.3 Cálculo de líneas por Caída de Tensión Máxima Admisible.....	45
3.6.16.4 Cálculo de líneas por Energía Pasante.....	48
3.6.17 CÁLCULOS DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO	48
3.6.17.1 Cálculo de Cortocircuito en CBT y CPM	48
3.6.17.2 Corrientes de Cortocircuito en Cuadros Generales.....	54
3.6.17.3 Corrientes de Cortocircuito en Cuadros Secundarios de Alumbrado	57
3.6.17.4 Corrientes de Cortocircuito en Cuadros Secundarios de Fuerza ..	62
3.6.17.5 Corrientes de Cortocircuito en Otras Líneas	66
3.6.18 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES.....	72

3.6.18.1 Cálculo de Interruptores Automáticos.....	72
3.6.18.2 Cálculo de Interruptores Diferenciales.....	72
3.6.19 CÁLCULO DEL FILTRO CONDENSADOR.....	73
3.6.20 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	75
3.6.20.1 Previsión de Cargas de Alumbrado.....	75
3.6.20.2 Previsión de Cargas de Fuerza.....	79
3.6.20.3 Cálculo de Sección de Acometida.....	83
3.6.20.4 Cálculo de Secciones de Cuadro de Protección y Medida.....	83
3.6.20.5 Cálculo de Secciones de Cuadros Generales.....	84
3.6.20.6 Cálculo de Secciones de Cuadros Secundarios de Alumbrado.....	85
3.6.20.7 Cálculo de Secciones de Cuadros Secundarios de Fuerza.....	90

ANEXO VI – INSTALACIONES ELÉCTRICAS

3.6.1 OBJETO

El presente anexo tiene por finalidad definir, describir y calcular los requisitos técnicos de la instalación eléctrica correspondiente a un club social.

Para el desarrollo del presente documento se considerarán los receptores básicos y los requerimientos de las instalaciones de fuerza y alumbrado en cada local del complejo. Para asegurar la fiabilidad y seguridad de cada una de las instalaciones diseñadas se tendrán en cuenta las normativas y disposiciones legales pertinentes y de obligado cumplimiento

3.6.2 EMPRESA SUMINISTRADORA

El suministro eléctrico será realizado por la empresa Gas Natural Fenosa, empresa suministradora. El cliente, según circunstancias, debido a la liberalización del mercado de la energía eléctrica podrá negociar con otra empresa comercializadora el coste de la misma.

El suministro eléctrico se realizará en forma de tensión alterna a la frecuencia normalizada de la red de 50 Hz, a través de una línea trifásica cuya tensión de servicio es de 20 kV con una tensión más elevada de red de 24 kV. El cambio de tensión de 20 kV a 400 V de tensión compuesta y 230 V de tensión simple se realizará mediante un transformador propiedad del abonado y ese será el régimen de tensión al cual funcionan los equipos eléctricos de la instalación.

3.6.3 CONSIDERACIONES GENERALES

La instalación eléctrica objeto del presente proyecto, estará constituida por un Centro de Transformación (CT), en cuyo interior estará el Cuadro de Baja Tensión (CBT) de donde partirá una línea que alimentará al Cuadro de Protección y Medida (CPM) de nuestro complejo, y desde él se distribuirán las líneas a los diferentes cuadros repartidos por la instalación.

El suministro de energía eléctrica se realizará por medio de una línea de distribución de 20 kV de tensión nominal que alimentará al CT. La tensión más elevada que se puede presentar entre un conductor y su aislamiento será de 24 kV. La línea de alimentación, en función del valor de tensión de distribución y atendiendo a la clasificación que establece el Reglamento, se considerará como de 3ª Categoría por estar entre 1 y 30 kV la tensión de suministro.

El consumo en baja tensión, se realizará a 400 V de tensión compuesta y se distribuirá por medio de 3 fases y un conductor de neutro.

La instalación será realizada por un Instalador Autorizado y en posesión del Certificado de Instalador Electricista, expedido por la Delegación Provincial de Industria y Energía, ateniéndose en todo momento al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria y las normas establecidas por la empresa suministradora.

La potencia eléctrica total que demandará la instalación será la que resulte de aplicar a la potencia total instalada unos coeficientes que vendrán determinados bien por normativa, bien por estudios o auditorías de consumos de energía eléctrica que se hayan realizado anteriormente en instalaciones semejantes durante periodos de tiempo significativos que abarquen la totalidad del proceso productivo, o simplemente por las experiencias previas del proyectista a la hora de dimensionar la potencia eléctrica instalada en instalaciones similares a la proyectada. Los coeficientes a los que se hace referencia anteriormente son los que se definen a continuación:

1. Coeficiente de simultaneidad (k_s): este parámetro dará una idea de la no coincidencia temporal en la demanda de potencia de las cargas.
2. Coeficiente de utilización (k_u): este factor tendrá en cuenta el hecho de que durante su funcionamiento, una carga puede demandar una potencia inferior a su potencia nominal; este factor considerará la relación Potencia consumida/Potencia nominal.

La demanda máxima de potencia que se ha de prever vendrá dada por la suma de las potencias instaladas de los diferentes circuitos eléctricos que componen la instalación, afectadas por los anteriores coeficientes que les fuesen de aplicación.

3.6.4 CLASIFICACIÓN DEL LOCAL

De acuerdo con la instrucción ITC BT-29 (Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión), se considera que la actividad a desarrollar no posee riesgo de incendio al no manipular ningún material inflamable, además no se considera un emplazamiento con riesgo de incendio por arco eléctrico.

3.6.5 DESCRIPCIÓN DE MÁQUINAS

En lo referente a la parte de fuerza se muestran y se detallan los datos técnicos en cuanto a consumo de todas y cada una de las máquinas instaladas, para poder hacer el cálculo de la instalación eléctrica.

Según la norma ITC BT-47, en los motores cuya potencia sea superior a 0.75 kW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el periodo de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos indicados en la siguiente tabla:

Motores de Corriente Continua		Motores de Corriente Alterna	
Potencia Nominal del Motor	Contante Máxima (I_A/I_N)	Potencia Nominal del Motor	Contante Máxima (I_A/I_N)
De 0,75 a 1,5 KW	2,5	De 0,75 a 1,5 kW	4,5
De 1,5 a 5 KW	2,0	De 1,5 a 5 kW	3,0
De 5 a 15 KW	1,5	De 5 a 15 kW	2,0
		De más de 15 kW	1,5

Tabla 3.6.5.1 - Relaciones entre corriente de arranque y nominales.

Siendo:

- I_A = intensidad de corriente de arranque en A.
- I_N = intensidad de corriente a plena carga en A.

Las principales máquinas de las que dispondrán y sus características son:

Máquinas	Ubicación	Unidades	Potencia Unitaria (W)
Ascensor	Pasillo Principal / Inferior	1	4.500
Bomba Piscinas	Zona Spa	1	1.000
Bomba Pluviales	Exterior	1	1.000
Bomba ACS	Exterior	1	1.000
Piscinas Hidromasaje	Zona Spa	4	1.500

Tabla 3.6.5.2 – Principales Máquinas de la Instalación.

3.6.6 PREVISIÓN DE CARGA

Con objeto de determinar la potencia a instalar y ver la conveniencia o no de instalar un transformador para la alimentación de la misma, hacemos a continuación la previsión de cargas, después de realizado el estudio del alumbrado, de la maquinaria instalada y de las tomas de corriente, según se describe en los planos que forman parte de este proyecto y como se puede ver en el apartado de cálculos. La instalación consta de un Cuadro de Protección y Medida (CPM) que alimentará a 2 Cuadros Generales, 1 General de Alumbrado y 1 General de Fuerza. De estos últimos saldrán líneas hacia 5 Cuadros Secundarios de Alumbrado y 4 Cuadros Secundarios de Fuerza, separados como puede verse en los esquemas unifilares, anexos y detallados a continuación.

Después de realizar dicha previsión de cargas, consideramos necesario la instalación de un centro de transformación de 250 kVA para alimentar las instalaciones, realizando la acometida mediante una línea subterránea de media tensión que partirá desde las líneas existentes de 20 kV de la compañía suministradora hasta el centro de transformación situado dentro de las instalaciones.

Disposición de las cargas según las fases y coeficientes de simultaneidad.

En Fuerza se dispondrán coeficientes de simultaneidad, en Alumbrado este será siempre 1 ya que hay momentos en los cuales se demanda su totalidad.

3.6.6.1 Cargas de Cuadros Generales

- Cuadro de Protección y Medida (CPM):

Cuadro de Protección y Medida (CPM)	Fase	Potencia (W)
Cuadro General Alumbrado (CGA)	R, S, T	60.185
Línea Alumbrado de Emergencia (LAE)	R, S, T	860
Cuadro General Fuerza (CGF)	R, S, T	59.767

Tabla 3.6.6.1.1 – Cuadro de Protección y Medida.

- Cuadro General Alumbrado (CGA):

Cuadro General Alumbrado (CGA)	Fase	Potencia (W)
Cuadro Secundario de Alumbrado 1 (CSA1)	R, S, T	1.129
Cuadro Secundario de Alumbrado 2 (CSA2)	R, S, T	2.653
Cuadro Secundario de Alumbrado 3 (CSA3)	R, S, T	2.908
Cuadro Secundario de Alumbrado 4 (CSA4)	R, S, T	10.295
Cuadro Secundario de Alumbrado 5 (CSA5)	R, S, T	43.200

Tabla 3.6.6.1.2 – Cuadro General de Alumbrado de la Instalación.

- Cuadro General de Fuerza (CGF):

Cuadro General Fuerza(CGF)	Fase	Potencia (W)
Cuadro Secundario de Fuerza 1 (CSF1)	R, S, T	13.983
Cuadro Secundario de Fuerza 2 (CSF2)	R, S, T	15.170
Cuadro Secundario de Fuerza 3 (CSF3)	R, S, T	22.422
Cuadro Secundario de Fuerza 4 (CSF4)	R, S, T	8.192

Tabla 3.6.6.1.3 – Cuadro General de Fuerza de la Instalación

3.6.6.2 Cargas de Cuadros Secundarios

- Cuadros Secundarios de Alumbrado (CSA):

CSA1	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Cuarto Contadores	LA 1-1	R	1	1	1	90
Cuarto Limpieza	LA 1-2	S	1	1	1	30
Oficina	LA 1-3	S	1	1	1	416
Pasillo Principal	LA 1-4	T	1	1	1	468
Recepción	LA 1-5	S	1	1	1	125

Tabla 3.6.6.2.1 – Cuadro Secundario de Alumbrado 1 (Alumbrado PS).

CSA2	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Almacén	LA 2-1	R	1	1	1	150
Baño Fem. Cafetería	LA 2-2	R	1	1	1	192
Baño Mas. Cafetería	LA 2-3	T	1	1	1	192
Cafetería (R)	LA 2-4	R	1	1	1	357
Cafetería (S)	LA 2-5	S	1	1	1	357
Cafetería (T)	LA 2-6	T	1	1	1	357
Cocina	LA 2-7	T	1	1	1	944
Cuarto de Basuras	LA 2-8	R	1	1	1	104

Tabla 3.6.6.2.2 – Cuadro Secundario de Alumbrado 2 (Alumbrado Cafetería).

CSA3	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Almacén Mat. Deportivo	LA 3-1	T	1	1	1	75
Escaleras	LA 3-2	T	1	1	1	105
Gimnasio (R)	LA 3-3	R	1	1	1	200
Gimnasio (S)	LA 3-4	S	1	1	1	200
Gimnasio (T)	LA 3-5	T	1	1	1	200
Pasillo Inferior	LA 3-6	S	1	1	1	200
Vestuario Fem. Interior	LA 3-7	S	1	1	1	480
Vestuario Mas. Interior	LA 3-8	R	1	1	1	480
Zona Baile	LA 3-9	S	1	1	1	200
Zona Spa (R)	LA 3-10	R	1	1	1	256
Zona Spa (S)	LA 3-11	S	1	1	1	256
Zona Spa (T)	LA 3-12	T	1	1	1	256

Tabla 3.6.6.2.3 – Cuadro Secundario de Alumbrado 3 (Alumbrado PB).

CSA4	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Cuarto de Instalaciones	LA 4-1	R	1	1	1	150
Enfermería	LA 4-2	R	1	1	1	225
Grupo Electrónico	LA 4-3	T	1	1	1	150
Pasillo Vest. Exteriores	LA 4-4	R	1	1	1	50
Pistas de Pádel (R ₁)	LA 4-5	R	1	1	1	1.460
Pistas de Pádel (R ₂)	LA 4-6	R	1	1	1	1.460
Pistas de Pádel (S ₁)	LA 4-7	S	1	1	1	1.460
Pistas de Pádel (S ₂)	LA 4-8	S	1	1	1	1.460
Pistas de Pádel (T ₁)	LA 4-9	T	1	1	1	1.460
Pistas de Pádel (T ₂)	LA 4-10	T	1	1	1	1.460
Vestuario Fem. Exterior	LA 4-11	S	1	1	1	480
Vestuario Mas. Exterior	LA 4-12	R	1	1	1	480

Tabla 3.6.6.2.4 – Cuadro Secundario de Alumbrado 4 (Alumbrado Instalaciones Exteriores).

CSA5	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Pistas de Tenis (R ₁)	LA 5-1	R	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (R ₂)	LA 5-2	R	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (R ₃)	LA 5-3	R	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (R ₄)	LA 5-4	R	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (S ₁)	LA 5-5	S	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (S ₂)	LA 5-6	S	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (S ₃)	LA 5-7	S	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (S ₄)	LA 5-8	S	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (T ₁)	LA 5-9	T	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (T ₂)	LA 5-10	T	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (T ₃)	LA 5-11	T	0,9	1,8	1	3.600
Pistas de Tenis (T ₄)	LA 5-12	T	0,9	1,8	1	3.600

Tabla 3.6.6.2.5 – Cuadro Secundario de Alumbrado 5 (Alumbrado Pistas de Tenis).

- Cuadros Secundarios de Fuerza (CSF):

CSF1	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Ascensor	LF 1-1	R, S, T	0,85	1,3	1	5.850
Cuarto de Contadores	LF 1-2	R	0,85	1	0,1	626
Cuarto de Limpieza	LF 1-3	S	0,85	1	0,1	626
Oficina	LF 1-4	S	0,85	1	0,2	3.128
Pasillo Principal	LF 1-5	T	0,85	1	0,1	1.251
Recepción	LF 1-6	S	0,85	1	0,2	2.502

Tabla 3.6.6.2.6 – Cuadro Secundario de Fuerza 1 (Fuerza PS).

CSF2	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Almacén	LF 2-1	R	0,85	1	0,2	1.877
Baño Fem. Cafetería	LF 2-2	R	0,85	1	0,1	1.251
Baño Mas. Cafetería	LF 2-3	T	0,85	1	0,1	1.251
Cafetería (Circuito 1)	LF 2-4	R	0,85	1	0,1	1.564
Cafetería (Circuito 2)	LF 2-5	T	0,85	1	0,1	1.251
Cocina (Circuito 1)	LF 2-6	T	0,85	1	0,2	3.128
Cocina (Circuito 2)	LF 2-7	T	0,85	1	0,4	3.910
Cuarto de Basuras	LF 2-8	R	0,85	1	0,1	938

Tabla 3.6.6.2.7 – Cuadro Secundario de Fuerza 2 (Fuerza Cafetería).

CSF3	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Bombas Hidromasaje	LF 3-1	R, S, T	0,85	1,25	1	7.500
Bomba Piscinas	LF 3-2	R, S, T	0,85	1	1	1.000
Almacén Mat. Deportivo	LF 3-3	T	0,85	1	0,1	938
Escaleras	LF 3-4	T	0,85	1	0,1	626
Gimnasio (Circuito 1)	LF 3-5	R	0,85	1	0,2	3.128
Gimnasio (Circuito 2)	LF 3-6	S	0,85	1	0,2	3.128
Pasillo Inferior	LF 3-7	S	0,85	1	0,1	1.564
Vestuario Fem. Interior	LF 3-8	S	0,85	1	0,1	1.251
Vestuario Mas. Interior	LF 3-9	R	0,85	1	0,1	1.251
Zona Baile	LF 3-10	S	0,85	1	0,1	938
Zona Spa	LF 3-11	T	0,85	1	0,1	1.098

Tabla 3.6.6.2.8 – Cuadro Secundario de Fuerza 3 (Fuerza PB).

CSF4	Línea	Fase	FDP	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (k _s)	Potencia (W)
Bomba Pluviales	LF 4-1	R, S, T	0,85	1,25	1	1.250
Bomba Rec. ACS	LF 4-2	R, S, T	0,85	1	1	1.000
Cuarto de Instalaciones	LF 4-3	R	0,85	1	0,1	938
Enfermería	LF 4-4	R	0,85	1	0,1	938
Grupo Electrógeno	LF 4-5	T	0,85	1	0,1	938
Pasillo Vest. Exteriores	LF 4-6	R	0,85	1	0,1	626
Vestuario Fem. Exterior	LF 4-7	S	0,85	1	0,1	1.251
Vestuario Mas. Exterior	LF 4-8	R	0,85	1	0,1	1.251

Tabla 3.6.6.2.9 – Cuadro Secundario de Fuerza 4 (Fuerza Instalaciones Exteriores).

3.6.7 CARACTERÍSTICAS DE LOS CUADROS ELÉCTRICOS

Los cuadros eléctricos cumplirán con lo establecido en la ITC-BT-17.

- Situación:

Los dispositivos generales de mando y protección se situarán lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local, y lo más próximos posible a la puerta de acceso. La altura mínima a la cual se situarán los dispositivos generales de mando y protección de los circuitos, medida desde el nivel del suelo, será de 1 metro.

- Composición y características de los cuadros:

Los dispositivos generales de mando y protección, cuya posición de servicio será vertical, se ubicarán en el interior de los cuadros de distribución, de donde partirán los circuitos interiores. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las normas UNE-20451 y UNE EN-60439-3 con un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 500102.

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

- Un interruptor general automático de corte unipolar, que permita su accionamiento manual y que esté dotado de elementos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Un interruptor diferencial general, destinado a la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos.
- Dispositivos de corte unipolar, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores del local.
- Dispositivo de protección contra sobretensiones, según ITC-BT-23 si fuese necesario.

En nuestro caso, al ser la línea de distribución de la compañía suministradora se dispondrá de una protección contra sobretensiones transitorias.

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.

Según la tarifa a aplicar, el cuadro deberá prever la instalación de los mecanismos de control necesarios por exigencia de la aplicación de esa tarifa.

Los cuadros de protección estarán ubicados según se refleja en los planos de la documentación gráfica.

Cerca de cada uno de los interruptores se colocará una placa indicativa del circuito al que pertenecen. Los cuadros a montar serán los que a continuación se especifican con la siguiente aparamenta de mando y protección.

3.6.8 CUADROS GENERALES

3.6.8.1 Cuadro de Protección y Medida

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 400 A y poder de corte de 45 kA.
- 1 interruptor en caja moldeada de distribución de corte tetrapolar con un calibre de 4 x 125 A con bloque Vigi de sensibilidad 300 mA.
- 2 interruptores en caja moldeada de distribución de corte tetrapolar con un calibre de 4 x 100 A.
- 1 interruptor en caja moldeada de distribución de corte tetrapolar con un calibre de 4 x 80 A.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 50 A.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 40 A.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 10 A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de sensibilidad 300 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 100 A.
- 1 interruptor diferencial (ID) de sensibilidad 300 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 80 A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de sensibilidad 300 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 63 A.
- 1 interruptor en caja moldeada de distribución de corte tetrapolar con un calibre de 4 x 25 A.

3.6.8.2 Cuadro General de Alumbrado

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 100 A y poder de corte de 25 kA.
- 1 interruptor en caja moldeada de distribución de corte tetrapolar con un calibre de 4 x 80 A.
- 4 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 16 A.
- 1 interruptor diferencial (ID) de sensibilidad 300 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 80 A.
- 4 interruptor diferencial (ID) de sensibilidad 300 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 25 A.

3.6.8.3 Cuadro General de Fuerza

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma F de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 125 A y poder de corte de 36 kA.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 40 A.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 32 A.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 25 A.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 20 A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de sensibilidad 300 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 40 A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de sensibilidad 300 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 25 A.

3.6.9 CUADROS SECUNDARIOS

3.6.9.1 Cuadros de Alumbrado

3.6.9.1.1 Cuadro Secundario de Alumbrado 1

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 16 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 5 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 10 A.
- 5 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.1.2 Cuadro Secundario de Alumbrado 2

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 16 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 8 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 10 A.
- 8 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.1.3 Cuadro Secundario de Alumbrado 3

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 16 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 12 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 10 A.
- 12 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.1.4 Cuadro Secundario de Alumbrado 4

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 16 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 12 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 10 A.
- 12 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.1.5 Cuadro Secundario de Alumbrado 5

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 80 A y poder de corte de 25 kA.
- 12 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 20 A.
- 12 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.2 Cuadros de Fuerza

3.6.9.2.1 Cuadro Secundario de Fuerza 1

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 25 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 10 A.
- 5 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 16 A.
- 1 interruptor diferencial (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 25 A.
- 5 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.2.2 Cuadro Secundario de Fuerza 2

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 32 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 1 interruptor automático (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 25 A.
- 7 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 16 A.
- 8 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.2.3 Cuadro Secundario de Fuerza 3

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 40 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 16 A.
- 1 interruptor automático de corte tetrapolar con un calibre 4 x 10 A.
- 9 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 16 A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 25 A.
- 9 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.9.2.4 Cuadro Secundario de Fuerza 4

Este cuadro será de la casa Merlin Gerin, serie Pragma D de montaje en superficie, o equivalente, de material auto-extinguible, según norma CEI 69521, con un índice de protección IP 40 e IK 07. En su interior irán alojados los dispositivos de mando y protección. Presenta la siguiente aparamenta:

- 1 interruptor general automático (IGA) de corte tetrapolar, con un calibre de 4 x 40 A y poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.
- 2 interruptores automáticos de corte tetrapolar con un calibre 4 x 10 A.
- 6 interruptores automáticos (PIA) de corte bipolar con un calibre 2 x 16 A.
- 2 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte tetrapolar con un calibre de 4 x 25 A.
- 6 interruptores diferenciales (ID) de alta sensibilidad 30 mA y corte bipolar con un calibre de 2 x 25 A.

3.6.10 LÍNEAS

3.6.10.1 Líneas Generales

3.6.10.1.1 Línea a Cuadro General de Alumbrado

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.

Longitud de la línea: 0,50 m.

Potencia de cálculo: 60.185 W.

Cos φ : 0,98.

Intensidad: 88,64 A.

Caída de tensión: 0,07 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 25 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 100 \text{ A}$.

3.6.10.1.2 Línea General de Alumbrado de Emergencia

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de $0,6/1\text{kV}$, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C .

Tensión de servicio: 400 V .

Nivel de aislamiento: $\text{RV } 0,6/1 \text{ kV}$.

Longitud de la línea: $0,50 \text{ m}$.

Potencia de cálculo: 860 W .

$\text{Cos } \varphi$: 1.

Intensidad: $1,24 \text{ A}$.

Caída de tensión: $0,02 \%$.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 1,5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RVK, Retenax Flex, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 10 \text{ A}$.

3.6.10.1.3 Línea a Cuadro General de Fuerza

Se trata de una línea en montaje bajo tubo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.

Longitud de la línea: 0,50 m.

Potencia de cálculo: 59.770 W.

Cos φ : 0,85.

Intensidad: 101,49 A.

Caída de tensión: 0,05 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección 4 x (1 x 35 mm²) + TT que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 125 A.

3.6.10.2 Líneas de Alumbrado

3.6.10.2.1 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 1

Se trata de una línea en montaje bajo tubo empotrado, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.

Longitud de la línea: 4,25 m.

Potencia de cálculo: 1.129 W.

Cos φ : 1.

Intensidad: 1,63 A.

Caída de tensión: 0,11 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 2.5 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RVK, Retenax Flex, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 16 \text{ A}$.

3.6.10.2.2 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 2

Se trata de una línea en montaje bajo tubo empotrado, con una tensión nominal de aislamiento de $0,6/1 \text{ kV}$, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C .

Tensión de servicio: 400 V .

Nivel de aislamiento: $\text{RV } 0,6/1 \text{ kV}$.

Longitud de la línea: $22,50 \text{ m}$.

Potencia de cálculo: 2.653 W .

$\text{Cos } \varphi$: 1 .

Intensidad: $3,83 \text{ A}$.

Caída de tensión: $0,86 \%$.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 4 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RVK, Retenax Flex, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 16 \text{ A}$.

3.6.10.2.3 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 3

Se trata de una línea en montaje bajo tubo empotrado, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.
Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.
Longitud de la línea: 11,50 m.
Potencia de cálculo: 2.908 W.
Cos φ : 1.
Intensidad: 4,20 A.
Caída de tensión: 0,78 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección 4 x (1 x 2,50 mm²) + TT que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RVK, Retenax Flex, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 16 A.

3.6.10.2.4 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 4

Se trata de una línea en montaje subterráneo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 20°C.

Tensión de servicio: 400 V.
Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.
Longitud de la línea: 29,75 m.
Potencia de cálculo: 10.295 W.
Cos φ : 1.
Intensidad: 14,86 A.
Caída de tensión: 0,80 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 35 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S), del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 16 \text{ A}$.

3.6.10.2.5 Línea a Cuadro Secundario de Alumbrado 5

Se trata de una línea en montaje subterráneo, con una tensión nominal de aislamiento de $0,6/1 \text{ kV}$, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 20°C .

Tensión de servicio: 400 V .

Nivel de aislamiento: $\text{RV } 0,6/1 \text{ kV}$.

Longitud de la línea: $29,75 \text{ m}$.

Potencia de cálculo: 43.200 W .

$\text{Cos } \varphi$: $0,90$.

Intensidad: $69,28 \text{ A}$.

Caída de tensión: $0,98 \%$.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 120 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S), del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 16 \text{ A}$.

3.6.10.3 Líneas de Alumbrado de Fuerza

3.6.10.3.1 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 1

Se trata de una línea en montaje bajo tubo empotrado, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.

Longitud de la línea: 4,25 m.

Potencia de cálculo: 13.983 W.

Cos φ : 0,85.

Intensidad: 23,74 A.

Caída de tensión: 1,38 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección 4 x (1 x 10 mm²) + TT que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 25 A.

3.6.10.3.2 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 2

Se trata de una línea en montaje bajo tubo empotrado, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C.

Tensión de servicio: 400 V.

Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.

Longitud de la línea: 22,50 m.

Potencia de cálculo: 15.170 W.

Cos φ : 0,85.

Intensidad: 25,76 A.

Caída de tensión: 1,98 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 10 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 32 \text{ A}$.

3.6.10.3.3 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 3

Se trata de una línea en montaje bajo tubo empotrado, con una tensión nominal de aislamiento de $0,6/1 \text{ kV}$, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 40°C .

Tensión de servicio: 400 V .

Nivel de aislamiento: $\text{RV } 0,6/1 \text{ kV}$.

Longitud de la línea: $11,50 \text{ m}$.

Potencia de cálculo: 22.422 W .

$\text{Cos } \varphi$: $0,85$.

Intensidad: $38,07 \text{ A}$.

Caída de tensión: $1,49 \%$.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 10 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 40 \text{ A}$.

3.6.10.3.4 Línea a Cuadro Secundario de Fuerza 4

Se trata de una línea en montaje subterráneo, con una tensión nominal de aislamiento de 0,6/1kV, por lo que la intensidad máxima admisible vendrá dada por la tabla de la Norma UNE EN 20.460-5-523, según la ITC BT-19. Consideraremos una temperatura ambiente de 20°C.

Tensión de servicio: 400 V.
Nivel de aislamiento: RV 0,6/1 kV.
Longitud de la línea: 31,25 m.
Potencia de cálculo: 8.192 W.
Cos φ : 0,85.
Intensidad: 13,91 A.
Caída de tensión: 1,46 %.

Elegimos una terna de cables unipolares de sección 4 x (1 x 16 mm²) + TT que irán instalados bajo tubo. El conductor será tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S), del fabricante Pirelli o equivalentes. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 20 A.

3.6.11 CONDUCTORES Y TUBOS DE PROTECCIÓN

Los conductores a instalar aguas abajo de los cuadros secundarios serán conductores unipolares que según su uso serán Afumex Easy RZ1K, Retenax Flex RVK o AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) o equivalente, de aislamiento en XLPE del fabricante Pirelli.

Estos conductores serán fácilmente identificables según los siguientes colores:

- Color negro, marrón y gris para los conductores de fase.
- Color azul claro para conductores de neutro.
- Color amarillo-verde para conductores de protección.

Los conductores de protección serán de cobre, con el mismo aislamiento que los conductores activos y se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. La relación entre las secciones de los conductores de protección y fase se especifican en la ITC BT 18 del REBT que mostramos a continuación:

Sección Conductores de Fase (mm ²)	Sección Mínima Conductor de Protección (mm ²)
Hasta 16	$S_P = S$
De 16 a 35	$S_P = 16$
Superiores a 35	$S_P = S/2$

Tabla 3.6.11.1 – Dimensionamiento conductores de protección.

Teniendo en cuenta que se aplicará lo indicado en la norma UNE 20.460-5-54 en su apartado 543. En el caso objeto de este proyecto, dicha tabla no será de aplicación, ya que para poder aplicarla sería necesario realizar un estudio de los armónicos. Según esto se tomará como sección de los conductores de protección la misma que la de los conductores activos, independientemente de la sección de estos. Las intensidades máximas admisibles en los conductores serán las indicadas en la ITC BT-19 y el nivel de aislamiento no será inferior a 0,6/1 KV; además se tomarán 40° C de temperatura ambiente, para una mayor seguridad de manera que los valores serán los directamente leídos en las tablas.

Así mismo se ha de tener en cuenta que la caída de tensión máxima admisible será de 4,5% para alumbrado y 6,5 % para los demás usos, desde el origen de la instalación según la instrucción ITC-BT-19. En el apartado de cálculos se puede ver con detalle el cálculo de la sección de dichos conductores.

La instalación de los conductores se realizará en general bajo tubo flexible corrugado. Estos tubos son dimensionados a partir de la ITC-BT 21, cuyas tablas hacen referencia al diámetro del tubo según la sección y el número de conductores que se alojen en su interior. El cumplimiento de las características indicadas en las tablas de Características mínimas para tubos en canalizaciones ordinarias (en obra de fábrica, huecos de la construcción y canales protectoras de obra) de la ITC BT 21 se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE EN 50086-2-3:1995. Los conductores deberán tenderse en el interior de estos por sí o con ayuda de guías. Los empalmes se realizarán en el interior de las cajas de derivación apropiadas, de tipo estanco, nunca en el interior de los tubos, utilizando bornes o piezas de conexión, y en ningún caso se usará el empalme directo por retorcimiento de los conductores.

3.6.12 PROTECCIONES

3.6.12.1 Protecciones frente a sobreintensidades

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción del circuito se realizará en un tiempo conveniente, o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Todos los conductores que formen parte de un circuito, incluyendo el neutro, estarán protegidos contra los defectos de las sobreintensidades. Los dispositivos de protección se situarán en el origen de los circuitos.

Se dispondrán interruptores automáticos magneto-térmicos cuya intensidad nominal será, como máximo, igual al valor de la intensidad máxima admisible de servicio del conductor protegido, según ITC BT-22 y de un poder de corte que estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Los aspectos requeridos para los dispositivos de protección se recogen en la norma UNE 20460-4-43. Teniendo así mismo que la norma UNE 20460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20460-4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuitos, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión, resumiendo los diferentes casos en la ITC BT-22.

- Protección contra sobrecargas:

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas quedando estos especificados en los esquemas unifilares de la documentación gráfica.

- Protección contra cortocircuitos:

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión.

Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

La norma UNE 20.460-4-43 recoge en su articulado todos los aspectos requeridos para todos los dispositivos de protección en sus apartados:

- 432 – Naturaleza de los dispositivos de protección.
- 433 – Protección contra las corrientes de sobrecarga.
- 434 – Protección contra las corrientes de cortocircuito.
- 435 – Coordinación ente la protección contra las sobrecargas y la protección contra los cortocircuitos.
- 436 – Limitación de las sobreintensidades por las características de alimentación.

La Norma UNE 20.460-4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la Norma UNE 20.460-4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada uno de su emplazamiento u omisión.

3.6.12.2 Protecciones frente a sobretensiones

El nivel de sobretensión que puede aparecer en la red es función de los siguientes factores:

- Nivel isoceráunico estimado.
- Tipo de acometida aérea o subterránea.
- Proximidad del transformador de MT/BT, etc.

La incidencia que la sobretensión puede tener en la seguridad de las personas, instalaciones y equipos, así como su repercusión en la continuidad del servicio es función de:

- La coordinación del aislamiento de los equipos.
- Las características de los dispositivos de protección contra sobretensiones, su instalación y su ubicación.
- La existencia de una adecuada red de tierras.

La categoría de las sobretensiones que puedan aparecer en la instalación viene determinada por el nivel de tensión soportada en kV, según la tensión nominal de la instalación. La presente instalación puede considerarse dentro de la categoría III, según la ITC BT-23 del REBT. Dicha categoría se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiera un alto nivel de fiabilidad, por ejemplo: armarios de distribución, embarrados, aparataje (interruptores, seccionadores, tomas de corriente...), canalizaciones y sus accesorios (cables, caja de derivación...), motores con conexión eléctrica fija, etc.

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

También se considera la situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (por ejemplo, continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Tensión Nominal Instalación		Tensión Soportada a Impulsos 1,2/50 (kV)			
S.Trifásicos	S.Monofásicos	Categoría IV	Categoría III	Categoría II	Categoría I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	-	8	6	4	2,5
1000	-				

Tabla 3.6.12.2.1 – Tensión Soportada a Impulsos.

Lo que significa que los elementos de protección a una tensión 230/400 V deberán soportar tensiones de 4 kV a impulso 1,2/50, por lo que para tener una situación controlada se deberán instalar en redes TT o IT, descargadores entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de instalación.

3.6.12.3 Protecciones frente a contactos directos

La instalación se protegerá contra contactos directos mediante envolventes adecuadas que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Si las envolventes son metálicas, serán consideradas como masas y se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos. De acuerdo con la ITC BT-24, se protege contra toda clase de contactos directos, utilizándose según los casos, alguna de las medidas siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos por corriente diferencial residual.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la norma UNE 20460-4-4, mencionados anteriormente.

3.6.12.4 Protecciones frente a contactos indirectos

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación, utilizado de entre los descritos en la ITC BT-08, y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20.572-1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la ITC BT-09.

Los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC BT-08 y que la norma UNE 20.460-4-41 define cada caso y en particular el que nos ocupa:

- Esquemas TT. Características y prescripciones de los dispositivos de protección:

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. Si varios dispositivos de protección van montados en serie, se aplica por separado a las masas protegidas por cada dispositivo.

Para garantizar una perfecta protección contra contactos indirectos, todas las masas se conectarán a tierra y además, se instalarán en el CPM y cuadros secundarios los siguientes interruptores diferenciales:

- Circuitos de Alumbrado: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.
- Circuitos de Fuerza: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.
- Cuadros Generales: Interruptores diferenciales de 300mA de sensibilidad.

3.6.13 INSTALACIÓN DE FUERZA

3.6.13.1 Maquinaria

Según el REBT ITC BT-47, los motores cuya potencia sea superior a 0,75 kW, llevarán mecanismos de arranque y protección que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal correspondiente a su plena carga, sea superior a los valores máximos indicados en dicha norma.

En nuestro proyecto solo supera los 3 kW el motor del ascensor, la bomba eléctrica y jockey de contraincendios (no incluidas en previsión de cargas) por tanto este dispondrá de un sistema de arranque estrella-triangulo o un arrancador electrónico, lo que reducirá considerablemente la intensidad necesaria para el arranque.

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.

3.6.13.2 Bases de Enchufe

En nuestro proyecto no dispondremos de bases de enchufe combinadas, pero si dispondremos de 99 bases de enchufe monofásicas de 16 A y 2 tomas monofásicas de 25 A para la alimentación de los locales.

3.6.14 DEFINICIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

En la ITC BT-18 nos dice que 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 denominación “puesta a tierra” comprende toda ligazón metálica directa sin fusibles ni protección alguna, de sección suficiente entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno, no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o las de descargas 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, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- 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 queden aseguradas con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

3.6.14.1 Puesta a Tierra

Para conocer todos los elementos de una buena puesta a tierra y su función dentro del contexto se divide en ocho grandes grupos, que, de abajo a arriba, en sentido contrario a como circularía una corriente de defecto, son:

- Terreno.
- Tomas de tierra.
- Electroodos.
- Líneas de enlace con tierra.
- Puntos de puesta a tierra.
- Línea principal de tierra.
- Derivaciones de la línea principal de tierra.
- Conductores de protección.

3.6.14.2 Terreno

Analizando el objeto y la definición de puesta a tierra anteriormente mencionada, se puede observar que los elementos más importantes que garantizan una buena puesta a tierra son las ligazones metálicas directas entre determinadas partes de una instalación, el electrodo o electrodos en contacto permanente con el terreno y una buena resistividad del terreno.

Para conocer el comportamiento del terreno tendremos que estudiarlo desde el punto de vista eléctrico, como elemento encargado de disipar las corrientes de defecto que lleguen a través de los electrodos, es decir, debemos conocer su resistividad.

La resistividad del terreno se mide en Ωm y se representa por la letra ρ . La resistividad del terreno depende de la naturaleza, estratigrafía (capas de distinta composición), contenido de humedad, salinidad, temperatura, variaciones estacionales, factores de naturaleza eléctrica y compactación. Hay que medir la resistencia de puesta a tierra de una instalación, y por lo tanto el valor de la resistividad del terreno, antes de dar el visto bueno a la instalación, pero también hay que comprobarla periódicamente en la época más desfavorable.

Si conocemos el valor de la resistividad del terreno con anterioridad a instalar o decidir el tipo de electrodo que vamos a utilizar, tendremos la ventaja de elegir el sistema que técnico-económicamente pueda ser más rentable.

Existen varios modelos para calcular la resistividad del terreno de los que destacamos los siguientes:

- Método de Wenner.
- Sistema simétrico.

En cualquiera de los dos métodos, el material necesario para hacer las mediciones es el siguiente:

- Instrumento de medida de resistividades de cuatro bornes.
- Cuatro picas para utilizarlas de electrodos.
- Cuatro cables aislados para conectar las picas a los bornes del aparato de medida, de una sección mínima de $1,5 \text{ mm}^2$.

La longitud de los cables es variable dependiendo de la profundidad a la que se quiera medir la resistividad. Los cables deberán ir colocados sobre bobinas montadas en ejes deslizantes para facilitar la extensión y recogida de los cables. Además los cuatro cables deberán ser de colores diferentes para facilitar la operación de medida.

El valor que se obtiene al medir la resistividad de un terreno es una resistividad media o resistividad aparente, pero es el valor que nosotros necesitamos conocer del terreno, y dependerá de la resistividad de los diferentes estratos y del espesor de cada uno de ellos.

Las picas auxiliares no es necesario que sean muy largas, pues con introducirlas en el terreno 30 cm es suficiente para obtener unas medidas fiables.

3.6.14.3 Tomas de Tierra

Se define como el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Para las tomas de tierra se pueden usar electrodos formados por:

- Barras o tubos.
- Pletinas o conductores desnudos.
- Placas.
- Anillos o mallas metálicas constituidas 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 usados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21022.

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 y otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación.

Las canalizaciones metálicas de otros servicios (agua, líquidos o gases inflamables, calefacción central, etc.) no deben ser utilizadas como tomas de tierra por razones de seguridad.

Las envolventes de plomo y otras envolventes de cables que no sean susceptibles de deterioro debido a una corrosión excesiva, pueden ser usadas como toma de tierra, previa autorización del propietario, tomando las precauciones debidas para que el usuario de la instalación eléctrica sea advertido de los cambios del cable que podría afectar a sus características de puesta a tierra.

3.6.14.4 Conductores de Tierra

La sección de los conductores de tierra tiene que satisfacer las prescripciones de la instrucción ITC BT-18 y, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores de la presente tabla. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Tipo	Protegido Mecánicamente	No Protegido Mecánicamente
Protegido Contra Corrosión	Según 3.4 ITC BT-18	16 mm ² Cobre
		16 mm ² Acero Galvanizado
No Protegido Contra Corrosión	25 mm ² Cobre	
	50 mm ² Hierro	
La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Tabla 3.6.14.4 – Secciones de Conductores de Tierra.

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

3.6.14.5 Conductores de Protección

Se instalarán en el interior del recinto, e irán por la misma canalización que las líneas de distribución. Unirán eléctricamente las masas de la instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la siguiente tabla, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20460-5-54.

Los valores de la siguiente tabla sólo son válidos en el caso de que los conductores de protección hayan sido fabricados del mismo material que los conductores activos; de no ser así, las secciones de los conductores de protección se determinarán de forma que presenten una conductividad equivalente a la que resulta aplicando la tabla siguiente:

Sección Conductores de Fase (mm ²)	Sección Mínima Conductor de Protección (mm ²)
Hasta 16	$S_P = S$
De 16 a 35	$S_P = 16$
Superiores a 35	$S_P = S/2$

Tabla 3.6.14.5.1 – Dimensionamiento conductores de protección

En el caso objeto de este proyecto, dicha tabla no será de aplicación, ya que para poder aplicarla sería necesario realizar un estudio de los armónicos. Según esto se tomará como sección de los conductores de protección la misma que la de los conductores activos, independientemente de la sección de estos.

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

Cuando el conductor de protección sea común a varios circuitos, la sección de ese conductor debe dimensionarse en función de la mayor sección de los conductores de fase.

Como conductores de protección pueden usarse:

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

Los conductores de protección deben estar convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones deben ser accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de relleno o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección, aunque para los ensayos podrán usarse conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección, con excepción de las envolventes montadas en fábrica o canalizaciones prefabricadas.

3.6.14.6 Conductores de Equipotencialidad

Su sección no debe ser menor que la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 2,5 mm² de cobre.

3.6.14.7 Resistencia de Tomas de Tierra

El valor de resistencia a tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto o superiores a:

- 24 V en el local o emplazamiento.
- 50 V en los demás casos.

La resistencia a tierra en nuestra instalación tendrá un valor aproximado de 10Ω.

3.6.14.8 Revisión de Tomas de Tierra

Es obligatoria la comprobación de las tomas de tierra, por el director de la obra o instalador autorizado, en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

3.6.14.9 Instalación de Toma de Tierra

Estará formada por un cable rígido de sección igual o superior a 16 mm² en zanjas de cimentación del edificio, formando un anillo cerrado que afecte a todo el perímetro del edificio.

Además constará de electrodos hincados verticalmente en tierra (picas verticales) en un número adecuado, conectados al anillo por una línea de enlace con tierra. Este punto estará situado fuera del suelo y servirá de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra, entendiendo esta última como la que parte de la puesta a tierra y llega hasta los cuadros de distribución.

3.6.15 FILTRO CONDENSADOR

Se instalará un filtro condensador en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia, la cual será:

Schneider Rectimat 2 50kVAr 400SAH V4 x 12,5
--

Este filtro condensador irá instalado junto al Cuadro de Protección y Medida e irá conectado al mismo mediante una terna de cables unipolares de sección 4 x (1x 16 mm²) +TT que irán instalados bajo tubo. El conductor será Afumex Easy RZ1-K o equivalente, de la marca Pirelli. Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 100 A y un interruptor diferencial de 4 x 100 A con una sensibilidad de 300 mA.

3.6.16 DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

Para el cálculo de las líneas eléctricas de Baja Tensión se tendrá en cuenta la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia de la instalación.

Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones ITC BT-06, ITC BT-07 e ITC BT-19, así como las Normas UNE 20.460-3, UNE 20.460-5-523 y las Normas Particulares para las Instalaciones de Enlace de la Compañía Suministradora.

A continuación se comprueba que las secciones de los conductores seleccionados cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la ITC-BT-19 y que aparecen reflejadas en el cuadro siguiente:

	Alimentación CPM (Único Usuario)		Alimentación en CGP	
	Alumbrado	Fuerza	Alumbrado	Fuerza
LGA (ITC BT 14)	-		0,5%	
D. Individual (ITC BT 15)	1,5%		1%	
Instalación Interior	3%	5%	3%	5%
Total Caída Tensión	4,5%	6,5%	4,5%	6,5%

Tabla 3.6.16.1 – Caídas de Tensión Máximas.

3.6.16.1 Previsión de Cargas

Las previsiones de cargas serán representadas por medio de unas tablas de cálculo situadas al final del anexo, en el apartado de cálculos.

3.6.16.2 Cálculo de líneas y tubos por criterio de Intensidad Máxima

La tabla de las líneas ha sido realizada mediante una hoja de cálculo de Excel adjunta al final del anexo.

Para el cálculo de la sección en las líneas se ha tenido en cuenta, en principio, la potencia demandada por los receptores a los que suministra la energía eléctrica cada una de ellas, la tensión de alimentación y el factor de potencia. Una vez calculada la intensidad recorrida en cada línea, se ha seleccionado la sección de cada conductor, teniendo en cuenta la intensidad máxima admisible de acuerdo con las instrucciones de la ITC BT-19 e ITC BT-07 según los casos.

- Para el cálculo de intensidades se usarán las siguientes fórmulas:
 - Para sistemas monofásicos:

$$I_P = \frac{P}{U_F \cos \varphi} \quad (3.6.16.2.1)$$

- Para sistemas trifásicos:

$$I_P = \frac{P}{\sqrt{3} U_L \cos \varphi} \quad (3.6.16.2.2)$$

Siendo:

- I_P = intensidad en la línea en A.
- P = potencia absorbida en W.
- U_F = tensión fase-neutro en V.
- U_L = tensión de la línea en V.
- $\cos \varphi$ = factor de potencia del receptor.

De acuerdo con la instrucción ITC BT-47 los conductores que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no menor al 125% de la intensidad a plena carga del motor en cuestión, y si alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor 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. En el caso de motores de ascensores se computará la intensidad nominal a plena carga multiplicada por el coeficiente 1,3. Según la instrucción ITC BT-44, los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas, siendo la carga mínima prevista en VA, 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. En el caso de lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

Según la instrucción ITC BT-21, los tubos deberán tener un diámetro tal que permita un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

3.6.16.3 Cálculo de líneas por Caída de Tensión Máxima Admisible

A continuación se calculará, como comprobación, que las secciones de los conductores seleccionadas, cumplen con las caídas de tensión máximas admisibles indicadas en la Instrucción ITC BT-19, en donde dice: “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 4,5% de la tensión nominal para alumbrado y del 6,5% para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.”

Para calcular esta caída de tensión se utilizarán las siguientes fórmulas:

- En sistemas monofásicos:

$$e = \frac{2 \times P \times L}{\sigma \times S \times U_F} \quad (3.6.16.3.1)$$

- En sistemas trifásicos:

$$e = \frac{P \times L}{\sigma \times S \times U_L} \quad (3.6.16.3.2)$$

Siendo:

- e = caída de tensión en la línea en V.
- P = potencia absorbida en W.
- l = longitud de la línea en m.
- S = sección del conductor en mm².
- U_F = tensión fase-neutro en V.
- U_L = tensión de la línea en V.

Estas fórmulas serían para Corriente Continua, las siguientes se emplearán en Corriente Alterna.

No obstante y de forma aproximada para instalaciones de enlace e instalaciones interiores en baja tensión es factible suponer un incremento de resistencia inferior al 2% en alterna respecto del valor en continua. ($c \cong 1,02$).

- En tramos monofásicos:

$$\Delta U = \frac{2 \times R_{CA(TC')} \times P}{U_F} \quad (3.6.16.3.3)$$

- En tramos trifásicos:

$$\Delta U = \frac{R_{CA(TC')} \times P}{U_L} \quad (3.6.16.3.4)$$

Siendo:

- ΔU = caída de tensión en la línea en V.
- P = potencia absorbida por el receptor en W.
- U_F = tensión fase-neutro en V.
- U_L = tensión de la línea en V.
- $R_{CA(TC')}$ = resistencia de la línea a la temperatura Tc' en °C.

$R_{CA(TC')}$ viene determinada por la siguiente ecuación:

$$R_{CA(TC')} = R_{CC(20^\circ)} \times (1 + \alpha(Tc' - 20)) \quad (3.6.16.3.5)$$

Siendo:

- $R_{CC(20^\circ)}$ = resistencia en corriente continua a temperatura de 20°C en Ω .
- Tc' = temperatura del conductor en °C.
- α = coeficiente de temperatura a 20 °C para cables de cobre. Se considera 0,00393.

- $R_{CC(20^\circ)}$ = viene dada por la expresión:

$$R_{CC(20)} = \frac{L}{\sigma \times S} \quad (3.6.16.3.6)$$

Siendo:

- L = longitud de la línea en m.
- S = sección del conductor en mm².
- σ = coeficiente de conductividad en $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$. Para Cu = 44 y para Al = 28, (valores a 20° por ser los más restrictivos), varía según la temperatura del conductor, normalmente se suelen utilizar los de funcionamiento a 90° (XLPE) y 70° (PVC).

Para el cálculo de la caída de tensión, se tomará la ρ más desfavorable, dado que ésta varía en función de la temperatura.

Si se trata de aislamiento XLPE, se calculará la ρ para la temperatura de 90°C que es la máxima que puede aguantar el conductor; en el caso de PVC la temperatura más crítica será de 70°C.

La temperatura T_c' se despeja de la fórmula siguiente:

$$\frac{T_C - T_A}{T_C' - T_A'} = \frac{R_{CA(TC)} \times I^2}{R_{CA(TC')} \times I'^2} \quad (3.6.16.3.7)$$

Los valores de $R_{CA(TC)}$ y $R_{CA(TC')}$ se ponen en función de T_C y T_C' . Siendo:

- T_C = temperatura máxima del conductor, 70°C para cables con aislamiento de PVC y 90°C con aislamiento en XLPE o EPR.
- T_A = temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I. Se considera 40 °C.
- T_A' = temperatura ambiente en la canalización circulando por el conductor una intensidad I'. Se considera 40°C.
- I = intensidad máxima del cable según la norma UNE 20.460-5-523.
- I' = intensidad de corriente calculada según las fórmulas.

Una vez obtenida la temperatura T_c' , se sustituye en la ecuación y se obtienen la Resistencia en corriente alterna a la temperatura T_c' .

3.6.16.4 Cálculo de líneas por Energía Pasante.

También comprobamos que las secciones cumplen el criterio de tiempo de corte usando la fórmula siguiente:

$$I^2 \times t = (K \times S)^2 \quad (3.6.16.4.1)$$

Siendo:

- I = intensidad de cortocircuito en A.
- T = tiempo de duración del cortocircuito en s. Consideramos $t=0,1$ s.
K = 115 para el PVC, 135 para el XLPE o EPR.
- S = sección en mm^2 .

3.6.17 CÁLCULOS DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

3.6.17.1 Cálculo de Cortocircuito en CBT y CPM

La corriente de cortocircuito de Baja Tensión vendrá dada por la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} Z} \quad (3.6.17.1.1)$$

Siendo:

- I_{cc} = intensidad de cortocircuito en A.
- U = tensión de servicio de la red en V.
- Z = impedancia total en el punto de cortocircuito en Ω .

La potencia de cortocircuito de la red es de 500 MVA para la compañía Gas Natural Fenosa, y la tensión nominal en el primario del transformador es de 20 kV, por lo tanto:

$$Z_Q = C \frac{U_N^2}{S_{CC}} \quad (3.6.17.1.2)$$

$$X_Q = 0,995Z_Q \quad (3.6.17.1.3)$$

$$R_Q = 0,1X_Q \quad (3.6.17.1.4)$$

Obteniendo los siguientes resultados:

$$Z_Q = 1,1 \frac{20.000^2}{500 \times 100^6} = 0,88 \Omega.$$

$$X_Q = 0,995 \times Z_Q = 0,995 \times 0,88 = 0,8756 \Omega.$$

$$R_Q = 0,1 \times X_Q = 0,1 \times 0,8756 = 0,08756 \Omega.$$

Como la relación de transformación es $m = \frac{20.000}{400} = 50$, entonces la impedancia de la línea en Baja Tensión se obtendrá de la siguiente manera:

$$R_{QBT} = \frac{R_Q}{m^2} \quad (3.6.17.1.5)$$

$$X_{QBT} = \frac{X_Q}{m^2} \quad (3.6.17.1.6)$$

Obteniendo los siguientes resultados:

$$R_{QBT} = \frac{0,08756}{50^2} = 0,035 \text{ m}\Omega.$$

$$X_{QBT} = \frac{0,8756}{50^2} = 0,35 \text{ m}\Omega.$$

La primera impedancia que se calcula es la impedancia de la red de Media Tensión, ya ha sido calculada en el anexo de Línea de Media Tensión. Los valores en AT de la impedancia de red son de:

$$R = 0,403 \Omega \text{ (AT)} \rightarrow R = \frac{0,403}{50^2} = 0,16 \text{ m}\Omega \text{ (BT)}.$$

$$X = 0,125 \Omega \text{ (AT)} \rightarrow X = \frac{0,125}{50^2} = 0,05 \text{ m}\Omega \text{ (BT)}.$$

Ahora que tenemos los valores para Baja Tensión para poder calcular las corrientes de cortocircuito y así poder dimensionar los Interruptores Automáticos.

Al final nos quedará una impedancia total de red dividida en:

$$R_{RED} = R + R_Q \quad (3.6.17.1.7)$$

$$X_{RED} = X + X_Q \quad (3.6.17.1.8)$$

Siendo sus valores:

$$R_{RED} = 0,16 + 0,035 = 0,196 \text{ m}\Omega.$$

$$X_{RED} = 0,05 + 0,35 = 0,40 \text{ m}\Omega.$$

La segunda impedancia que tenemos que calcular es la del transformador, que se calculará en el lado de Baja Tensión. Tenemos como dato que $\epsilon R_{CC} = 1\%$ y $U_{CC} = 6\%$, entonces:

$$Z_{CC} = \frac{U^2 \times U_{CC}}{S} \quad (3.6.17.1.9)$$

$$R_{CC} = \frac{U^2 \times \epsilon R_{CC}}{S} \quad (3.6.17.1.10)$$

$$X_{CC} = \sqrt{Z_{CC}^2 - R_{CC}^2} \quad (3.6.17.1.11)$$

Siendo:

- U_{CC} = tensión de cortocircuito en %.
- R_{CC} = resistencia de cortocircuito en %.
- X_{CC} = reactancia de cortocircuito en Ω .
- Z_{CC} = impedancia de cortocircuito en Ω .
- U = tensión de línea del secundario del transformador en V.
- S = potencia aparente del transformador en VA.

Siendo sus valores:

$$Z_{CC} = \frac{400^2 \times 0,06}{250.000} = 38,40 \text{ m}\Omega.$$

$$R_{CC} = \frac{400^2 \times 0,01}{250.000} = 6,40 \text{ m}\Omega.$$

$$X_{CC} = \sqrt{38,40^2 - 6,40^2} = 37,86 \text{ m}\Omega.$$

Tras obtener estas impedancias, se calculará el cortocircuito del Interruptor General del Transformador, es decir, que a la salida del transformador se pondrá un Interruptor Automático, así que su poder de corte es:

$$R_{CCIA} = R_{RED} + R_{CC} \quad (3.6.17.1.12)$$

$$X_{CCIA} = X_{RED} + X_{CC} \quad (3.6.17.1.13)$$

$$Z_{CC} = \sqrt{R_{CC}^2 + X_{CC}^2} \quad (3.6.17.1.14)$$

Siendo:

- R_{CC} , X_{CC} = parámetros del transformador en $m\Omega$.
- R_{RED} , X_{RED} = parámetros de la red de MT en $m\Omega$.
- R_{CCIA} , X_{CCIA} = parámetros totales en bornes del transformador en $m\Omega$.
- I_{CC} = intensidad de cortocircuito a la salida del transformador en kA.

Siendo sus valores:

$$R_{CCIA} = R_{RED} + R_{CC} = 0,196 + 6,40 = 6,596 \text{ m}\Omega.$$

$$X_{CCIA} = 0,40 + 37,86 = 38,26 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_{CC} = \sqrt{6,596^2 + 38,26^2} = 38,67 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 38,82} = 5,97 \text{ kA}.$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 400 A con un poder de corte de 45 kA a 400V.

La intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable vendrá dada por la expresión:

$$I_{MÁX} = k\sqrt{2} \times I_{CC} \quad (3.6.17.1.15)$$

De donde el valor de K depende de la relación R / X. Según tablas, Norma UNE 21-239-94 obtendremos:

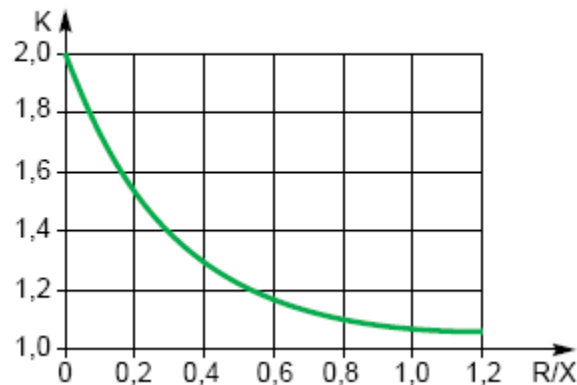


Figura 3.6.17.1.1 – Valor de constante K en función de R/X.

Como en este caso, $R / X = 5,596 / 38,26 = 0,15$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,70$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,70\sqrt{2} \times 5,97 = 14,35 \text{ kA.}$$

La tercera impedancia que tenemos que calcular es la de la acometida, que es la línea que va desde el Centro de Transformación al Cuadro General de Protección y Medida. El transformador tendrá un conductor de salida por fase, de 240 mm^2 . El cable seleccionado para la acometida será del tipo RZ1, Afumex Easy (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,08 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección elegida. Se calculará de la siguiente forma:

$$R_{ACOMETIDA} = \frac{R \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) \times L(\text{km})}{N^\circ \text{Circuitos/fase}} \quad (3.6.17.1.16)$$

$$X_{ACOMETIDA} = \frac{X \left(\frac{\Omega}{\text{km}} \right) \times L(\text{km})}{N^\circ \text{Circuitos/fase}} \quad (3.6.17.1.17)$$

Siendo:

- L= distancia del cuadro general al centro de transformación (20 m).
- S = sección de la línea de acometida (240 mm²).

Obteniendo:

$$R_{ACOMETIDA} = \frac{0,08 \times 0,02}{1} = 1,6 \text{ m}\Omega.$$

$$X_{ACOMETIDA} = \frac{0,1 \times 0,02}{1} = 2 \text{ m}\Omega.$$

Tras obtener estas impedancias, calcularemos las impedancias de la acometida:

$$R_{CCIA ACOM.} = R_{RED} + R_{CC} + R_{ACOMETIDA} \quad (3.6.17.1.16)$$

$$X_{CCIA ACOM.} = X_{RED} + X_{CC} + X_{ACOMETIDA} \quad (3.6.17.1.17)$$

$$Z_{CCIA ACOM.} = \sqrt{R_{CCIA ACOM.}^2 + X_{CCIA ACOM.}^2} \quad (3.6.17.1.18)$$

Obteniendo:

$$R_{CCIA ACOM.} = 5,596 + 1,6 = 7,196 \text{ m}\Omega.$$

$$X_{CCIA ACOM.} = 38,26 + 2 = 40,26 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_{CCIA ACOM.} = \sqrt{7,196^2 + 40,26^2} = 40,90 \text{ m}\Omega.$$

Ahora calcularemos el cortocircuito del Interruptor General de la Acometida, así como su poder de corte:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 40,90} = 5,64 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 400 A con un poder de corte de 45 kA a 400V.

Como en este caso, $R / X = 7,196 / 40,26 = 0,18$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,55$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,55\sqrt{2} \times 5,64 = 12,36 \text{ kA.}$$

3.6.17.2 Corrientes de Cortocircuito en Cuadros Generales

Se seguirá el mismo procedimiento que en el caso anterior sumando en este caso además la impedancia debida a la línea hasta el correspondiente cuadro.

- Cuadro General de Alumbrado:

A las impedancias calculadas en el apartado anterior pertenecientes a la línea de media tensión, al transformador y a la línea de acometida, les sumaremos las impedancias de las líneas que tenemos hasta el punto de cálculo de la intensidad de cortocircuito.

El cable seleccionado para el cuadro general de alumbrado será del tipo RZ1, Afumex Easy (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,78 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L=0,1\Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 0,50 \text{ m.}$

- $S_{LÍNEA} = 25 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,78 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,39 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,196 + 0,39 = 8,09 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,26 + 0,05 = 40,31 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 41,11 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 41,11} = 5,62 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 100 A con un poder de corte de 25 kA.

Como en este caso, $R / X = 8,09 / 40,31 = 0,20$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,50$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,50\sqrt{2} \times 5,62 = 11,92 \text{ kA.}$$

- Cuadro General de Fuerza:

El cable seleccionado para el cuadro general de fuerza será del tipo RZ1, Afumex Easy (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,78 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 0,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 25 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,78 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,39 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,196 + 0,39 = 8,09 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,26 + 0,05 = 40,31 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 41,11 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 41,11} = 5,62 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 125 A con un poder de corte de 36 kA.

Como en este caso, $R / X = 8,09 / 40,31 = 0,20$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,50$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,50\sqrt{2} \times 5,62 = 11,92 \text{ kA.}$$

- Línea Alumbrado de Emergencia:

El cable seleccionado para el cuadro general de alumbrado de emergencia será del tipo RVK, Retenax Flex del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 13,30 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 0,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 1,50 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 13,30 \times 0,50 \times 10^{-3} = 6,65 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,196 + 6,65 = 13,85 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,26 + 0,05 = 40,31 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 42,62 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 42,62} = 5,42 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 10 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 13,85 / 40,31 = 0,34$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,30$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,30\sqrt{2} \times 5,42 = 9,96 \text{ kA.}$$

3.6.17.3 Corrientes de Cortocircuito en Cuadros Secundarios de Alumbrado

- Cuadro Secundario de Alumbrado 1 (CSA 1):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de alumbrado 1 será del tipo RVK, Retenax Flex del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 7,98 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 4,25 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 2,50 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 7,98 \times 4,25 \times 10^{-3} = 33,915 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 4,25 \times 10^{-3} = 0,425 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 33,915 = 42 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 0,425 = 40,735 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 58,50 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 58,50} = 3,95 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 16 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 42 / 40,735 = 1,03$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,10$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,10\sqrt{2} \times 3,95 = 6,14 \text{ kA.}$$

- Cuadro Secundario de Alumbrado 2 (CSA 2):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de alumbrado 2 será del tipo RVK, Retenax Flex del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 4,95 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 22,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 4 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 4,95 \times 22,50 \times 10^{-3} = 111,375 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 22,50 \times 10^{-3} = 2,25 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 111,375 = 119,465 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 2,25 = 42,56 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 126,82 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 126,82} = 1,82 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 16 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 119,465 / 42,56 = 2,8$, el valor se saldría de la gráfica por tanto consideraremos que K tiende a 1:

$$I_{MÁX} = \sqrt{2} \times 1,82 = 2,57 \text{ kA.}$$

- Cuadro Secundario de Alumbrado 3 (CSA 3):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de alumbrado 3 será del tipo RVK, Retenax Flex del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 7,98 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 11,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 2,50 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 7,98 \times 11,50 \times 10^{-3} = 91,77 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 11,50 \times 10^{-3} = 1,15 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 91,77 = 99,86 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 1,15 = 41,46 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 108,12 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 108,12} = 2,14 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 16 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 99,86 / 41,46 = 2,4$, el valor se saldría de la gráfica por tanto consideraremos que K tiende a 1:

$$I_{MÁX} = \sqrt{2} \times 2,14 = 3 \text{ kA.}$$

- Cuadro Secundario de Alumbrado 4 (CSA 4):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de alumbrado 4 será del tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,868 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 29,75 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 25 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,868 \times 29,75 \times 10^{-3} = 25,823 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 29,75 \times 10^{-3} = 2,975 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 25,823 = 33,913 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 2,975 = 43,285 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 54,99 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 54,99} = 4,20 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 16 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 33,913 / 43,285 = 0,78$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,10$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,1\sqrt{2} \times 4,20 = 6,53 \text{ kA.}$$

- Cuadro Secundario de Alumbrado 5 (CSA 5):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de alumbrado 5 será del tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,253 \text{ } \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 29,75 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 120 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,253 \times 29,75 \times 10^{-3} = 7,527 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 29,75 \times 10^{-3} = 2,975 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 7,527 = 15,617 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 2,975 = 43,285 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 46 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 46} = 5,02 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 20 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 15,617 / 43,285 = 0,36$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,30$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,3\sqrt{2} \times 5,02 = 9,23 \text{ kA.}$$

3.6.17.4 Corrientes de Cortocircuito en Cuadros Secundarios de Fuerza

- Cuadro Secundario de Fuerza 1 (CSF 1):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de fuerza 1 será del tipo RVK, Afumex Easy del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 1,91 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 4,25 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 10 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 1,91 \times 4,25 \times 10^{-3} = 8,12 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 4,25 \times 10^{-3} = 0,425 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 8,12 = 16,21 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 0,425 = 40,735 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 43,84 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 43,84} = 5,27 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 25 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 16,21 / 40,735 = 0,39$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,30$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,30\sqrt{2} \times 5,27 = 9,69 \text{ kA.}$$

- Cuadro Secundario de Fuerza 2 (CSF 2):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de fuerza 2 será del tipo RVK, Afumex Easy del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 1,91 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 22,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 10 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 1,91 \times 22,50 \times 10^{-3} = 42,975 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 22,50 \times 10^{-3} = 2,25 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 42,975 = 51,065 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 2,25 = 42,56 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 66,475 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 66,475} = 3,47 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 32 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 51,065 / 42,56 = 1,20$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,10$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,10\sqrt{2} \times 3,47 = 5,40 \text{ kA.}$$

- Cuadro Secundario de Fuerza 3 (CSF 3):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de fuerza 3 será del tipo RVK, Afumex Easy del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 1,91 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 11,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 10 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 1,91 \times 11,50 \times 10^{-3} = 21,965 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 11,50 \times 10^{-3} = 1,15 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 21,965 = 30 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 1,15 = 41,46 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 51,21 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 51,21} = 4,51 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 40 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 30 / 41,46 = 1,20$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,10$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,10\sqrt{2} \times 4,51 = 7,02 \text{ kA.}$$

- Cuadro Secundario de Fuerza 4 (CSF 4):

El cable seleccionado para el cuadro secundario de fuerza 4 será del tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 1,91 \text{ } \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 31,25 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 16 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 1,91 \times 31,25 \times 10^{-3} = 59,69 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 31,25 \times 10^{-3} = 3,125 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 8,09 + 59,69 = 67,78 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,31 + 3,125 = 43,435 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 80,5 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 80,50} = 2,87 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 20 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 67,78 / 43,435 = 1,56$, el valor se saldría de la gráfica por tanto consideraremos que K tiende a 1:

$$I_{MÁX} = \sqrt{2} \times 2,87 = 4,06 \text{ kA.}$$

3.6.17.5 Corrientes de Cortocircuito en Otras Líneas

- Línea de Generación Híbrida:

El cable seleccionado para la línea de alimentación por generación híbrida será del tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 3,30 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 0,10 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 6 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 3,30 \times 0,10 \times 10^{-3} = 0,33 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 0,10 \times 10^{-3} = 0,01 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,196 + 0,33 = 7,526 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,26 + 0,01 = 40,27 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 40,967 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 40,967} = 5,64 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 40 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 7,526 / 40,27 = 0,19$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,60$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,60\sqrt{2} \times 5,64 = 12,76 \text{ kA.}$$

- Línea Filtro Condensador:

El cable seleccionado para la línea de alimentación del filtro condensador será del tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,78 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 0,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 25 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,78 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,39 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,196 + 0,39 = 7,60 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,26 + 0,05 = 40,31 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 41,02 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 41,02} = 5,63 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 80 A con un poder de corte de 25 kA.

Como en este caso, $R / X = 7,60 / 40,31 = 0,19$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,60$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,60\sqrt{2} \times 5,63 = 12,74 \text{ kA.}$$

- Línea Filtro de Secuencia:

El cable seleccionado para la línea de alimentación del filtro de secuencia será del tipo RZ1-K, Afumex Easy, del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 1,91 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 0,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 10 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 1,91 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,955 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 0,50 \times 10^{-3} = 0,05 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,196 + 0,955 = 8,151 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,26 + 0,05 = 40,31 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 41,13 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 41,13} = 5,62 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 50 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 8,151 / 40,31 = 0,20$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,60$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,60\sqrt{2} \times 5,62 = 12,72 \text{ kA.}$$

- Línea Grupo Electrógeno:

El cable seleccionado para la línea de alimentación del grupo eléctrico será del tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,641 \text{ } \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 21,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 50 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,641 \times 21,50 \times 10^{-3} = 13,78 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 21,50 \times 10^{-3} = 2,15 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,196 + 13,78 = 20,98 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,26 + 2,15 = 42,41 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 47,31 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 47,31} = 4,88 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 80 A con un poder de corte de 25 kA.

Como en este caso, $R / X = 20,98 / 42,41 = 0,50$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,25$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,25\sqrt{2} \times 4,88 = 8,63 \text{ kA.}$$

- Línea Generación Eólica:

El cable seleccionado para la línea de alimentación eólica será del tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,795 \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 20,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 25 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,795 \times 20,50 \times 10^{-3} = 16,30 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 20,50 \times 10^{-3} = 2,05 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,526 + 16,30 = 23,82 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,27 + 2,05 = 42,32 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 48,56 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 48,56} = 4,75 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 32 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 23,82 / 42,32 = 0,56$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,20$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,20\sqrt{2} \times 4,75 = 8,06 \text{ kA.}$$

- Línea Generación Fotovoltaica:

El cable seleccionado para la línea de alimentación fotovoltaica será del tipo AL XZ1 (S), AL Voltalene Flamex (S) del fabricante Pirelli, o equivalente, el cual tiene una resistencia del cable a 20°C de $R = 0,393 \text{ } \Omega/\text{Km}$ y una impedancia de $X_L = 0,1 \Omega/\text{Km}$ para la sección escogida.

- $L_{LÍNEA} = 20,50 \text{ m.}$
- $S_{LÍNEA} = 50 \text{ mm}^2.$

Siendo:

$$R = 0,393 \times 20,50 \times 10^{-3} = 8,05 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,1 \times 20,50 \times 10^{-3} = 2,05 \text{ m}\Omega.$$

Tenemos una impedancia total de:

$$R = 7,526 + 8,05 = 15,58 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 40,27 + 2,05 = 42,32 \text{ m}\Omega.$$

$$Z = 45,08 \text{ m}\Omega.$$

La intensidad de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 45,08} = 5,12 \text{ kA.}$$

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de 4 x 40 A con un poder de corte de 10 kA según UNE EN 60947 o 6 kA según UNE EN 60898.

Como en este caso, $R / X = 15,58 / 42,32 = 0,37$, introduciendo este dato en la gráfica obtenemos un valor de $K = 1,20$. Por lo que la intensidad máxima de choque en el instante más desfavorable será:

$$I_{MÁX} = 1,30\sqrt{2} \times 5,12 = 9,41 \text{ kA.}$$

3.6.18 CÁLCULO DE LAS PROTECCIONES

3.6.18.1 Cálculo de Interruptores Automáticos

Con objeto de proteger la instalación contra sobrecargas y cortocircuitos se dispondrán los interruptores automáticos expuestos en los esquemas unifilares y calculados en el apartado anterior. Para su selección se ha tenido en cuenta el disponer de selectividad en la instalación de manera que en caso de un defecto, corte primero el interruptor situado inmediatamente aguas arriba de dicho defecto.

3.6.18.2 Cálculo de Interruptores Diferenciales

Para proteger la instalación contra contactos indirectos se dispondrán, como se indica en los esquemas unifilares, interruptores diferenciales con una sensibilidad de 30 mA y 300 mA para alumbrado y fuerza. Se tendrá en cuenta en la elección de estos que la intensidad nominal sea igual o superior que la del interruptor automático situado aguas arriba del mismo.

3.6.19 CÁLCULO DEL FILTRO CONDENSADOR

A continuación se calculará el filtro condensador a instalar en el lado de baja tensión para compensar el factor de potencia de la instalación.

Como podemos observar de las potencias del Cuadro de Protección y Medida obtenemos que:

$$P = 119.952 \text{ W.}$$

$$Q = 57.963 \text{ VAr.}$$

$$S = \sqrt{(P^2 + Q^2)} = 133.222 \text{ VA.}$$

Con el valor calculado de Q es 57.963 VAr, elegimos el modelo estándar de filtro de condensadores, que deberá ser el valor estándar inferior a este valor calculado. Esta batería se instalará para compensar el factor de potencia e irá montada en el Cuadro de Protección y Medida, o lo más cerca posible de él.

En nuestro caso se montará un filtro regulable, para poder modificar el factor de potencia según el uso de las máquinas. El modelo escogido será de 50 kVAr y es el Schneider Rectimat 2 50kVAr 400SAH V4 x 12,5:

$$Q_C = 50 \text{ KVar (filtro condensador).}$$

$$Q_T = Q - Q_C = 57,963 \text{ kVar} - 50 \text{ kVar} = 7,963 \text{ kVar.}$$

$$S' = \sqrt{(P^2 + Q_T^2)} = 120,216 \text{ kVA.}$$

$$\text{Tan}(\varphi) = Q_T / P = 0,06638.$$

$$\varphi = 3,798.$$

$$\text{Cos}(\varphi) = 0,9978.$$

Como podemos observar, se compensará el factor de potencia a valores cercanos a la unidad.

La batería de condensadores escogida, además, posee los siguientes valores:

$$Q = 50 \text{ KVAR.}$$

$$V = 400 \text{ V.}$$

$$f = 50 \text{ Hz.}$$

Filtro Condensador	Línea	Longitud	Fase	Alimentación (V)	Q (VAr)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Filtro Condensador	LFC	0,50	R, S, T	400	50000	B1	25	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	63,18	72,17	106	0,06	1,5

Tabla 3.6.19.1 – Dimensionado de cableado y protecciones.

Para su protección se escogerá un interruptor automático de corte omnipolar de 4 x 100 A porque las corrientes capacitivas son muy difíciles de controlar para los interruptores. Además de lo anterior, es interesante observar si es necesaria la instalación de un filtro de rechazo, ya que al instalar una batería de condensadores puede provocar resonancia con el transformador, siendo f_R la frecuencia de resonancia, f_1 la frecuencia fundamental y S_{CC} la potencia aparente nominal del transformador en kVA:

$$f_R = f_1 \times \sqrt{\frac{S_{CC}}{Q_C}} = 50 \times \sqrt{\frac{250}{50}} = 111,80 \text{ Hz}$$

Como podemos observar, la frecuencia de resonancia se encuentra entre el 2º y 3º armónico, estando lo suficientemente alejado de los dos como para garantizar un buen funcionamiento de la instalación sin la necesidad de instalación de un filtro de rechazo.

3.6.20 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

3.6.20.1 Previsión de Cargas de Alumbrado

Alimentación Trifásica (R,S,T)										
	Nº Luminarias	Designación Luminarias	Tipo Luminarias	P _{UNIT} (W)	Coefficiente Utilización (K _u)	Coefficiente Simultaneidad (K _s)	FDP	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Cafetería	21	Philips BPS460 W33L124	Led	51	1	1	1	1,07	0,00	1,07
Gimnasio	24	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,60	0,00	0,60
Pistas de Padel	30	Philips BY461P	Led	292	1	1	1	8,76	0,00	8,76
Pistas de Tenis	24	Philips SNF 111	Vapor Mercurio	1000	1,8	1	0,9	43,20	20,92	48,00
Zona Spa	24	Philips 332TSW	Led	32	1	1	1	0,77	0,00	0,77
TOTAL								54,40	20,92	58,28

Tabla 3.6.20.1.1 – Previsión de Cargas de Alumbrado Trifásicas.

Alimentación Fase R										
	Nº Luminarias	Designación Luminarias	Tipo Luminarias	P _{UNIT} (W)	Coefficiente Utilización (K _u)	Coefficiente Simultaneidad (K _s)	FDP	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Almacén	6	Philips BPS460 W30L120	Led	25	1	1	1	0,15	0,00	0,15
Baño Femenino Cafetería	6	Philips 332TSW	Led	32	1	1	1	0,19	0,00	0,19
Cuarto de Basuras	2	Philips RC160V W30L120	Led	52	1	1	1	0,10	0,00	0,10
Cuarto de Contadores	6	Philips BBG390	Led	15	1	1	1	0,09	0,00	0,09
Cuarto de Instalaciones	6	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,15	0,00	0,15
Enfermería	15	Philips BBG390	Led	15	1	1	1	0,23	0,00	0,23
Pasillo Vestuarios Exteriores	2	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,05	0,00	0,05
Vestuario Masculino Exterior	15	Philips 332TSW	Led	32	1	1	1	0,48	0,00	0,48
Vestuario Masculino Interior	15	Philips 332TSW	Led	32	1	1	1	0,48	0,00	0,48
TOTAL								1,92	0,00	1,92

Tabla 3.6.20.1.2 – Previsión de Cargas de Alumbrado en Fase R.

Alimentación Fase S										
	Nº Luminarias	Designación Luminarias	Tipo Luminarias	P _{UNIT} (W)	Coficiente Utilización (K _u)	Coficiente Simultaneidad (K _s)	FDP	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Cuarto de Limpieza	2	Philips BBG390	Led	15	1	1	1	0,03	0,00	0,03
Oficina	8	Philips RC160V W60L60	Led	52	1	1	1	0,42	0,00	0,42
Pasillo Inferior	8	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,20	0,00	0,20
Recepcion	5	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,13	0,00	0,13
Vestuario Femenino Exterior	15	Philips 332TSW	Led	32	1	1	1	0,48	0,00	0,48
Vestuario Femenino Interior	15	Philips 332TSW	Led	32	1	1	1	0,48	0,00	0,48
Zona Baile	8	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,20	0,00	0,20
TOTAL								1,93	0,00	1,93

Tabla 3.6.20.1.3 – Previsión de Cargas de Alumbrado en Fase S.

Alimentación Fase T										
	Nº Luminarias	Designación Luminarias	Tipo Luminarias	P _{UNIT} (W)	Coficiente Utilización (K _u)	Coficiente Simultaneidad (K _s)	FDP	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Almacén Mat. Deportivo	3	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,08	0,00	0,08
Baño Masculino Cafeteria	6	Philips 332TSW	Led	32	1	1	1	0,19	0,00	0,19
Cocina	8	Philips CR200B	Led	118	1	1	1	0,94	0,00	0,94
Escaleras	7	Philips BBG390	Led	15	1	1	1	0,11	0,00	0,11
Grupo Electrogeno	6	Philips BBS417 W9L120	Led	25	1	1	1	0,15	0,00	0,15
Pasillo Principal	9	Philips RC160V W60L60	Led	52	1	1	1	0,47	0,00	0,47
TOTAL								1,93	0,00	1,93

Tabla 3.6.20.1.4 – Previsión de Cargas de Alumbrado en Fase T.

TOTAL ILUMINACION		
P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
60,19	20,92	63,72

Tabla 3.6.20.1.5 – Previsión Total Alumbrado.

3.6.20.2 Previsión de Cargas de Fuerza

Alimentación Trifásica (R,S,T)										
	Ubicación	Unidades	P _{UNIT} (W)	Coficiente Utilización (K _U)	Coficiente Simultaneidad (K _S)	FDP	I _{UNIT} (A)	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Ascensor	Pasillos Principal/Inferior	1	4500	1,3	1	0,85	9,93	5,85	3,63	6,88
Piscinas Hidromasaje	Zona Spa	4	1500	1,25	1	0,85	12,74	7,50	4,65	8,82
Bomba Piscina	Zona Spa	1	1000	1	1	0,85	1,70	1,00	0,62	1,18
Bomba Pluviales	Exterior	1	1000	1,25	1	0,85	2,12	1,25	0,77	1,47
Bomba Recirculación ACS	Exterior	1	1000	1	1	0,85	1,70	1,00	0,62	1,18
Totales								16,60	10,29	19,53

Tabla 3.6.20.2.1 – Previsión de Cargas de Fuerza Trifásicas.

Alimentación Fase R										
	Ubicación	Unidades	P _{UNIT} (W)	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (K _S)	FDP	I _{UNIT} (A)	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Tomas de Corriente (10/16A)	Almacén	3	3128	1	0,2	0,85	16,00	1,88	1,16	2,21
Tomas de Corriente (10/16A)	Baño Femenino Cafetería	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Tomas de Corriente (10/16A)	Cafetería (Circuito 1)	5	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,56	0,97	1,84
Tomas de Corriente (10/16A)	Cuarto de Basuras	3	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,94	0,58	1,10
Tomas de Corriente (10/16A)	Cuarto de Contadores	2	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,63	0,39	0,74
Tomas de Corriente (10/16A)	Cuarto de Instalaciones	3	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,94	0,58	1,10
Tomas de Corriente (10/16A)	Enfermería	3	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,94	0,58	1,10
Tomas de Corriente (10/16A)	Gimnasio (Circuito 1)	5	3128	1	0,2	0,85	16,00	3,13	1,94	3,68
Tomas de Corriente (10/16A)	Pasillo Vestuarios Exteriores	2	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,63	0,39	0,74
Tomas de Corriente (10/16A)	Vestuario Masculino Exterior	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Tomas de Corriente (10/16A)	Vestuario Masculino Interior	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Totales								14,39	8,92	16,93

Tabla 3.6.20.2.2 – Previsión de Cargas de Fuerza en Fase R.

Alimentación Fase S										
	Ubicación	Unidades	P _{UNIT} (W)	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (K _S)	FDP	I _{UNIT} (A)	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Tomas de Corriente (10/16A)	Cuarto de Limpieza	2	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,63	0,39	0,74
Tomas de Corriente (10/16A)	Gimnasio (Circuito 2)	5	3128	1	0,2	0,85	16,00	3,13	1,94	3,68
Tomas de Corriente (10/16A)	Oficina	5	3128	1	0,2	0,85	16,00	3,13	1,94	3,68
Tomas de Corriente (10/16A)	Pasillo Inferior	5	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,56	0,97	1,84
Tomas de Corriente (10/16A)	Recepcion	4	3128	1	0,2	0,85	16,00	2,50	1,55	2,94
Tomas de Corriente (10/16A)	Vestuario Femenino Exterior	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Tomas de Corriente (10/16A)	Vestuario Femenino Interior	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Tomas de Corriente (10/16A)	Zona Baile	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,94	0,58	1,10
Totales								14,39	8,92	16,93

Tabla 3.6.20.2.3 – Previsión de Cargas de Fuerza en Fase S.

Alimentación Fase T										
	Ubicación	Unidades	P _{UNIT} (W)	Coefficiente Utilización (K _U)	Coefficiente Simultaneidad (K _S)	FDP	I _{UNIT} (A)	P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
Tomas de Corriente (10/16A)	Almacén Mat. Deportivo	3	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,94	0,58	1,10
Tomas de Corriente (10/16A)	Baño Masculino Cafeteria	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Tomas de Corriente (10/16A)	Cafetería (Circuito 2)	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Tomas de Corriente (10/16A)	Cocina (Circuito 1)	5	3128	1	0,2	0,85	16,00	3,13	1,94	3,68
Tomas de Corriente (10/16A)	Cocina (Circuito 2)	2	4887,5	1	0,4	0,85	25,00	3,91	2,42	4,60
Tomas de Corriente (10/16A)	Escaleras	2	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,63	0,39	0,74
Tomas de Corriente (10/16A)	Grupo Electrogeno	3	3128	1	0,1	0,85	16,00	0,94	0,58	1,10
Tomas de Corriente (10/16A)	Pasillo Principal	4	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,25	0,78	1,47
Tomas de Corriente (10/16A)	Zona Spa	3	3128	1	0,1	0,85	16,00	1,10	0,68	1,29
Totales								14,39	8,92	16,93

Tabla 3.6.20.2.4 – Previsión de Cargas de Fuerza en Fase T.

TOTAL FUERZA		
P (kW)	Q (kVAr)	S (kVA)
59,77	37,04	70,32

Tabla 3.6.20.2.5 – Previsión Total Fuerza.

3.6.20.3 Cálculo de Sección de Acometida

Acometida	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Acometida	AC	20,00	R, S, T	400	200000	150000	250000	Subterráneo	240	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	70,77	360,84	430	0,97	1,5

Proyectado Para Máxima Potencia del Transformador

Tabla 3.6.20.3.1 – Cálculo de Sección de Acometida.

3.6.20.4 Cálculo de Secciones de Cuadro de Protección y Medida

CPM	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAR)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
CGA	LCA	0,50	R, S, T	400	60185	20923	63718	B1	25	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	74,97	88,64	106	0,07	1
CGF	LCF	0,50	R, S, T	400	59767	37040	70314	B1	35	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	70,01	101,49	131	0,05	1
Totales					119952	57963	133222									

Tabla 3.6.20.4.1 – Cálculo de Secciones de CPM.

3.6.20.5 Cálculo de Secciones de Cuadros Generales

CGA	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
CSA1	LCA1	4,25	R, S, T	400	1129	0	1129	A1	2,50	Retenax Flex RVK	3F/N+TT (XLPE)	40,27	1,63	22	0,11	1
CSA2	LCA2	22,50	R, S, T	400	2653	0	2653	A1	4	Retenax Flex RVK	3F/N+TT (XLPE)	40,81	3,83	30	0,86	1
CSA3	LCA3	11,50	R, S, T	400	2908	0	2908	A1	2,50	Retenax Flex RVK	3F/N+TT (XLPE)	41,82	4,20	22	0,78	1
CSA4	LCA4	29,75	R, S, T	400	10295	0	10295	Subterráneo	35	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	3F/N+TT (XLPE)	20,69	14,86	150	0,80	1
CSA5	LCA5	29,75	R, S, T	400	43200	20923	48000	Subterráneo	120	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	3F/N+TT (XLPE)	23,86	69,28	295	0,98	1
Totales					60185	20923	63718									

Tabla 3.6.20.5.1 – Cálculo de Secciones de CGA.

CGF	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
CSF1	LCF1	4,25	R, S, T	400	13983	8666	16451	A1	10	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	51,28	23,74	50	0,34	2
CSF2	LCF2	22,50	R, S, T	400	15170	9402	17847	A1	10	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	53,27	25,76	50	1,98	2
CSF3	LCF3	11,50	R, S, T	400	22422	13896	26379	A1	10	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	68,99	38,07	50	1,49	2
CSF4	LCF4	31,25	R, S, T	400	8192	5077	9638	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	3F/N+TT (XLPE)	26,34	13,91	97	1,46	2
Totales					59767	37040	70314									

Tabla 3.6.20.5.2 – Cálculo de Secciones de CGF.

3.6.20.6 Cálculo de Secciones de Cuadros Secundarios de Alumbrado

CSA1	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Cuarto de Contadores	LA 1-1	11,00	R	230	90	0	90	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,03	0,39	16	0,13	2
Cuarto de Limpieza	LA 1-2	26,00	S	230	30	0	30	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,00	0,13	16	0,10	2
Oficina	LA 1-3	29,00	S	230	416	0	416	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,64	1,81	16	1,62	2
Pasillo Principal	LA 1-4	24,25	T	230	468	0	468	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,81	2,03	16	1,53	2
Recepción	LA 1-5	38,75	S	230	125	0	125	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,06	0,54	16	0,65	2
Totales					1129	0	1129									

Tabla 3.6.20.6.1 – Cálculo de Secciones de CSA1.

CSA2	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Almacén	LA 2-1	25,00	R	230	150	0	150	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,08	0,65	16	0,50	2
Baño Femenino Cafetería	LA 2-2	36,75	R	230	192	0	192	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,14	0,83	16	0,95	2
Baño Masculino Cafetería	LA 2-3	32,50	T	230	192	0	192	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,14	0,83	16	0,84	2
Cafetería (Fase R)	LA 2-4	29,25	R	230	357	0	357	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,47	1,55	16	1,40	2
Cafetería (Fase S)	LA 2-5	29,25	S	230	357	0	357	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,47	1,55	16	1,40	2
Cafetería (Fase T)	LA 2-6	29,25	T	230	357	0	357	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,47	1,55	16	1,40	2
Cocina	LA 2-7	15,00	T	230	944	0	944	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	43,29	4,10	16	1,90	2
Cuarto de Basuras	LA 2-8	16,50	R	230	104	0	104	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,04	0,45	16	0,23	2
Totales					2653	0	2653									

Tabla 3.6.20.6.2 – Cálculo de Secciones de CSA2.

CSA3	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Almacén Mat. Deportivo	LA 3-1	16,25	T	230	75	0	75	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,02	0,33	16	0,16	2
Escaleras	LA 3-2	27,50	T	230	105	0	105	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,04	0,46	16	0,39	2
Gimnasio (Fase R)	LA 3-3	26,00	R	230	200	0	200	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,15	0,87	16	0,70	2
Gimnasio (Fase S)	LA 3-4	26,00	S	230	200	0	200	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,15	0,87	16	0,70	2
Gimnasio (Fase T)	LA 3-5	26,00	T	230	200	0	200	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,15	0,87	16	0,70	2
Pasillo Inferior	LA 3-6	16,75	S	230	200	0	200	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,15	0,87	16	0,45	2
Vestuario Femenino Interior	LA 3-7	26,00	S	230	480	0	480	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,85	2,09	16	1,68	2
Vestuario Masculino Interior	LA 3-8	28,50	R	230	480	0	480	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,85	2,09	16	1,84	2
Zona Baile	LA 3-9	20,25	S	230	200	0	200	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,15	0,87	16	0,54	2
Zona Spa (Fase R)	LA 3-10	29,75	R	230	256	0	256	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,24	1,11	16	1,02	2
Zona Spa (Fase S)	LA 3-11	29,75	S	230	256	0	256	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,24	1,11	16	1,02	2
Zona Spa (Fase T)	LA 3-12	29,75	T	230	256	0	256	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,24	1,11	16	1,02	2
Totales					2908	0	2908									

Tabla 3.6.20.6.3 – Cálculo de Secciones de CSA3.

CSA4	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _p (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Cuarto de Instalaciones	LA 4-1	48,75	R	230	150	0	150	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,00	0,65	97	0,14	2
Enfermería	LA 4-2	14,25	R	230	225	0	225	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,19	0,98	16	0,43	2
Grupo Electrógeno	LA 4-3	54,25	T	230	150	0	150	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,00	0,65	97	0,16	2
Pasillo Vestuarios Exteriores	LA 4-4	14,25	R	230	50	0	50	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,01	0,22	16	0,10	2
Pistas de Padel (Fase R ₁)	LA 4-5	55,25	R	230	1460	0	1460	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,30	6,35	97	1,60	2
Pistas de Padel (Fase R ₂)	LA 4-6	55,25	R	230	1460	0	1460	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,30	6,35	97	1,60	2
Pistas de Padel (Fase S ₁)	LA 4-7	55,25	S	230	1460	0	1460	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,30	6,35	97	1,60	2
Pistas de Padel (Fase S ₂)	LA 4-8	55,25	S	230	1460	0	1460	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,30	6,35	97	1,60	2
Pistas de Padel (Fase T ₁)	LA 4-9	55,25	T	230	1460	0	1460	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,30	6,35	97	1,60	2
Pistas de Padel (Fase T ₂)	LA 4-10	55,25	T	230	1460	0	1460	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	20,30	6,35	97	1,60	2
Vestuario Femenino Exterior	LA 4-11	22,25	S	230	480	0	480	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,85	2,09	16	1,44	2
Vestuario Masculino Exterior	LA 4-12	26,75	R	230	480	0	480	A1	1,50	Retenax Flex RVK	F/N+TT (XLPE)	40,85	2,09	16	1,73	2
Totales					10295	0	10295									

Tabla 3.6.20.6.4 – Cálculo de Secciones de CSA4.

CSA5	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Pistas de Tenis (Fase R ₁)	LA 5-1	43,50	R	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase R ₂)	LA 5-2	43,50	R	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase R ₃)	LA 5-3	43,50	R	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase R ₄)	LA 5-4	43,50	R	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase S ₁)	LA 5-5	43,50	S	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase S ₂)	LA 5-6	43,50	S	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase S ₃)	LA 5-7	43,50	S	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase S ₄)	LA 5-8	43,50	S	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase T ₁)	LA 5-9	43,50	T	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase T ₂)	LA 5-10	43,50	T	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase T ₃)	LA 5-11	43,50	T	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Pistas de Tenis (Fase T ₄)	LA 5-12	43,50	T	230	3600	1744	4000	Subterráneo	25	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	21,36	17,39	125	1,98	2
Totales					43200	20923	48000									

Tabla 3.6.20.6.5 – Cálculo de Secciones de CSA5.

3.6.20.7 Cálculo de Secciones de Cuadros Secundarios de Fuerza

CSF1	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Ascensor	LF 1-1	11,50	R, S, T	400	5850	3626	6882	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	51,19	9,93	21	1,56	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 1-2	11,50	R	230	626	388	736	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	41,06	3,20	22	0,58	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 1-3	27,00	S	230	626	388	736	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	41,06	3,20	22	1,36	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 1-4	26,50	S	230	3128	1939	3680	A1	6	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	49,35	16,00	37	2,78	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 1-5	25,00	T	230	1251	775	1472	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	44,23	6,40	22	2,52	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 1-6	23,50	S	230	2502	1551	2944	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	49,10	12,80	30	2,96	3
Totales					13983	8666	16451									

Tabla 3.6.20.7.1 – Cálculo de Secciones de CSF1.

CSF2	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _p (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 2-1	25,25	R	230	1877	1163	2208	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	45,12	9,60	30	2,39	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 2-2	35,50	R	230	1251	775	1472	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,27	6,40	30	2,24	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 2-3	30,75	T	230	1251	775	1472	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,27	6,40	30	1,94	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 2-4	33,75	R	230	1564	969	1840	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	43,56	8,00	30	2,66	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 2-5	32,25	T	230	1251	775	1472	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,27	6,40	30	2,03	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 2-6	26,75	T	230	3128	1939	3680	A1	6	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	49,35	16,00	37	2,81	3
Tomas de Corriente (25A)	LF 2-7	22,00	T	230	3910	2423	4600	A1	6	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	54,61	20,00	37	2,89	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 2-8	25,25	R	230	938	581	1104	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,38	4,80	22	1,91	3
Totales					15170	9402	17847									

Tabla 3.6.20.7.2 – Cálculo de Secciones de CSF2.

CSF3	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Bombas Hidromasaje	LF 3-1	21,00	R, S, T	400	7500	4648	8824	A1	4	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	51,12	12,74	27	2,28	3
Bomba Piscinas	LF 3-2	30,25	R, S, T	400	1000	620	1176	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	40,33	1,70	21	0,70	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-3	16,75	T	230	938	581	1104	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,38	4,80	22	1,27	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-4	26,00	T	230	626	388	736	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	41,06	3,20	22	1,31	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-5	25,00	R	230	3128	1939	3680	A1	6	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	49,35	16,00	37	2,63	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-6	25,25	S	230	3128	1939	3680	A1	6	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	49,35	16,00	37	2,65	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-7	34,25	S	230	1564	969	1840	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	43,56	8,00	30	2,70	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-8	33,00	S	230	1251	775	1472	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,27	6,40	30	2,08	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-9	35,00	R	230	1251	775	1472	A1	4	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,27	6,40	30	2,21	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-10	25,50	S	230	938	581	1104	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,38	4,80	22	1,93	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 3-11	20,25	T	230	1098	680	1292	A1	2,50	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	43,26	5,62	22	1,79	3
Totales					22422	13896	26379									

Tabla 3.6.20.7.3 – Cálculo de Secciones de CSF3.

CSF4	Línea	Longitud (m)	Fase	Alimentación (V)	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	T ^a _{SERV} (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Bomba Pluviales	LF 4-1	30,25	R, S, T	400	1250	775	1471	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	3F/N+TT (XLPE)	25,03	2,12	97	0,22	3
Bomba Recirculación ACS	LF 4-2	15,50	R, S, T	400	1000	620	1176	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	3F/N+TT (XLPE)	25,02	1,70	97	0,09	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 4-3	56,50	R	230	938	581	1104	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	25,16	4,80	97	1,05	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 4-4	17,75	R	230	938	581	1104	A1	2,5	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	42,38	4,80	22	1,34	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 4-5	52,50	T	230	938	581	1104	Subterráneo	16	AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S)	F/N+TT (XLPE)	25,16	4,80	97	0,97	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 4-6	11,00	R	230	626	388	736	A1	2,5	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	41,06	3,20	22	0,56	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 4-7	29,25	S	230	1251	775	1472	A1	2,5	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	44,23	6,40	22	2,95	3
Tomas de Corriente (10/16A)	LF 4-8	29,50	R	230	1251	775	1472	A1	2,5	Afumex Easy RZ1K	F/N+TT (XLPE)	44,23	6,40	22	2,98	3
Totales					8192	5077	9638									

Tabla 3.6.20.7.4 – Cálculo de Secciones de CSF4.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO VII – FILTRO DE SECUENCIA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO – VII

FILTRO DE SECUENCIA

3.7.1 OBJETO	2
3.7.2 SISTEMAS DESEQUILIBRADOS	2
3.7.3 MEDICIONES DE LA POTENCIA ELÉCTRICA	3
3.7.3.1 Teoría Clásica	3
3.7.3.2 Medida de Potencia Eléctrica según la IEEE 1459/2010.....	4
3.7.3.3 Teoría Unificadora de la Potencia Eléctrica (V.León / 1997).....	5
3.7.4 MEJORAS EN LA EFICIENCIA.....	8
3.7.5 TEOREMA DE STOKVIS-FORTESCUE.....	9
3.7.6 CIRCUITO EQUIVALENTES.....	10
3.7.6.1 Metodología de Obtención de Redes Equivalentes.....	11
3.7.7 FILTRO DE SECUENCIA.....	12
3.7.8 CÁLCULO DEL FILTRO DE SECUENCIA.....	15
3.7.9 INSTALACIÓN DEL FILTRO	19
3.7.10 CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS	20

ANEXO VII – FILTRO DE SECUENCIA

3.7.1 OBJETO

El objeto de este anexo es analizar, diseñar y calcular un filtro de secuencia que nos permita equilibrar el consumo de corrientes en las fases de alimentación con el fin de obtener una mejor eficiencia de nuestras instalaciones

3.7.2 SISTEMAS DESEQUILIBRADOS

Las redes eléctricas son trifásicas. Los generadores de las centrales eléctricas, líneas, transformadores y receptores eléctricos son trifásicos, es decir, tienen tres fases a través de las cuales se genera, transfiere, transforma y se utiliza la energía eléctrica. Las redes trifásicas pueden clasificarse en equilibradas y desequilibradas:

- Las redes trifásicas equilibradas se caracterizan por tener los mismos receptores conectados en cada fase, alimentados por tensiones del mismo valor eficaz y desfasadas 120° entre sí.
- Las redes trifásicas desequilibradas no verifican, al menos, alguna de las condiciones anteriores expuestas.

En rigor, no hay redes equilibradas. Generalmente, la primera condición no se cumple (suele haber distintos receptores conectados en cada fase), pero las tensiones pueden considerarse equilibradas. Un ejemplo de redes trifásicas desequilibradas son las mal denominadas instalaciones monofásicas, formadas por receptor monofásico conectado a una de las fases y el neutro de la red eléctrica. Las redes trifásicas en las que el desequilibrio se presenta sólo en los receptores, se conocen como desequilibradas en cargas. En ellas, el suministro de energía se efectúa con diferentes intensidades de corriente en cada fase.

3.7.3 MEDICIONES DE LA POTENCIA ELÉCTRICA

3.7.3.1 Teoría Clásica

- Steinmetz (1897):

En sistemas trifásicos se planteó como extensión de la propuesta para sistemas monofásicos, y por lo tanto considera sólo dos fenómenos energéticos, tanto en sistemas equilibrados como desequilibrados:

- P = transferencia de energía formada por tres flujos unidireccionales de distinto valor y cuantificados por la potencia activa.

$$P_{TOTAL} = P_R + P_S + P_T \quad (3.7.3.1.1)$$

- Q = fenómenos reactivos con tres flujos sinusoidales de distinta amplitud y cuantificados por la potencia reactiva.

$$Q_{TOTAL} = Q_R + Q_S + Q_T \quad (3.7.3.1.2)$$

- S = potencia aparente, que nos cuantifica el efecto conjunto de los dos anteriores fenómenos.

$$S_{TOTAL} = S_R + S_S + S_T \quad (\text{Aritmética}) \quad (3.7.3.1.3)$$

$$S_{TOTAL} = \sqrt{P_T^2 + Q_T^2} \quad (\text{Vectorial}) \quad (3.7.3.1.4)$$

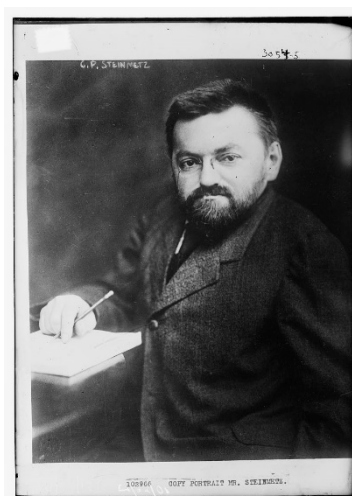


Figura 3.7.3.1.1 – Steinmetz.

La Teoría Clásica de la Potencia Eléctrica, funciona bien bajo las siguientes condiciones:

1. El sistema es sinusoidal.
 - El contenido en armónicos es despreciable.
2. Los desequilibrios son despreciables.
 - Desequilibrios en las amplitudes.
 - Desequilibrios en las fases.

Esto se presenta como un problema cuando los armónicos no son despreciables. Surgen intentos de ampliar o corregir la Teoría Clásica de la Potencia Eléctrica como Buchholz (1927), Budeanu con el desarrollo del dominio frecuencial (1927), Fryze (1932), Depenbrook (1960), Akagi (1984), Czarnecki (1988) entre otros.

3.7.3.2 Medida de Potencia Eléctrica según la IEEE 1459/2010

Originalmente publicada en el año 2000, siendo este un proyecto de normalizar las definiciones para la medida de la potencia eléctrica bajo situaciones de redes senoidales, no senoidales, equilibradas o desequilibradas.

Quantity of Indicator	Single Phase Systems (Distorsed)			Three Phase Systems (Distorsed & Unbalanced)		
	Combined	Fundamental	Non Fundamental	Combined	Fundamental	Non Fundamental
Apparent	S (VA)	S_1 (VA)	$S_N S_H$ (VA)	S_E (VA)	$S_{E1} S_1^* S_{UI}$ (VA)	$S_{EN} S_{EH}$ (VA)
Active	P (W)	P_1 (W)	P_H (W)	P (W)	P_1^* (W)	P_H (W)
Non Active	N (Var)	Q_1 (Var)	$D_I D_U D_H$ (Var)	N (Var)	Q_1^* (Var)	$D_{EI} D_{EU} D_{EH}$ (Var)
Line Utilization	$P_F = \frac{P}{S}$	$P_{F1} = \frac{P_1}{S_1}$		$P_F = \frac{P}{S_E}$	$P_{F1}^* = \frac{P_1^*}{S_1^*}$	
Harmonic Pollution			$\frac{S_N}{S_1}$			$\frac{S_{EN}}{S_{E1}}$
Load Unbalanced					$\frac{S_{UI}}{S_1^*}$	

Tabla 3.7.3.2.1 – Medida Potencia Eléctrica por IEEE.

Presenta las siguientes ventajas:

- Es muy completa (detalla muchas situaciones y casos)
- Matemáticamente es correcta.

Presenta las siguientes desventajas:

- Se introducen muchos parámetros adicionales.
- El significado físico de las cantidades y magnitudes empleadas, no siempre es claro.
- Cuando trabaja con sistemas desequilibrados, usa sistemas sustitutorios virtuales.
- No tiene un uso práctico y es demasiado académica.

3.7.3.3 Teoría Unificadora de la Potencia Eléctrica (V.León / 1997)

La teoría unificadora de la potencia eléctrica expone:

“Los fenómenos que se manifiestan durante la transferencia energética en los sistemas eléctricos están reflejados en términos de la potencia instantánea $p(t)$ y caracterizados por componentes de las tensiones y corrientes de cada fase, conocidas de la Teoría de Circuitos, que verifican las Leyes de Kirchhoff y el Principio de Superposición.”

Desarrollada por Vicente León y Joaquín Montañana, docentes en la Universidad Politécnica de Valencia.



Figura 3.7.3.3.1 – Vicente León y Joaquín Montañana.

Unifica varias teorías de la potencia eléctrica, siendo sus resultados compatibles con los planteados en la IEEE Std. 1459. Descompone la potencia total del sistema según el significado físico de sus componentes (medibles con instrumentos físicos), nos proporciona una visión directa de los problemas debidos a los desequilibrios y de las pérdidas de potencia (Joule) en las líneas y es adecuada para su uso por Técnicos e Ingenieros. Algunos fabricantes han integrado los algoritmos de la teoría unificadora en sus aparatos de medida, como puede ser el caso de Fluke:

Calculadora de pérdida de energía		Energy Loss Calculator			
Kilovatios (potencia) útiles disponibles	Effective kW	35.9	W 488	\$ 48.83	/hr
Kilovatios inutilizados por armónicos	Reactive kvar	21.5	W 175	\$ 17.49	/hr
Kilovatios inutilizados por problemas de desequilibrio	Unbalance kVA	2.52	W 1.5	\$ 0.15	/hr
Horas totales de kilovatios derrochadas facturables	Distortion kVA	7.17	W 57.2	\$ 5.72	/hr
Costo total de horas de kilovatios derrochadas	Neutral A	29.3	W 57.7	\$ 5.77	/hr
	Total		k	\$ 683	/y
		11/10/11	10:49:38	230V 50Hz 3Ø WYE	EN50160
LENGTH	DIAMETER	METER	RATE	HOLD	
100 m	25 mm ²		0.10 /kWh	RUN	



Figura 3.7.3.3.2 – Implementación de Teoría Unificadora en Instrumentos.

Todos los sistemas eléctricos son, en mayor o en menor medida, ineficientes. La transformación de cualquier sistema eléctrico ineficiente en eficiente requiere que sean conocidos todos los fenómenos energéticos que en él ocurren. Todos los fenómenos energéticos de un sistema eléctrico, se hallan inmersos en la potencia instantánea.

Cada componente energético se halla caracterizado por componentes de tensiones y corrientes:

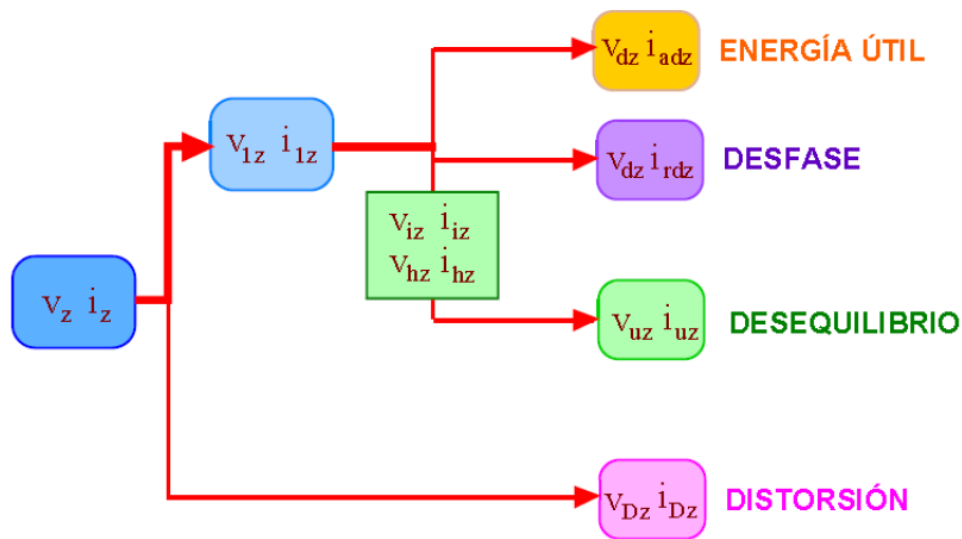


Figura 3.7.3.3.3 – Fenómenos Energéticos.

Energía y Potencia Útil:

$$P_A(t) = \sum_{z=1}^3 U_Z I_Z = \sum_{z=1}^3 U_{1dz} I_{ad1z}$$

$$P_U = 3U_{ad1} I_{ad1} = 3U_{d1} I_{d1} \times \cos\varphi_{d1} \quad (\text{Sistema Trifásico})$$

Reactiva o Desfase:

$$P_R(t) = \sum_{z=1}^3 U_Z I_Z = \sum_{z=1}^3 U_{1dz} I_{rd1z}$$

$$Q_U = 3U_{ad1} I_{rd1} = 3U_{d1} I_{d1} \times \sin\varphi_{d1} \quad (\text{Sistema Trifásico})$$

Desequilibrio:

$$P_U(t) = \sum_{z=1}^3 \left(\sum_{u=i,h}^1 U_{u1} I_{u1} + \sum_{\substack{j \neq k \\ j,k=d,i,h}}^1 U_{j1z} I_{k1z} \right)$$

$$A_U = 3 \sqrt{\sum_{u=i,h}^1 U_{u1}^2 I_{u1}^2 + \sum_{\substack{j \neq k \\ j,k=d,i,h}}^1 U_{j1}^2 I_{k1}^2} \quad (\text{Sistema Trifásico})$$

Distorsión:

$$P_D(t) = \sum_{z=1}^3 (\sum_{n=2}^{\infty} U_{nz} I_{nz} + \sum_{\substack{n \neq m \\ n,m=1}}^{\infty} U_{nz} I_{mz})$$

$$A_U = 3 \sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} U_n^2 I_n^2 + \sum_{\substack{n \neq m \\ n,m=1}}^{\infty} U_n^2 I_m^2} \quad (\text{Sistema Trifásico})$$

$$P(t) = \sum_{z=1}^3 U_z I_z = P_A(t) + P_R(t) + P_U(t) + P_D(t)$$

$$S_U = 3 \sqrt{P_U^2 + Q_U^2 + A_U^2 + D_U^2} \quad (\text{Sistema Trifásico})$$

Fórmulas 3.7.3.3.1 – Cuantificación Fenómenos Energéticos.

3.7.4 MEJORAS EN LA EFICIENCIA

Las medidas a considerar para lograr que un sistema eléctrico sea eficiente son:

- Que tensiones y corrientes posean tan sólo un componente: activa, fundamental y de secuencia directa.
- Las corrientes que transporte sean mínimas.
- Cualquier procedimiento de mejora de la eficiencia debe de:
- Disminuir la corriente que suministra el generador, siendo mínima cuando se logra la máxima eficiencia.
- No debe de modificar la potencia efectiva suministrada por el generador, ni modificar sustancialmente la tensión aplicada.

Las ineficiencias se producen en los receptores, cada ineficiencia se halla caracterizada por una componente de las corrientes.

- La ineficiencia por reactiva, se caracteriza por la corriente reactiva de secuencia directa.
- La ineficiencia por desequilibrio (asimetría), se caracteriza por la corriente de asimetría secuencia inversa y secuencia homopolar.
- La ineficiencia por distorsión, se caracteriza por la corriente de distorsión (provocada por corrientes a frecuencia distinta de fundamental).

Las baterías de condensadores nos eliminan las ineficiencias por reactiva, los filtros de secuencia las ineficiencias por desequilibrio y para la distorsión (armónicos) se utilizan filtros anti-armónicos.

Si nuestro objetivo es eliminar todas las ineficiencias instalaremos filtros de Secuencia Integrales.

3.7.5 TEOREMA DE STOKVIS-FORTESCUE

“Todo sistema desequilibrado (excitaciones o respuestas) de un circuito trifásico asimétrico, se puede descomponer en tres sistemas trifásicos”.

Este estará compuesto por los siguientes sistemas:

- Sistema Directo: igual secuencia de fases que el original.
- Sistema Inverso: de secuencia de fases contraria al original.
- Sistema Homopolar: vectores de la misma magnitud y fase.

Usaremos el operador “a”, que nos permite relacionar los fasores de cualquier sistema trifásico.

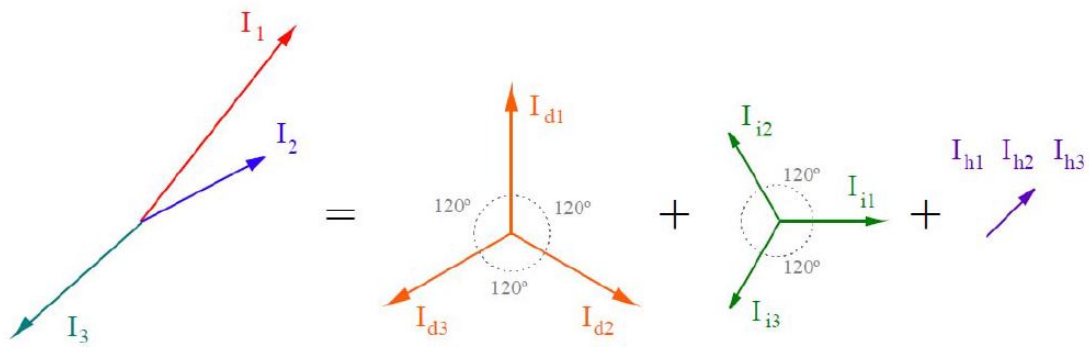
$$\begin{aligned} a &= 1 \angle 120^\circ \\ a^2 &= 1 \angle 240^\circ \\ a^3 &= 1 \end{aligned}$$

Figura 3.7.5.1 – Operador “a”.

El operador “a” cumplirá las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} 1 + a + a^2 &= 1 \\ 1 - a^2 &= \sqrt{3} \angle 30^\circ \\ 1 - a &= \sqrt{3} \angle -30^\circ \end{aligned}$$

Figura 3.7.5.2 – Relaciones del operador “a”.



$$I_1 = I_{d1} + I_{i1} + I_{h1}$$

$$I_{d1} = \frac{1}{3}(I_1 + aI_2 + a^2I_3)$$

$$I_2 = I_{d2} + I_{i2} + I_{h2}$$

$$I_{i1} = \frac{1}{3}(I_1 + a^2I_2 + aI_3)$$

$$I_3 = I_{d3} + I_{i3} + I_{h3}$$

$$I_{h1} = \frac{1}{3}(I_1 + I_2 + I_3)$$

Figura 3.7.5.3 – Formulas de Aplicación de Stokvis – Fortescue.

3.7.6 CIRCUITO EQUIVALENTES

Los circuitos equivalentes son representaciones gráficas de elementos de circuito que muestran por separado los fenómenos energéticos que se manifiestan durante el funcionamiento en régimen permanente de un receptor o instalación eléctrica trifásica. Se utilizan para:

- Analizar por separado los efectos de cada fenómeno energético, distinguiendo entre el que contribuye a la eficiencia de aquellos que constituyen ineficiencias.
- Conocer las causas de cada ineficiencia.
- Establecer dispositivos adecuados para la mejora de la eficiencia.

Un circuito equivalente debe de dar lugar a las mismas manifestaciones que el receptor o instalación eléctrica que representa. Para ello:

- Debe de dar lugar a las mismas manifestaciones energéticas.
- Las corrientes absorbidas por el circuito equivalente deben de ser las mismas que las del receptor o instalación eléctrica.

3.7.6.1 Metodología de Obtención de Redes Equivalentes

1. Descomponer las tensiones y corrientes del receptor en todas sus componentes (Teorema de Stokvis – Fortescue). Formas tantas redes o conexiones trifásicas como componentes tengan las corrientes de línea.
2. Obtener los elementos de cada red aplicando la ley de Ohm, por relación entre las componentes de tensión y corriente correspondientes.

El circuito equivalente obtenido comprende:

- Red de transferencia de energía.
- Red de desfase o reactiva.
- Red de asimetría.

Las dos primeras son equilibradas y formadas, respectivamente, por tres resistencias (R_D) y tres reactancias (X_D). La tercera es desequilibrada. En la red de asimetría, circulan las componentes inversa y homopolar. Distinguimos dos redes de asimetría:

- Equivalente energéticamente.
- Equivalente a efectos exteriores.

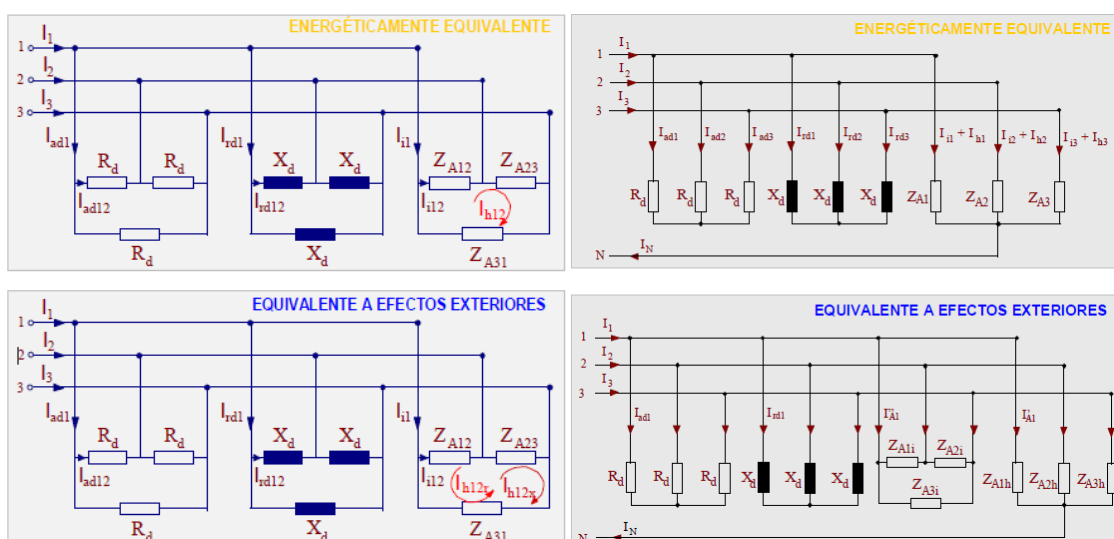


Figura 3.7.6.1.1– Redes Equivalentes en Triángulo y Estrella.

3.7.7 FILTRO DE SECUENCIA

Los filtros de secuencia son dispositivos pasivos, formados por bobinas y condensadores, capaces de equilibrar la asimetría de cualquier receptor o instalación desequilibrada.

El conjunto filtro-receptor absorbe sólo corrientes equilibradas de la misma secuencia de fases que las excitaciones mientras que el filtro suministra al receptor las corrientes de desequilibrio.

Los filtros de secuencia son iguales y contrarios a las redes de desequilibrio a efectos exteriores del receptor desequilibrado, de tal forma que compensan sus efectos.

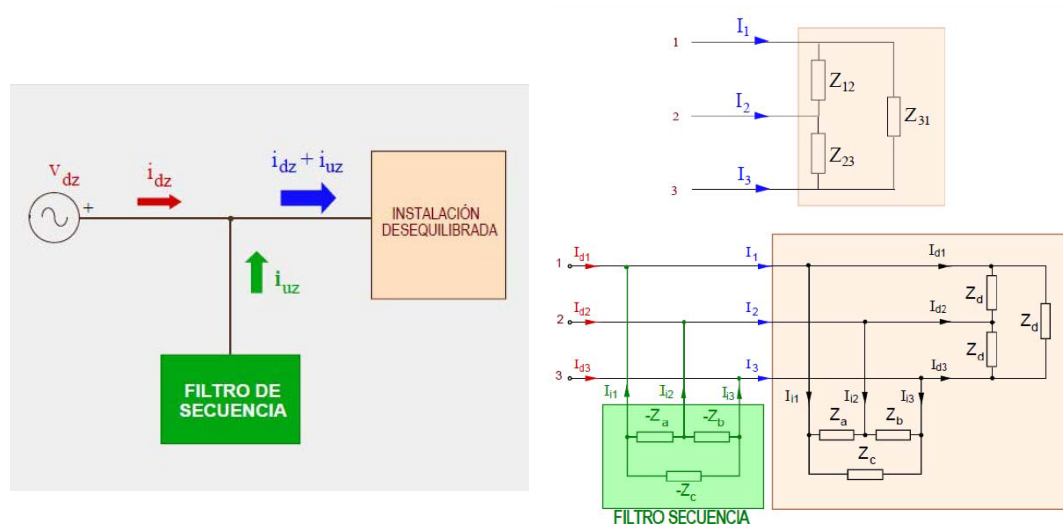


Figura 3.7.7.1– Esquema Filtro de Secuencia.

La falta de asimetría es una ineficiencia que no suele considerarse, pero podemos citar una serie de efectos que produce esta en los sistemas eléctricos:

1. Disminuye la eficiencia en la instalación, ya que los desequilibrios, provocan energías no útiles que se cuantifican por medio de la potencia de asimetría, y esta magnitud incrementa el valor de la potencia aparente del sistema, reduciendo la eficiencia del mismo, y limitando su capacidad.
2. Los desequilibrios provocan, diferentes valores de tensiones y corrientes, solución es usar sistemas en estrella con neutro, no obstante la Z del neutro no siempre se puede despreciar.

3. Funcionamiento incorrecto de receptores y máquinas eléctricas, en los transformadores de distribución (triángulo-estrella) se provocan corrientes homopolares, y en los motores las corrientes inversas, provocan pares de frenado y calentamientos. (Por normativa se limitan los desequilibrios dentro de los sistemas).
4. Mal funcionamiento de los equipos de compensación, ya que no se puede compensar de manera efectiva en todas las fases del sistema, lo que provoca una falta de compensación en algunas fases y una sobrecompensación en otras.

Las impedancias del filtro de secuencia para un receptor o instalación en triángulo (solo componente inversa) tienen los valores contrarios a los obtenidos de la red de desequilibrio equivalente a efectos exteriores siguiente:

$$Z_{A1i} = \frac{U_{12d}}{I_{A12}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$

$$Z_{A2i} = \frac{U_{23d}}{I_{A23}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3}}$$

$$Z_{A3i} = \frac{U_{31d}}{I_{A31}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{\frac{1}{R_3} - \frac{1}{R_1}}$$

Fórmulas 3.7.7.1– Fórmulas Filtro de Secuencia en Instalación Triángulo.

Las impedancias del filtro de secuencia para un receptor o instalación en estrella (secuencia inversa y homopolar) tienen los valores contrarios a los obtenidos de la red de desequilibrio equivalente a efectos exteriores siguiente:

Red Inversa:

$$Z_{A1i} = \frac{U_{12d}}{I_{A12}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2}}$$

$$Z_{A2i} = \frac{U_{23d}}{I_{A23}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3}}$$

$$Z_{A3i} = \frac{U_{31d}}{I_{A31}} = \frac{3\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{\frac{1}{R_3} - \frac{1}{R_1}}$$

Fórmulas 3.7.7.2 – Fórmulas Filtro de Secuencia en Instalación Estrella (I).

Red Homopolar:

$$Z_{A1h} = \frac{U_{1d}}{I_{A1}} = \frac{U_{1d}}{I_{h1} + I_{iX1} - I_{iR1}} = \frac{3}{-j\sqrt{3} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_3} \right) + \frac{2}{X_1} - \frac{1}{X_2} - \frac{1}{X_3}}$$

$$Z_{A2h} = \frac{U_{2d}}{I_{A2}} = \frac{U_{2d}}{I_{h2} + I_{iX2} - I_{iR2}} = \frac{3}{-j\sqrt{3} \left(\frac{1}{R_3} - \frac{1}{R_1} \right) - \frac{1}{X_1} + \frac{2}{X_2} - \frac{1}{X_3}}$$

$$Z_{A3h} = \frac{U_{3d}}{I_{A3}} = \frac{U_{3d}}{I_{h3} + I_{iX3} - I_{iR3}} = \frac{3}{-j\sqrt{3} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) - \frac{1}{X_1} - \frac{1}{X_2} + \frac{2}{X_3}}$$

Fórmulas 3.7.7.2 – Fórmulas Filtro de Secuencia en Instalación Estrella (II).

3.7.8 CÁLCULO DEL FILTRO DE SECUENCIA

El régimen de tensiones de nuestra instalación será de una frecuencia de 50 Hz, secuencia directa y presentará una tensión de 400 V compuesta y 230 V de tensión simple. Por tanto tendremos:

$$\begin{aligned} V_{RN} &= 230 \angle 0^\circ \text{ V} & V_R &= 400 \angle 30^\circ \text{ V} \\ V_{SN} &= 230 \angle -120^\circ \text{ V} & V_S &= 400 \angle -90^\circ \text{ V} \\ V_{TN} &= 230 \angle 120^\circ \text{ V} & V_T &= 400 \angle 150^\circ \text{ V} \end{aligned}$$

Nuestras instalaciones presentan un funcionamiento normal equilibrado, pero en determinados casos, como es cuando debemos usar la iluminación en las pistas exteriores, se producirá un desequilibrio entre fases.

Tras previos estudios hemos determinado que por condiciones atmosféricas y de luz, el uso normal de la iluminación de las pistas se limita en la mayoría de los casos al uso de las pistas de pádel y una media de uso de una pista de tenis a mayores.

Por tanto partiremos para este caso de los siguientes datos obtenidos del anexo de instalaciones eléctricas:

CIRCUITO	R	S	T
Alumbrado (W)	20.060	5.660	5.660
Fuerza (W)	19.590	19.590	19.590
Total (W)	39.650	25.250	25.250

cos ϕ	0,998
------------	-------

Tabla 3.7.8.1.1– Datos de Partida.

Utilizando la siguiente fórmula obtendremos la intensidad consumida por fase:

$$P = \sqrt{3}VI\cos\varphi \quad (3.7.8.1.1)$$

Obtendremos el ángulo de la intensidad por medio de la siguiente fórmula:

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I \quad (3.7.8.1.2)$$

Obtendremos los siguientes valores para las corrientes:

$$I_R = 57,3445 \angle -3,6243^\circ \text{ A}$$

$$I_S = 36,5183 \angle -123,6243^\circ \text{ A}$$

$$I_T = 36,5183 \angle 116,3757^\circ \text{ A}$$

Tras esto calcularemos la impedancia equivalente serie (Z_S) a partir de los valores de tensión simple e intensidad por fase:

$$Z_S = \frac{V}{I} \quad (3.7.8.1.3)$$

$$Z_{RS} = 4,0028 + j0,2535 \Omega$$

$$Z_{SS} = 6,2856 + j0,3981 \Omega$$

$$Z_{TS} = 6,2856 + j0,3981 \Omega$$

Una vez calculada la impedancia equivalente serie (Z_S), calcularemos la admitancia serie (Y_S) siendo esta la inversa de la impedancia:

$$Y_S = \frac{1}{Z_S} = G + jB \quad (3.7.8.1.4)$$

$$Y_{RS} = 0,2488 - j0,0158 \text{ S}$$

$$Y_{SS} = 0,1585 - j0,01 \text{ S}$$

$$Y_{TS} = 0,1585 - j0,01 \text{ S}$$

Como sabemos, los valores inversos de G y B son los valores de la resistencia y la reactancia paralelo para la línea, obteniendo los siguientes valores:

$$R_{RP} = 4,0193 \Omega \quad X_{RP} = j63,2911 \Omega$$

$$R_{SP} = 6,3091 \Omega \quad X_{SP} = j100 \Omega$$

$$R_{TP} = 6,3091 \Omega \quad X_{TP} = j100 \Omega$$

Como nuestra instalación será a 4 hilos, a partir de los valores anteriormente calculados y las fórmulas 3.7.7.2 calcularemos el valor del filtro:

- Red Inversa:

$$Z_{RSi} = 28,7716 \angle -90^\circ \Omega$$

$$Z_{STi} = \infty \text{ (Apertura)}$$

$$Z_{TRi} = 28,7716 \angle 90^\circ \Omega$$

- Red Homopolar:

$$Z_{RH} = 258,6207 \angle -90^\circ \Omega$$

$$Z_{SH} = 18,4952 \angle 90^\circ \Omega$$

$$Z_{TH} = 19,9198 \angle -90^\circ \Omega$$

Para calcular los valores de los componentes del filtro usaremos las siguientes fórmulas:

$$X_L = \omega L \quad (3.7.8.1.5)$$

$$X_C = \frac{1}{\omega C} \quad (3.7.8.1.6)$$

Obtendremos los siguientes valores:

$$Z_{RSi} \rightarrow C = 111 \mu\text{F}$$

$$Z_{STi} \rightarrow \infty \text{ (Apertura)}$$

$$Z_{TRi} \rightarrow L = 92 \text{ mH}$$

$$Z_{RH} \rightarrow C = 12 \mu\text{F}$$

$$Z_{SH} \rightarrow L = 59 \text{ mH}$$

$$Z_{TH} \rightarrow C = 160 \mu\text{F}$$

Tras calcular los componentes observaremos si nos ha equilibrado el sistema. Para ello calcularemos las intensidades que circulan por el filtro y por medio de la Ley de Kirchhoff de Intensidades observaremos el valor final por la línea:

- Red Inversa:

$$I_{RSi} = 13,9026 \angle 120^\circ \text{ A}$$

$$I_{STi} = 0 \text{ A}$$

$$I_{TRi} = 13,9026 \angle 60^\circ \text{ A}$$

Aplicando Ley de Kirchhoff de Intensidades

$$I_{Ri} = 13,9026 \angle 180^\circ \text{ A}$$

$$I_{Si} = 13,9026 \angle -60^\circ \text{ A}$$

$$I_{Ti} = 13,9026 \angle 60^\circ \text{ A}$$

- Red Homopolar:

$$I_{RH} = 0,8893 \angle 90^\circ \text{ A}$$

$$I_{SH} = 12,4357 \angle 150^\circ \text{ A}$$

$$I_{TH} = 11,5463 \angle -150^\circ \text{ A}$$

- Valores Finales por la Línea:

$$I_R = 43,40 \angle -3,61^\circ \text{ A}$$

$$I_S = 43,40 \angle 123,57^\circ \text{ A}$$

$$I_T = 43,40 \angle 116,30^\circ \text{ A}$$

Observamos que el filtro equilibra la corriente en las tres fases.

3.7.9 INSTALACIÓN DEL FILTRO

Nuestro filtro de secuencia irá instalado junto al Cuadro de Protección y Medida e irá conectado al mismo mediante una terna de cables unipolares de sección $4 \times (1 \times 10 \text{ mm}^2) + \text{TT}$ que irán instalados bajo tubo. Este filtro estará conectado a un contacto normalmente abierto y se activará en el momento que detecte la activación de la iluminación para las pistas de pádel y la de tenis por medio de un autómata programable o equivalente. El conductor será tipo RZ1-K, Afumex Easy del fabricante Pirelli o equivalente.

Para proteger esta línea se utilizará un interruptor automático de $4 \times 50 \text{ A}$ y un interruptor diferencial de $4 \times 63 \text{ A}$ con una sensibilidad de 300 mA .

Instalación	Línea	Longitud (m)	Fase	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU_{REAL} (%)	$\Delta U_{\text{MÁX}}$ (%)
Filtro de Secuencia	LFS	0,50	R, S, T	30009	1893	30068	B1	10	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	66,16	43,40	60	0,09	1,50

Tabla 3.7.9.1 – Dimensionado del cableado y protecciones.

3.7.10 CUANTIFICACIÓN DE PÉRDIDAS

Aplicando el teorema de Stokvis – Fortescue hallaremos las componentes simétricas para la intensidad antes de la instalación del filtro, obteniendo:

$$I_{RD} = 43,46 \angle -3,62^\circ \text{ A}$$

$$I_{Ri} = 6,94 \angle -3,62^\circ \text{ A}$$

$$I_{RH} = 6,94 \angle -3,62^\circ \text{ A}$$

Una vez obtenidos estos valores, aplicamos la fórmula de la potencia de asimetría de las fórmulas 3.7.3.3.1, obteniendo:

$$A = 6.774 \text{ VA (Asimetría)}$$

Tras la instalación del filtro, la asimetría se volverá nula y con ello aumentaremos la eficiencia de nuestra instalación. La asimetría cuantificará los vatios inutilizados debido al desequilibrio.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO VIII – GENERACIÓN HÍBRIDA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO – VIII GENERACIÓN HÍBRIDA

3.8.1 OBJETO	3
3.8.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES EÓLICA	3
3.8.2.1 Introducción a la energía eólica	3
3.8.2.2 Evaluación del emplazamiento	4
3.8.2.2.1 Rosa de los Vientos	4
3.8.2.2.2 Orografía	5
3.8.2.2.3 Obstáculos	5
3.8.2.2.4 Rugosidad y Perfil de Viento	7
3.8.2.2.5 Altura de Montaje	8
3.8.2.3 Análisis de Viabilidad	9
3.8.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES FOTOVOLTAICA	10
3.8.3.1 Tipos de Placas Solares	11
3.8.3.2 Tipos de Instalaciones Fotovoltaicas	12
3.8.3.3 Normativa de Aplicación	14
3.8.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	16
3.8.5 CÁLCULO DE PRODUCCIÓN	19
3.8.5.1 Cálculo de la Producción Eólica	19
3.8.5.2 Cálculo de la Producción Fotovoltaica	23
3.8.5.3 Cálculo de la Producción Neta	26
3.8.6 COMPONENTES INSTALACIÓN	28
3.8.6.1 Regulador Eólico	28

3.8.6.2 Inversores	30
3.8.6.3 Dimensionado de cableado.....	32

ANEXO VIII – GENERACIÓN HÍBRIDA

3.8.1 OBJETO

El presente anexo tiene por finalidad definir, describir y calcular los requisitos técnicos de una generación híbrida de energía solar fotovoltaica y eólica a instalar en el presente proyecto y evaluar la rentabilidad de la misma.

3.8.2 CARACTERÍSTICAS GENERALES EÓLICA

3.8.2.1 Introducción a la energía eólica

En palabras muy generales el viento es el resultado del flujo de aire entre zonas con presiones de aire distintas, que se calientan debido a la incidencia de radiación solar, así, la energía eólica es energía solar convertida en energía eólica.

La forma en que aparece el viento (velocidad, dirección, turbulencia,...) es complicada de predecir debido a que depende de distintos factores globales y locales: rotación de la tierra, posición de la luna, diferencia de temperaturas global y local, orografía de terreno, rugosidad de la superficie, obstáculos, etc.

Sólo estudios y observaciones exhaustivos, gracias a la cada vez mayor potencia de la informática y los métodos estadísticos, son capaces de acercarnos a valores reales. Con estos modelos de datos se puede intentar estimar el potencial eólico en un emplazamiento concreto.



Figura 3.8.2.1.1 – Flujo del Viento.

3.8.2.2 Evaluación del emplazamiento

3.8.2.2.1 Rosa de los Vientos

La Rosa de los Vientos es esencial para determinar el emplazamiento de la instalación.

- Rosa de los Vientos de Procedencia:

Su utilidad principal radica en que proporciona la dirección o direcciones principales con su frecuencia en un diagrama circular del permitiendo así ubicar el aerogenerador en el sitio idóneo.

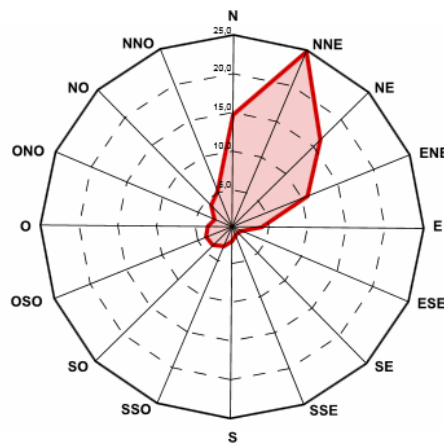


Figura 3.8.2.2.1.1 – Rosa de los Vientos de Procedencia.

- Rosa de los Vientos de Potencia:

En caso de que no se distinga claramente el viento dominante, se utiliza además un diagrama que muestra las direcciones principales de máxima potencia, siendo la potencia proporcional al cubo de la velocidad del viento.

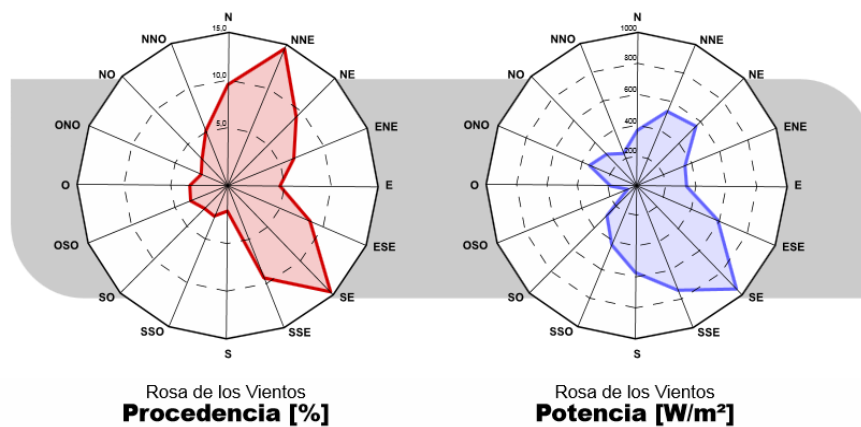


Figura 3.8.2.2.1.2 – Rosa de los Vientos de Potencia.

3.8.2.2.2 Orografía

La orografía es otro factor importante a tener en cuenta en la instalación de un generador eólico. Los accidentes del terreno suaves como colinas o vaguadas influyen positivamente en la aceleración local del viento.

En cambio, un accidente abrupto disipa la energía del viento debido las turbulencias generadas.

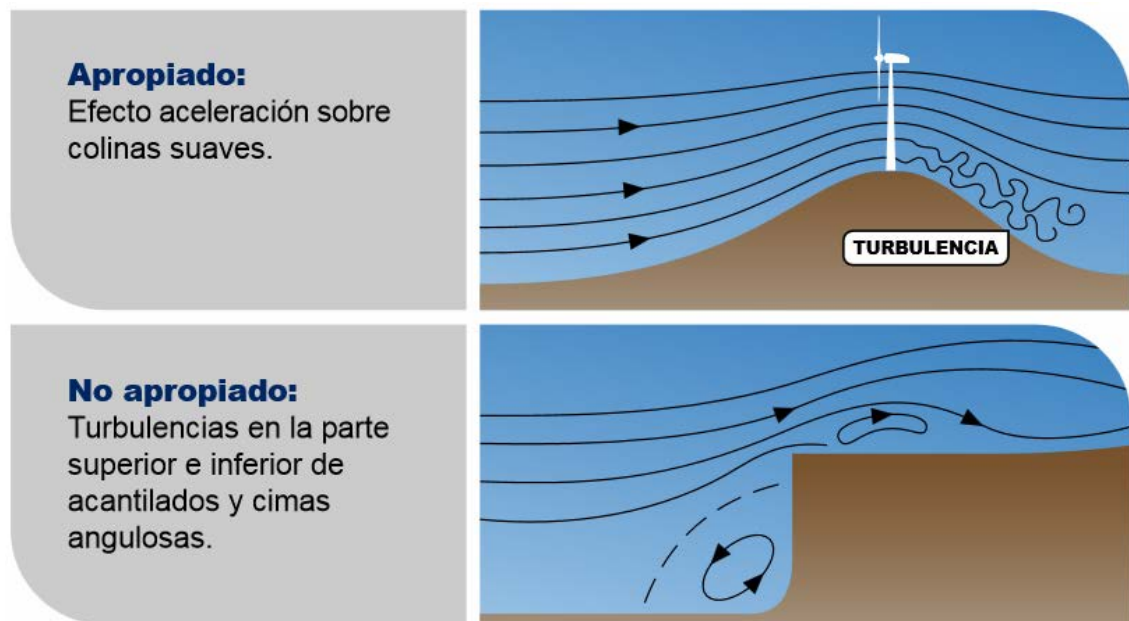


Figura 3.8.2.2.2.1 – Efectos Orografía.

3.8.2.2.3 Obstáculos

En la mayoría de casos los obstáculos son edificios y árboles que desvían el viento y producen turbulencias, por lo que deben ser tenidos en cuenta y evitados al buscar la mejor ubicación. Hay dos tipos de obstáculos:

- **Porosos:** son los que dejan pasar parte del viento, unos ejemplos de ellos podrían ser arbustos, árboles, verjas, vallas, torres de celosía e incluso otros aerogeneradores. En la práctica, y si es imposible evitarlos, se aconseja instalar el aerogenerador a entre 7 y 10 veces el diámetro del obstáculo.

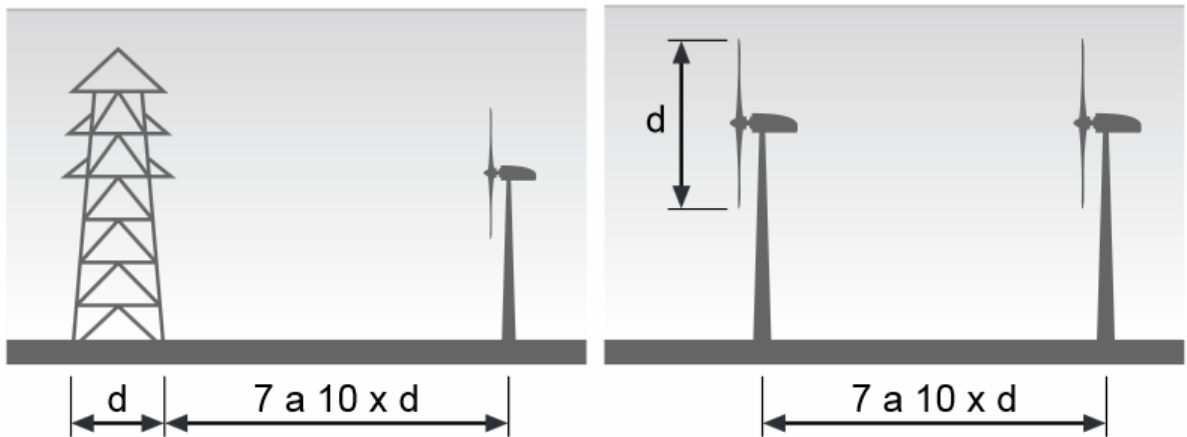


Figura 3.8.2.2.3.1 – Obstáculos Porosos.

- No Porosos: son los que no dejan pasar el viento, un ejemplo de ellos podrían ser casas, muros y vallas o densas arboladas que no dejan pasar el viento y crean fuertes turbulencias. Es muy aconsejable instalar el aerogenerador a barlovento del obstáculo (por delante).

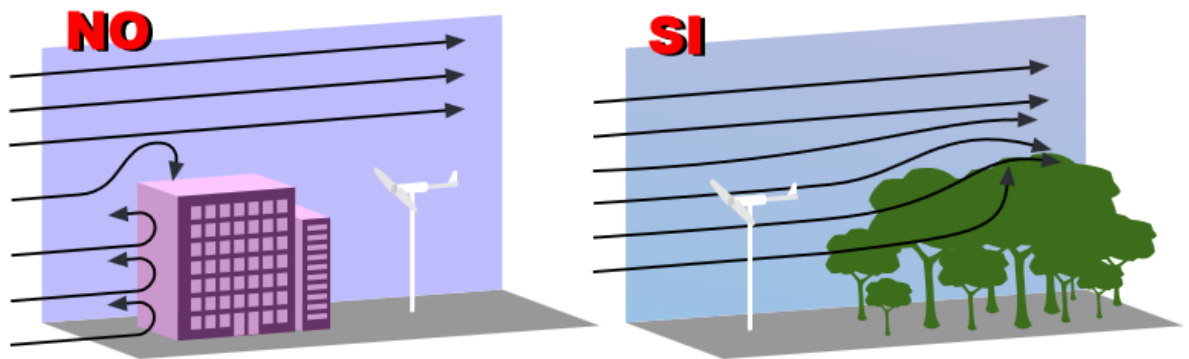


Figura 3.8.2.2.3.2 – Obstáculos No Porosos.

3.8.2.2.4 Rugosidad y Perfil de Viento

La rugosidad del terreno determina como aumenta la velocidad del viento con la altura respecto al suelo. Como se observa, hay una relación logarítmica entre la rugosidad y la velocidad del viento con perfiles de viento distintos para cada suelo. Por ello, en general, la velocidad del viento aumenta con la altura. Además, el perfil de velocidad de viento se pronuncia más con el aumento de la rugosidad del suelo y la velocidad disminuye.

La rugosidad mínima, o de clase 0 se da en medios acuáticos como el mar, mientras que la muy notable de clase 3 implica cercanías de bosques, áreas urbanas, etc.

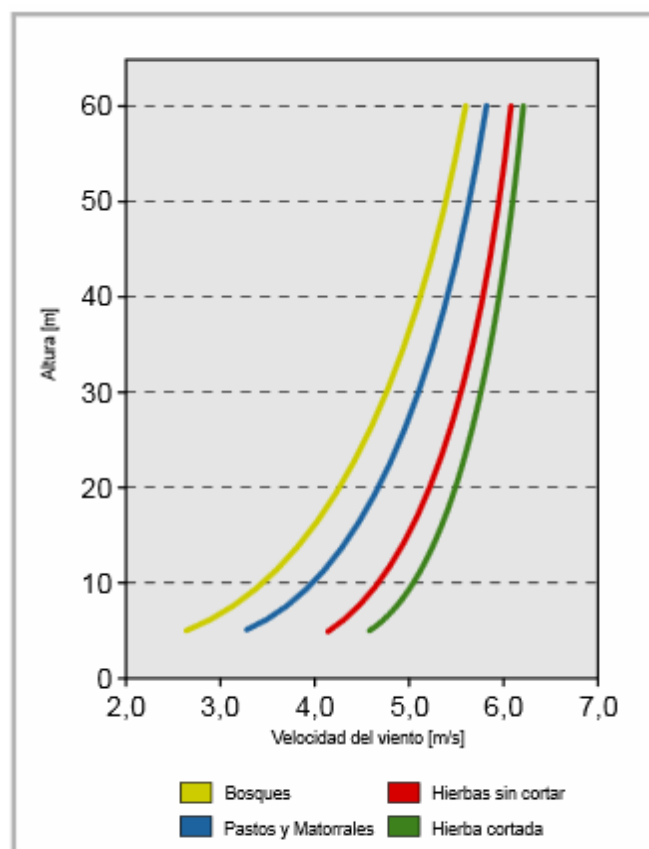


Figura 3.8.2.2.4.1 – Relación Rugosidad – Perfil de Viento.

3.8.2.2.5 Altura de Montaje

Como altura de montaje se entiende la altura del buje desde el suelo. Es aconsejable tomar una altura de buje mínima de 10 metros, contando desde la altura de desplazamiento.

La altura de desplazamiento se toma cuando el aerogenerador está montado dentro de un área de vegetación específica y suele coincidir con la mitad de la altura media de la vegetación circundante excepto si se trata de vegetación muy densa y poco porosa, en cuyo caso se tomará la altura total de la vegetación.

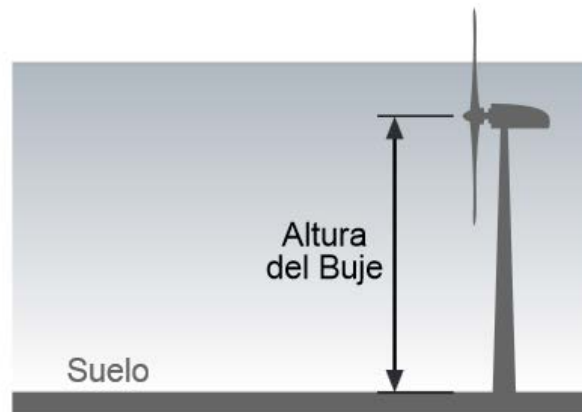


Figura 3.8.2.2.5.1 – Altura de Buje.

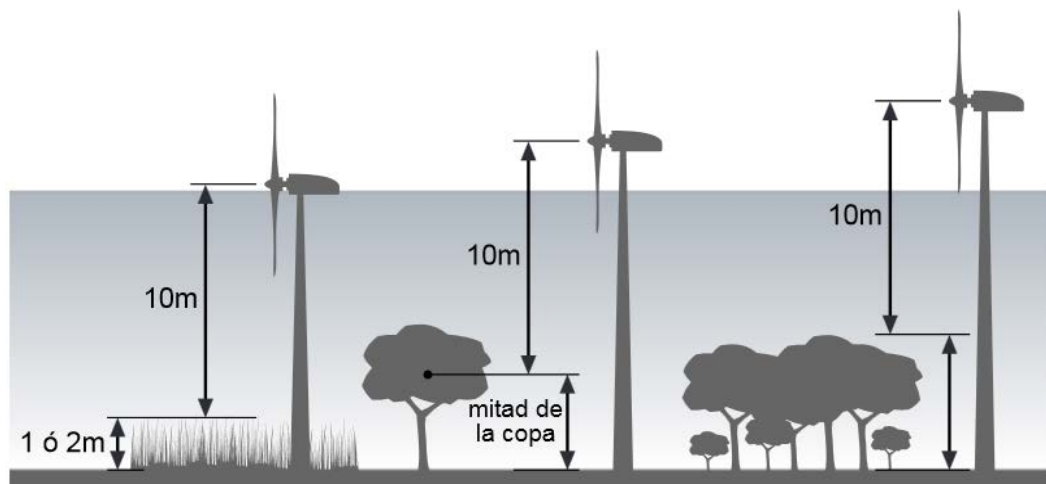


Figura 3.8.2.2.5.2 – Alturas respecto diferentes obstáculos.

3.8.2.3 Análisis de Viabilidad

Al analizar la instalación de un generador de mini-eólica debemos preguntarnos si disponemos del recurso eólico suficiente para generar electricidad con un aerogenerador de forma regular.

Para ello realizaremos una consulta sobre el recurso eólico de nuestra localidad por medio del atlas eólico de España por medio de la web del IDAE (Instituto de Ahorro de Energía) en donde observaremos la velocidad media del viento.

Según las características de cada aerogenerador, el viento medio mínimo para un buen funcionamiento puede variar. De forma general, la viabilidad de una instalación mini-eólica empieza a partir de unos 4-5 m/s de velocidad del viento media.

Si cumplimos con este requisito o nos situamos en valores cercanos, podemos avanzar en el estudio de posibilidades para realizar la instalación. De todas formas, lo recomendable es realizar medidas de disponibilidad de viento in-situ con una empresa especializada.

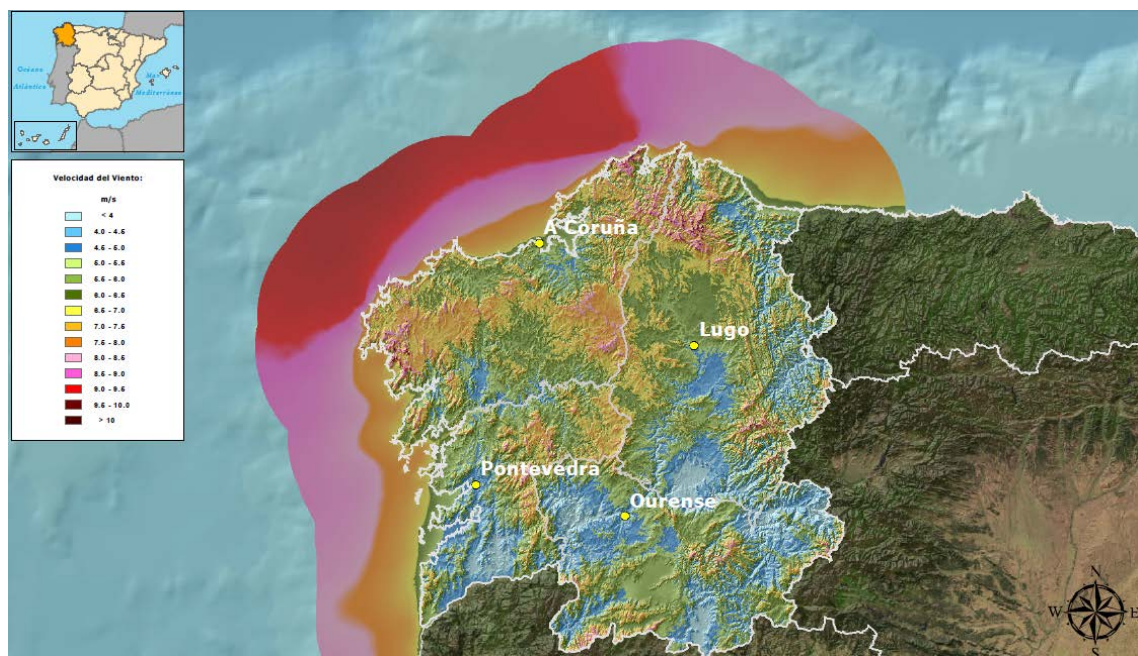


Figura 3.8.2.3.1 – Velocidad Media Anual Viento para Galicia.

Para optimizar el rendimiento del aerogenerador, y prolongar su vida útil, el emplazamiento debe estar bien expuesto al viento y contar con un bajo grado de turbulencias (poca rugosidad).

Se ha demostrado que es poco aconsejable los emplazamientos urbanos (muy rugosos) excepto en edificios altos o zonas periurbanas.

En cuanto a la alineación de varios aerogeneradores, es preferible agruparlos en una hilera perpendicular a la dirección principal del viento.

3.8.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES FOTOVOLTAICA

Una instalación solar fotovoltaica de abastecimiento aprovecha la radiación solar para generar energía eléctrica.

Los sistemas que conforman la instalación solar fotovoltaica son los siguientes:

- A) Sistema Generador Fotovoltaico: compuesto de módulos que a su vez contienen un conjunto elementos semiconductores conectados entre sí, denominados células, y que transforman la energía solar en energía eléctrica.
- B) Inversor: elemento que transforma la corriente continua producida por los módulos en corriente alterna de las mismas características que la de la red eléctrica.
- C) Protecciones: elementos de seguridad, de maniobra, de medida y auxiliares.

Por otra parte, tendremos como referencia de potencia pico o potencia máxima aquella que se obtiene del módulo trabajando a las condiciones standard, es decir, con una irradiancia de 1.000 W/m^2 y una temperatura de célula de 25°C .

3.8.3.1 Tipos de Placas Solares

Las células fotovoltaicas o paneles son sólo una forma de generar electricidad a partir de energía solar. Las células fotovoltaicas son de silicio, si bien el silicio es un mineral muy abundante, la fabricación de células solares tiene que estar en un ambiente muy limpio. Esto hace que los costes de producción sean altos. Una célula fotovoltaica se construye con dos tipos de silicio, que cuando son golpeados por la energía solar, producen una diferencia de potencial entre ellos y, si está conectado a un circuito eléctrico, provocará una circulación de corriente. Existen tres tipos de placas fotovoltaicas:

- Paneles monocristalinos: conformados por un solo cristal de silicio. Estos son los más eficientes y caros de producir. También son rígidos y deben ser montados en una estructura rígida para su protección.
- Paneles policristalinos: conformados por un gran número de cristales de silicio. Son un poco menos eficientes y costosos que los monocristalinos.
- Paneles con células amorfas: son manufacturados mediante la colocación de una fina capa de amorfo (no cristalino) de silicio sobre una amplia variedad de superficies. Estos son los menos eficiente y menos costoso de producir de los tres tipos. Debido a la naturaleza amorfa, si se fabrica sobre una superficie flexible el panel puede ser completamente flexible.

Una característica de las células amorfas es que su potencia se reduce con el tiempo, especialmente durante los primeros meses, después se volverá básicamente estable.

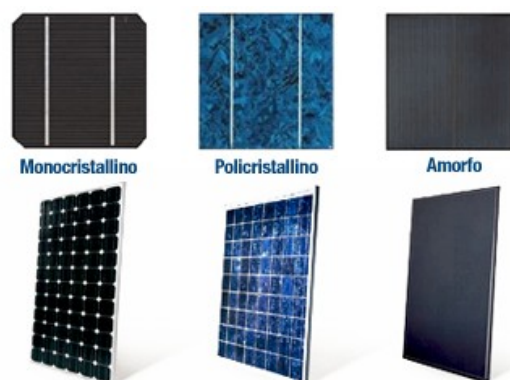


Figura 3.8.3.1.1 – Tipos de paneles solares fotovoltaicos.

3.8.3.2 Tipos de Instalaciones Fotovoltaicas

Existen tres diferentes maneras de instalar energía solar fotovoltaica, en función de la conexión con la red eléctrica de las compañías eléctricas:

- Instalación Fotovoltaica Aislada: se denomina a la instalación que no llega efectivamente la red eléctrica, o a puntos de consumo que, aun teniendo acceso a esta, no la utilizan. Se trata de instalaciones en las que se suelen dotar de sistemas fotovoltaicos, eólicos o sistemas híbridos además de precisar sistemas de almacenamiento de energía como baterías o acumuladores, dimensionados óptimamente para mantener un servicio continuado, antes de que llegue al 80% de descarga, para evitar que se estropee, se debe de recargar las baterías. Se debe disponer de un grupo electrógeno a gasóleo que se encarga de generar electricidad cuando no hay radiación solar, o cuando se gasta la batería. Suele integrarse dentro de un sistema de generación híbrida fotovoltaica – eólica.

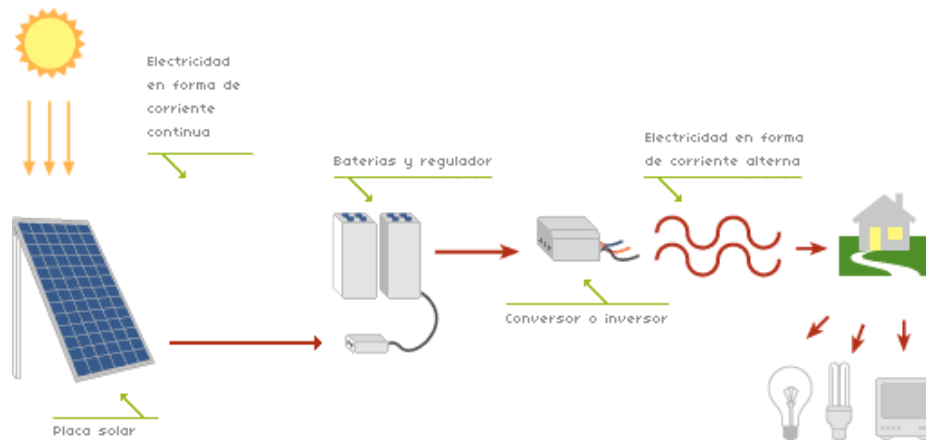


Figura 3.8.3.2.1 – Instalación Fotovoltaica Aislada.

- Sistemas Fotovoltaicos Conectados a Red:
 - Instalación Fotovoltaica Asistida: se denomina a la instalación en la que la conexión a red y la generación fotovoltaica están trabajando simultáneamente. Cuando la instalación solar produce más energía de la consumida, esta se perdería (inyección 0). Es la denominada modalidad de Auto-Consumo, y esta estaría sujeta a un impuesto de respaldo según el Real Decreto Solar.
 - Instalación Fotovoltaica Interconectada: de carácter similar a la instalación fotovoltaica asistida, la diferencia radicaría en que el sobrante de electricidad producido por la instalación se vertería en la red. En este caso no sería necesario la instalación de baterías, ya que la red actuaría de batería y además debería instalarse un contador de doble lectura con el fin de realizar un balance neto.

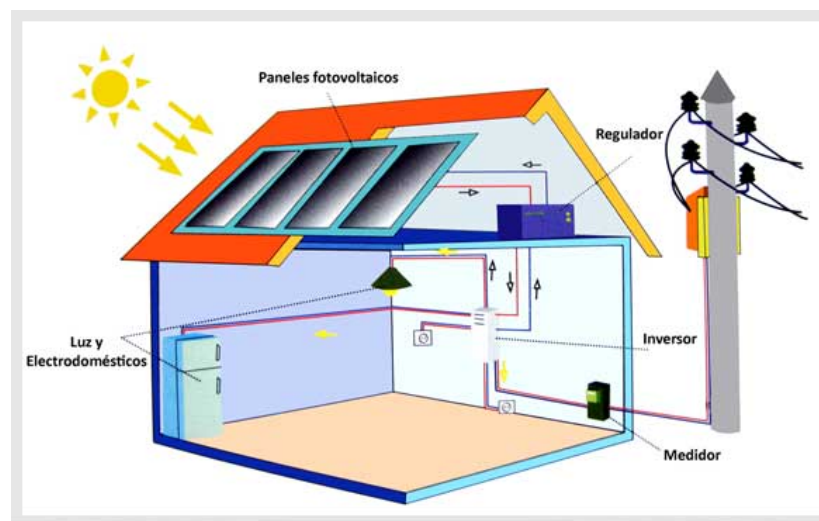


Figura 3.8.3.2.2 – Instalación Fotovoltaica Conectada a Red.

3.8.3.3 Normativa de Aplicación

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT):

A falta de una regulación específica, se permite a los usuarios que quieran contar con una instalación fotovoltaica, acogerse al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, para legalizarla.

Esta norma, que fija la baja tensión como aquella que es menor o igual a 1.000 V en corriente alterna o 1.500 V en corriente continua, reconoce una tipología de instalaciones que funciona interconectada (fotovoltaica y la red eléctrica funcionan en paralelo) pero que debe cumplir una importante condición: que sea de inyección 0, o lo que es lo mismo, que no vierta excedentes a la red eléctrica (Instalación Fotovoltaica Asistida).

- Real Decreto 1699/2011:

En algunos países, los consumidores que cuentan con placas solares fotovoltaicas o algún otro tipo de instalación de generación eléctrica y que se mantienen conectados a la red cuentan con la posibilidad verter los excesos de producción que en el momento no están utilizando y a cambio cuentan con un descuento cuando necesitan más energía de la que pueden producir. Es lo que se llama balance neto. En España no está permitido por la legislación vigente.

Para regularizar las instalaciones como de baja tensión el usuario tiene que asegurarse de que no tendrá excesos de producción, calculando a la baja la capacidad de su instalación o instalando dispositivos que quemen o reduzcan la energía generada si se acerca al nivel de la consumida. Es preferible quedarse corto y pagar algo más en la factura de la luz que pasarse, ya que entonces la instalación no queda recogida por el reglamento de baja tensión, sino que se englobaría en el RD 1699/2011, por el que se regula la conexión a la red de instalaciones de producción de energía eléctrica de poca potencia, impidiendo el uso de baterías y acumuladores, además de aumentar, complicar y encarecer los trámites.

- Código Técnico de la Edificación (CTE):

El documento básico HE, sección HE 5, determina la contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica. Esta normativa es de aplicación a:

1. Edificios de nueva construcción y a edificios existentes que se reformen íntegramente, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, para los usos indicados en la tabla siguiente cuando se superen los 5.000 m² de superficie construida.
2. Ampliaciones en edificios existentes, cuando la ampliación corresponda a alguno de los usos establecidos en tabla siguiente y la misma supere 5.000 m² de superficie construida.

TIPOS DE USO
Hipermercado
Multi-Tienda y Centros de Ocio
Nave de Almacenamiento y Distribución
Instalaciones Deportivas Cubiertas
Hospitales, Clínicas y Residencias Asistidas
Pabellones de Recintos Feriales

Tabla 3.8.3.3.1 – Ámbitos de Aplicación.

Se considerará que la superficie construida incluye la superficie del aparcamiento subterráneo (si existe) y excluye las zonas exteriores comunes.

En nuestro caso tendremos una superficie menor de 5.000 m², por lo cual esta normativa no sería de obligatorio cumplimiento.

- Pliego de Condiciones Técnicas (IDAE):

Para el dimensionado de la instalación se debe seguir el pliego de condiciones técnicas del IDAE, ya siendo para una instalación aislada (Rev. Febrero 2009), como para una instalación con conexión a red (Rev. Febrero 2011).

3.8.4 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

En nuestro caso se montará una combinación de equipos para poder generar de forma natural por medio del viento y el sol. Como tenemos un local de pública concurrencia que necesita tener una continuidad de servicio instalaremos un sistema híbrido de generación con conexión a red, además tendremos imposibilitada la instalación de baterías o acumuladores según el RD 1699/2011. Nuestra instalación será la siguiente:



Figura 3.8.4.1 – Esquema Sistema Generación con Conexión a Red.

Los componentes principales de generación en nuestra instalación serán los siguientes:

- Generador Mini-Eólica:

En nuestro caso se instalará el generador Enair 70, con las siguientes características:

GENERADOR MINI-EÓLICO ENAIR 70	
Número de Hélices	3
Material de Hélices	Fibra de Vidrio con Resinas Epoxi
Generador	250 RPM 24 polos Imanes de Neodimio
Potencia	5.500 W
Potencia Nominal Curva	3.500 W
Voltaje	24 / 48 / 220 V
Clase de Viento	EC / NVN I - A
Diámetro	6,1 m
Sentido de Giro	Horario
Área de Barrida	13,20 m ²
Peso	165 kg
Aplicaciones	Conexión Aislada o a Red
Viento para arranque	2 m/s
Velocidad Nominal	11 m/s
Velocidad Regulación Paso Variable	14 m/s
Temperatura de Trabajo	-65 a +60°
Tipo	Rotor Horizontal a Barlovento
Orientación	Timón de Orientación
Control de Potencia	Sistema de paso variable, centrífugo
Transmisión	Directa
Freno	Eléctrico por conmutación de fases
Regulador de Carga	Reg. Carga con filtro PWM
Inversor	Eficiencia 95-98% con algoritmo MPPT
Ruido	Reducción al mínimo, 1% superior ambiente
Protección Anti-Corrosión	Resistente a UV
Vida Útil	Más de 25 años
Torre	12, 15 o 18 m, abatible, atirantada o celosía

Tabla 3.8.4.1 – Características Generador Mini-Eólico.

De las características del fabricante obtendremos también la curva de potencia del aerogenerador:

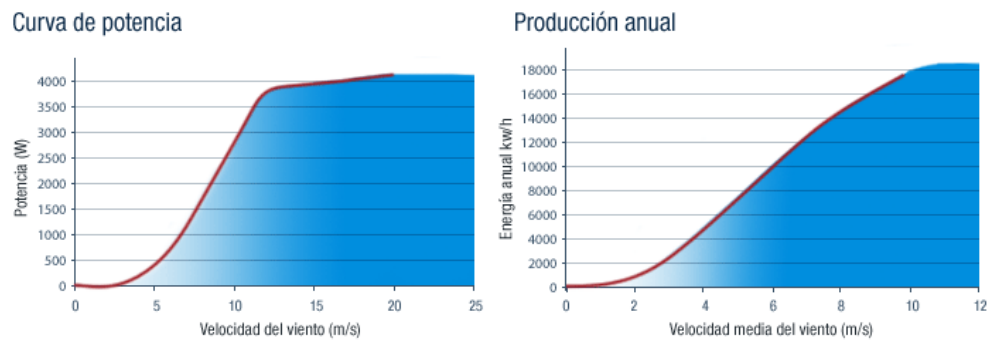


Figura 3.8.4.2 – Curvas de Potencia y Producción del Generador.

- Generador Fotovoltaico:

En nuestro caso se colocarán paneles fotovoltaicos A-260P GSE del fabricante Atersa, del cual obtenemos los datos:

PANEL FOTOVOLTAICO ATERSA A-260P GSE	
CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
Potencia Máxima (P_M)	260 W
Tensión Máxima Potencia (V_M)	31,62 V
Corriente Máxima Potencia (I_M)	8,28 A
Tensión Circuito Abierto (V_{OC})	39,60 V
Corriente Cortocircuito (I_{SC})	8,67 A
Eficiencia Módulo	15,59 %
Tolerancia de Potencia	0/+5
Máxima Serie Fusibles (A)	15
Máxima Tensión del Sistema	DC 1.000V (IEC) / DC 600V (UL)
Temperatura de Funcionamiento Normal	46±3
(STC: 1 kW/m ² , 25 °C±2 °C y AM 1,5)*	
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS	
Dimensiones	1.638 x 995 x 40 mm
Peso	17,8 kg
Máxima Carga Estática Frontal	5.400 Pa
Máxima Carga Estática Posterior	3.400 Pa
CARACTERÍSTICAS DE TEMPERATURA	
Coeficiente Temperatura I_{SC}	0,07%/°C
Coeficiente Temperatura V_{OC}	-0,33%/°C
Coeficiente Temperatura P_M	-0,43%/°C
Temperatura Funcionamiento	-40 a +85°C
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	
Células	60 células (6x10) Policristalinas
Cubierta Frontal / Marco	Cristal Templado / Aleación Alum. Anodizado

Tabla 3.8.4.2 – Características Paneles Solares Fotovoltaicos.

3.8.5 CÁLCULO DE PRODUCCIÓN

3.8.5.1 Cálculo de la Producción Eólica

La energía cinética que posee una masa de aire que se desplaza es el contenido energético del viento que interesa aprovechar y viene determinando por la llamada “Ley del cubo”:

$$E = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (3.8.5.1.1)$$

Siendo:

- E = energía producida en J.
- A = área interceptada por el generador eólico en m².
- ρ = densidad del aire en kg/m³.
- v = velocidad del viento en m/s.

Potencia de la turbina:

La extracción de potencia del viento con turbinas modernas y sistemas de conversión de energía es una industria establecida. El mercado de potencias abarca máquinas de diferentes valores desde los diseñados para pequeños consumos particulares hasta aquellos que sirven como aporte de energía a la red en los parques eólicos.

La mayoría de las máquinas se construyen para la producción de electricidad bien acopladas a la red o de modo autónomo como es el caso de este aerogenerador, utilizado para abastecer de energía eléctrica nuestra instalación.

La potencia extraída del viento viene expresada de la siguiente forma:

$$P_T = C_P A_0 \frac{\rho v_0^3}{2} \quad (3.8.5.1.2)$$

Siendo:

- P_T = potencia extraída de la turbina en W.
- C_P = factor de eficiencia o coeficiente de potencia.
- A_0 = sección del flujo de aire frontal en m².
- ρ = densidad del aire en kg/m³.
- V_0 = velocidad del viento en m/s.

Si P_0 es la potencia del viento no perturbado y P_T es la potencia de la turbina se puede relacionar a través de la siguiente expresión:

$$P_T = C_P \times P_0 \quad (3.8.5.1.3)$$

Donde C_P es la fracción de la potencia extraída del viento, el coeficiente sería:

$$C_P = 4a(1 - a)^2 \quad (3.8.5.1.4)$$

Donde a = coeficiente de caída de velocidad o factor de interferencia:

$$a = \frac{v_0 - v}{v_0} \quad (3.8.5.1.5)$$

El máximo valor de C_P ocurre cuando a es $1/3$:

$$C_P = 4 \frac{1}{3} \left(1 - \frac{1}{3}\right)^2 = \frac{16}{27} = 0,59$$

Solo podrá extraerse aproximadamente la mitad de la potencia del viento porque el aire tiene que tener una cierta energía cinética para abandonar la región de la turbina. El criterio para la máxima extracción de potencia ($C_{PM} = 16/27$) es llamado criterio de Betz, y puede ser aplicado a todas las turbinas situadas en una corriente de fluido extendida. La potencia extraída será:

$$P = \frac{1}{2} C_P \times \eta \times \rho v^2 \quad (3.8.5.1.6)$$

Donde η corresponde al rendimiento del generador eléctrico, cuyo valor para nuestro generador será 0,95. Este rendimiento tiene en cuenta las pérdidas por autoconsumo de equipos y las pérdidas por variaciones puntuales en la velocidad y dirección del aire.

Velocidad Viento (m/s)	Generador Eólico Enair 70	Coefficiente de Betz
1	2	0,2748044
2	28	0,480907829
3	80	0,407117739
4	180	0,386443791
5	400	0,439687158
6	750	0,477091100
7	1.100	0,440648573
8	1.500	0,402545616
9	2.100	0,395808913
10	2.700	0,370986039
11	3.595	0,36131317
12	3.800	0,302157697
13	3.900	0,243909296
14	4.000	0,200294806
15	4.100	0,166918273
16	4.100	0,137536419
17	4.100	0,114665005
18	4.100	0,096596223

Tabla 3.8.5.1.1 – Distribución de coeficiente de Betz.

El C_P varía para cada velocidad y sigue una distribución no uniforme. Pese a ello puede apreciarse que es más favorable para velocidades menores que 11 m/s. Esto es debido a la activación del paso variable, que produce una pérdida aerodinámica y por tanto disminuye el coeficiente de Betz. Esto es aprovechado por los aerogeneradores Enair para poder continuar generando energía de forma ininterrumpida.

Puede observarse como no se consigue ningún valor mayor o igual a 0,593 (C_{PM}) ya que esta es la limitación física a la que se somete cualquier máquina generadora de electricidad cuya fuente es el aire.

Los valores de la velocidad media del viento se han obtenido de la página oficial de Sotavento obteniéndose para los años anteriores los siguientes valores:

Velocidad Histórica de los últimos 5 años completos	
Año 2014	7,20 m/s
Año 2013	7,08 m/s
Año 2012	6,09 m/s
Año 2011	5,83 m/s
Año 2010	6,53 m/s
Valor medio	6,55 m/s

Tabla 3.8.5.1.2 – Velocidades medias del viento anuales.

Si cogemos la velocidad del viento media de los últimos 5 años para realizar los cálculos de la energía que produciría nuestro aerogenerador obtendríamos:

- Potencia del viento:

$$P_0 = \frac{1}{2} \times 1,225 \times 13,20 \times 6,55^3 = 2.271,98 \text{ W}$$

- Potencia turbinada:

Para nuestra velocidad media del viento (6,55 m/s) interpolaremos para calcular el coeficiente C_P , siendo este 0,4566.

$$P_T = 0,4566 \times 2.271,98 = 1.037,50 \text{ W}$$

- Energía obtenida:

$$E = 1.037,50 \times 24 = 24.900 \text{ Wh/día} = 24,90 \text{ kWh/día}$$

El tiempo operativo del aerogenerador se puede determinar estableciendo una velocidad de viento por debajo de la cual no obtenemos energía.

En nuestro caso debemos observar el número de días en los últimos años en los que la velocidad media sea menor de 2 m/s (inicio de funcionamiento, al que daremos un margen hasta 3 m/s), por tanto:

$$T_{OP} = \frac{T_T - T_{IN}}{T_T} \quad (3.8.5.1.7)$$

Siendo:

- T_{OP} = tiempo operativo en días.
- T_{IN} = tiempo inoperativo en días.
- T_T = tiempo total en días.

Por tanto, contando con que cada año tiene 365 días y que se encontró sin producción 35 días en los últimos años:

$$T_{OP} = \frac{1.825 - 35}{1.825} = 0,98$$

Obtenemos que el aerogenerador está activo el 98% del año.

3.8.5.2 Cálculo de la Producción Fotovoltaica

Los paneles solares fotovoltaicos, no son capaces de producir su potencia máxima en cualquier condición. Los factores que pueden alterar dicha potencia son de carácter climatológico, de inclinación, de orientación y dependerá las horas de radiación solar de la que dispongan según el lugar dónde estén instalados.

La radiación solar es un conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. Como es lógico, en un sistema de captación solar fotovoltaico no necesitamos todo el espectro de esta radiación, que va desde el ultravioleta hasta el infrarrojo. La magnitud que mide la radiación solar que llega a la tierra es la irradiancia, que mide la energía que, por unidad de tiempo y área, alcanza a la tierra. Su unidad es el W/m^2 .

La hora solar pico (HSP), podríamos definirla como una unidad encargada de medir la irradiación solar y definirla como el tiempo (en horas) de una hipotética irradiancia solar constante de $1.000 W/m^2$.

En todos las fichas técnicas de los paneles fotovoltaicos, debe (o debería) aparecer las características eléctricas del panel (P_M , V_{OC} , V_M , I_{SC} e I_M) en unas condiciones de medida estandarizadas conocidas como STC (del inglés Standard Test Conditions) o condiciones de prueba estándar.

Precisamente en estas condiciones, aparte de otros parámetros, se indica que la irradiancia es de $1.000 W/m^2$, o lo que es lo mismo una hora solar pico.

Comenzaremos buscando el valor de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes por provincias. Puede tomarse de la tabla publicada por CENSOLAR, recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. En la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo, en nuestro caso tomaremos los datos para la provincia de La Coruña:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1

Tabla 3.8.5.2.1 - Valor de la radiación solar sobre una superficie horizontal MJ/m²día.

Como podemos observar de esta tabla, el mes más perjudicial es diciembre. A estos valores les aplicaremos un valor de corrección atmosférico, siendo 1,05 si la atmósfera está limpia. De la misma forma, siendo una zona donde abunde la contaminación, un factor de 0,95.

Después debemos obtener el valor del coeficiente k de corrección para superficies inclinadas para nuestra latitud (43°) e inclinación (supondremos una inclinación de 43°), tomándolo de la tabla recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57

Tabla 3.8.5.2.2 - Valor del factor k de corrección de superficies inclinadas.

Tras esto último solo nos quedará multiplicarlo por un factor de corrección de 0,2778 con el cual obtendremos el valor de HSP siguientes:

MESES	Radiación Solar (MJ/m ² dia)	k	HSP
Enero	5,4	1,45	2,28
Febrero	8	1,33	3,10
Marzo	11,4	1,19	3,96
Abril	12,4	1,05	3,80
Mayo	15,4	0,95	4,27
Junio	16,2	0,91	4,30
Julio	17,4	0,95	4,82
Agosto	15,3	1,06	4,73
Septiembre	13,9	1,24	5,03
Octubre	10,9	1,45	4,61
Noviembre	6,4	1,59	2,97
Diciembre	5,1	1,57	2,34

k_{ATM}	1,05
Factor Corrección	0,2778

Tabla 3.8.5.2.3 - Valor del HSP para cada mes.

Una vez calculadas las HSP de cada mes, calcularemos la energía unitaria generada por cada panel fotovoltaico con la siguiente fórmula:

$$E_P = P_N \times HSP \times K_P \quad (3.8.5.2.1)$$

Siendo:

- E_P = energía unitaria proporcionada por el panel en Wh.
- P_N = potencia nominal del panel en W.
- HSP = número de horas solares pico.
- K_P = factor de corrección por pérdidas adicionales, normalmente 0,9.

Para calcular el número de paneles necesarios (en caso de exigencia por normativa) para la instalación utilizaremos la siguiente fórmula:

$$N_P \geq \frac{D_E}{E_P} \quad (3.8.5.2.2)$$

Siendo:

- D_E = demanda de energía en Wh/mes.
- E_P = energía unitaria proporcionada por el panel en Wh/mes.

3.8.5.3 Cálculo de la Producción Neta

Ahora calcularemos por medio del método anterior la producción neta para el año 2014. En nuestro caso la instalación estará proyectada con 40 paneles solares fotovoltaicos y el generador mini-eólico obteniendo los siguientes resultados:

Aporte Energía Mini-Eólica						
Meses	Nº Días	V_{MEDIA} (m/s)	C_p	$P_{VIENTO TURBINADA}$ (W)	Aporte Energía (kWh/día)	Aporte Energía (kWh/mes)
Enero	31	9,76	0,37	2788,61	86,45	2679,85
Febrero	28	12,00	0,30	4221,41	118,20	3309,58
Marzo	31	7,71	0,40	1491,62	46,24	1433,45
Abril	30	6,78	0,44	1110,45	33,31	999,32
Mayo	31	6,35	0,48	987,65	30,62	949,13
Junio	30	6,12	0,48	884,27	26,53	795,75
Julio	31	5,99	0,48	829,01	25,70	796,68
Agosto	31	5,85	0,48	772,23	23,94	742,12
Septiembre	30	5,51	0,48	645,36	19,46	580,74
Octubre	31	6,20	0,48	919,30	28,50	883,45
Noviembre	30	8,74	0,40	2136,59	64,19	1922,84
Diciembre	31	5,84	0,48	768,38	23,82	738,32

Totales Mini- Eólica (kWh/año)	15.831,22
--------------------------------	-----------

Tabla 3.8.5.3.1 – Producción energía mini-eólica.

Aporte Fotovoltaica			
Meses	Nº Días	Aporte Energía (kWh/día)	Aporte Energía (kWh/mes)
Enero	31	21,38	662,71
Febrero	28	29,05	813,39
Marzo	31	37,04	1148,18
Abril	30	35,55	1066,42
Mayo	31	39,94	1238,24
Junio	30	40,25	1207,47
Julio	31	45,13	1399,05
Agosto	31	44,28	1372,64
Septiembre	30	47,06	1411,74
Octubre	31	43,15	1337,68
Noviembre	30	27,78	833,48
Diciembre	31	21,86	677,69

Totales Fotovoltaica (kWh/año)	13.168,68
--------------------------------	-----------

Tabla 3.8.5.3.2 – Producción energía fotovoltaica.

Aporte Total Neto						
Meses	Aporte Energía Mini-Eólica (kWh/día)	Aporte Energía Fotovoltaica (kWh/día)	Aporte Total (kWh/día)	Aporte Energía Mini-Eólica (kWh/mes)	Aporte Energía Fotovoltaica (kWh/mes)	Aporte Total (kWh/mes)
Enero	86,45	21,38	107,82	2679,85	662,71	3342,56
Febrero	118,20	29,05	147,25	3309,58	813,39	4122,97
Marzo	46,24	37,04	83,28	1433,45	1148,18	2581,63
Abril	33,31	35,55	68,86	999,32	1066,42	2065,74
Mayo	30,62	39,94	70,56	949,13	1238,24	2187,37
Junio	26,53	40,25	66,77	795,75	1207,47	2003,22
Julio	25,70	45,13	70,83	796,68	1399,05	2195,73
Agosto	23,94	44,28	68,22	742,12	1372,64	2114,76
Septiembre	19,36	47,06	66,42	580,74	1411,74	1992,48
Octubre	28,50	43,15	71,65	883,45	1337,68	2221,13
Noviembre	64,09	27,78	91,88	1922,84	833,48	2756,32
Diciembre	23,82	21,86	45,68	738,32	677,69	1416,00

Totales Mixtos (kWh/año)	28999,90
--------------------------	----------

Tabla 3.8.5.3.3 – Producción energía total híbrida.

3.8.6 COMPONENTES INSTALACIÓN

Además de los generadores fotovoltaicos y el generador mini-eólico debemos dimensionar el resto de la instalación.

3.8.6.1 Regulador Eólico

A la hora de elegir un regulador es muy importante escoger el tipo de tecnología a utilizar. Para nuestro caso tendremos:

Reguladores PWM

Conectado a un regulador PWM, el generador eólico está forzado a trabajar a una tensión específica, lo que resulta en pérdidas de rendimiento respecto al punto de máxima potencia. En cuanto llegamos a la fase de absorción, el regulador empieza a cortar parte de la posible producción, modificando la anchura de los pulsos, para evitar sobrecargas. Las ventajas de este tipo de regulador son la sencillez, reducido peso y el precio. La desventaja principal es la pérdida de rendimiento con respecto a reguladores MPPT, es decir un regulador PWM va a extraer menos energía que un regulador MPPT.

Reguladores MPPT

Un regulador MPPT lleva incorporado un seguidor del punto de máxima potencia y un convertidor DC-DC. El MPPT se encarga de trabajar en la entrada a la tensión que más conviene (para sacar la máxima potencia o para limitar la potencia en fases de "absorción" y "flotación").

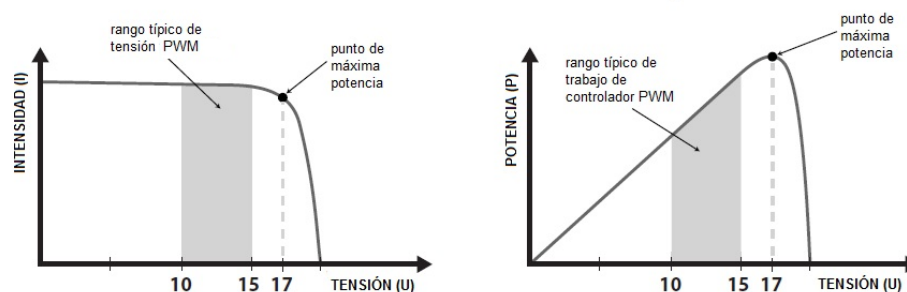


Figura 3.8.6.1.1 – Curvas MPPT.

Podemos observar que la intensidad, desde el rango típico de tensión del PWM, baja muy poco mientras la tensión es considerablemente más alta. Cuando multiplicamos intensidad y tensión para cada punto de la curva obtenemos la potencia resultante para cada punto de trabajo. Se ve claramente que la potencia en el punto de máxima potencia, en el cual trabaja un regulador MPPT, es bastante mayor que la potencia que se obtiene en el rango de trabajo de un regulador PWM.

Las ventajas de un regulador MPPT frente a uno PWM son que saca más rendimiento y permite trabajar a mayor tensión disminuyendo caídas de tensión, respectivamente permitiendo emplear cables de menor sección.

Dentro de la elección del aerogenerador Enair 70 disponemos del controlador eólico que puede ser de SMA, Power One, Ingeteam, ya que son ofertados por Enair dentro del conjunto del mini-eólico.

La evolución de la electrónica ha permitido realizar en la mini-eólica sistemas muy eficientes, consiguiendo así tener en un mismo equipo un controlador capaz de ser utilizado tanto para carga de baterías como para conexión a red permitiendo obtener eficiencias de entre el 93 % y el 97 %.

Se utilizará el regulador de cargas ofertado por Enair (W4B-120C) que es totalmente electrónico y programable.

Consta de un filtro PWM que al detectar la tensión, regula la carga de las mismas y una derivación programada a resistencias, por medio de micro impulsos, hasta que finalmente frena el aerogenerador por medio de la inducción electromagnética que provocan las resistencias.

El regulador consta de tres tipos de salidas, dos para la alimentación de baterías que pueden ser de 24 V o 48 V, según la necesidad de la instalación y otra salida de 220 V para el caso de la conexión del aerogenerador a la red alterna.

En nuestro caso, tomamos la salida de 48 V, que irá derivado hacia un inversor trifásico que nos permitirá la conexión con la caja de protección y medida de nuestra instalación. El motivo de nuestra elección de este regulador será una futura derivación de potencia hacia una estación de carga de coches eléctricos que estará situada en el aparcamiento de nuestro centro y suministrará energía eléctrica limpia y gratuita a los usuarios.

3.8.6.2 Inversores

- Inversor para generación eólica:

Para la generación eólica, dentro del catálogo de inversores recomendados por Enair hemos elegido el inversor Xantrex XW6048-230-50 del fabricante Schneider con las siguientes características:

INVERSOR TRIFÁSICO HÍBRIDO XANTREX XW6048-230-50	
Potencia Nominal	6.000 W
ENTRADA AC/DC	
Tensión Nominal	50,40 V DC / 230 V AC
Rango de Operación de Voltaje	44 - 64 V DC / 156 – 280 V AC
Intensidad Nominal	131 A DC
SALIDA AC	
Nº Fases	3 Fases
Tensión Nominal	400 V
Frecuencia	50 Hz
Intensidad Nominal	26,1 A
Distorsión Armónica	< 5 %
Factor de Potencia	0,98
Rendimiento	95,40 %

Tabla 3.8.6.2.1 – Características Inversor Trifásico Híbrido Xantrex XW6048-230-50.

- Inversor para generación fotovoltaica:

Como se han dispuesto dos ramas fotovoltaicas con 20 paneles solares cada una, el inversor debe soportar:

$$V = 39,60 \text{ V} \times 20 \text{ paneles} = 792 \text{ V.}$$

$$I = 8,67 \text{ A} \times 2 \text{ ramas} = 17,34 \text{ A.}$$

Por tanto dentro de la oferta de inversores hemos decidido instalar un inversor trifásico Zigor Solar XTR3-15 del fabricante Zigor, que presenta las siguientes características:

INVERSOR TRIFÁSICO ZIGOR SOLAR XTR3-15	
Potencia Nominal	15.000 W
ENTRADA AC/DC	
Tensión Nominal	640 V
Rango de Operación de Voltaje	300 – 800 V
Intensidad Nominal	3 (18 A)
SALIDA AC	
Nº Fases	3 Fases
Tensión Nominal	400 V
Frecuencia	50 / 60 Hz
Intensidad Nominal	22 A
Distorsión Armónica	< 3 %
Factor de Potencia	Superior a 0,99 ($A_{INOMINAL}$)
Rendimiento	97,70 %

Tabla 3.8.6.2.2 – Características Inversor Trifásico Zigor XTR3-15.

3.8.6.3 Dimensionado de cableado

La generación híbrida irá conectada al CPM por medio de cable Afumex Easy RZ1K del fabricante Pirelli o equivalente y será protegido mediante un automático de 4 x 40 A y un diferencial 4 x 63 A con sensibilidad 300 mA. A su vez la línea de generación fotovoltaica irá conectada por medio de cable P-Sun 2.0 ZZF y protegida mediante un automático de 4 x 32 A y un diferencial 4 x 40 A con sensibilidad 300 mA y la línea de generación eólica por medio de cable P-Sun 2.0 ZZF con un automático de 4 x 16 A y un diferencial de 4 x 25 A con sensibilidad 300 mA.

En este apartado además calcularemos la sección de los conductores y sus respectivas canalizaciones para las distintas partes de la instalación:

Generación Híbrida	Línea	Longitud (m)	Fase	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	T ^º Servicio (ºC)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Generador Eólico a Regulador Eólico	LGE-RE	116	R, S, T	5500	4125	6875	Subterráneo	35	P-Sun 2.0 ZZF	2x(3F/N)+TT (XLPE)	20,08	4,96	150	0,53	Total (1%) -Desde GE a CPM. -Desde GF a CPM.
Regulador Eólico a Inversor Xantrex	LRE-IT1	0,50	DC	5500	-	-	B1	35	P-Sun 2.0 ZZF	F/N+TT (XLPE)	78,25	114,58	131	0,04	
Inversor Xantrex a CPM	LIT1-CPM	20,50	R, S, T	6000	4500	7500	Subterráneo	25	P-Sun 2.0 ZZF	3F/N+TT (XLPE)	20,32	10,83	160	0,29	
Rama Paralelo Fotovoltaica	RF	2,00	DC	5200	-	-	Exterior	6	P-Sun 2.0 ZZF	F/N+TT (XLPE)	41,78	8,67	46	0,10	
Paneles Solares a Inversor Zigor	LPS-IT2	80	DC	10400	-	-	Subterráneo	50	P-Sun 2.0 ZZF	F/N+TT (XLPE)	20,40	17,34	230	0,49	
Inversor Zigor a CPM	LIT2-CPM	20,50	R, S, T	15000	11250	18750	Subterráneo	50	P-Sun 2.0 ZZF	3F/N+TT (XLPE)	20,97	27,06	230	0,36	
Conexión en CPM	LGH	0,10	R, S, T	21000	15750	26250	B1	6	Afumex Easy RZ1K	3F/N+TT (XLPE)	71,91	37,89	44	0,02	

Tabla 3.8.6.3.1 – Dimensionado de cableado y protecciones.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO IX – GRUPO ELECTRÓGENO

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO – IX GRUPO ELECTRÓGENO

3.9.1 OBJETO	2
3.9.2 SUMINISTROS DE SEGURIDAD	2
3.9.3 OBLIGACIÓN DE INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE SEGURIDAD	4
3.9.4 CLASIFICACIÓN DE GENERACIÓN	4
3.9.5 PROGRAMA DE NECESIDADES	5
3.9.6 EMPLAZAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL	5
3.9.7 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO	6
3.9.8 CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PROTECCIONES	7

ANEXO IX – GRUPO ELECTRÓGENO

3.9.1 OBJETO

El objeto del siguiente anexo es el cálculo de un grupo generador, que al tratarse de un local de pública concurrencia, es necesario asegurar la continuidad de su funcionamiento en caso de un fallo eléctrico de la compañía suministradora.

3.9.2 SUMINISTROS DE SEGURIDAD

En este apartado se definen las características de la alimentación de los servicios de seguridad tales como alumbrados de emergencia, sistemas contra incendios, ascensores u otros servicios urgentes indispensables que están fijados por las reglamentaciones específicas de las diferentes autoridades competentes en materia de seguridad.

La alimentación de los servicios de seguridad no implica necesariamente el disponer de un suministro complementario o de seguridad de los definidos en el artículo 10 del REBT, ya que se pueden utilizar otros sistemas como baterías de acumuladores con la autonomía de funcionamiento requerida. Más adelante se indicará concretamente los locales de pública concurrencia que deben disponer de suministro complementario o de seguridad.

La alimentación para los servicios de seguridad, en función de lo que establezcan las reglamentaciones específicas, puede ser automática o no automática. Esta se clasifica, según la duración de conmutación, en las siguientes categorías:

- Sin corte: alimentación automática asegurada de forma continuada en las condiciones especificadas durante el periodo de transición.
- Con corte muy breve: disponible en 0,15 s como máximo.
- Con corte breve: disponible en 0,50 s como máximo.
- Con corte mediano: disponible en 15 s como máximo.
- Con corte largo: disponible en más de 15 segundos (considerada no automática).

El suministro normal es el que se efectúa habitualmente por una empresa suministradora. A su vez el suministro complementario se efectúa por la misma empresa suministradora cuando disponga de medios de distribución de energía independientes, por otra empresa suministradora distinta o por el usuario mediante medios de producción propios.

Los suministros complementarios se clasifican según el artículo 10 del REBT en tres tipos:

- Suministro de socorro: limitado a una potencia receptora mínima del 15% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro de reserva: limitado a una potencia receptora mínima del 25% del total contratado para el suministro normal.
- Suministro duplicado: capaz de mantener un servicio mayor del 50% de la potencia total contratada para el suministro normal.

La conmutación del suministro normal al de seguridad en caso de fallo del primero se debe realizar de forma que se impida el acoplamiento entre ambos suministros. Esta conmutación se puede realizar mediante interruptores automáticos motorizados con enclavamientos mecánicos y eléctricos o conmutadores motorizados.

El artículo 10 del REBT indica que se considera suministro complementario aquel que, aun partiendo del mismo transformador, dispone de línea de distribución independiente del suministro normal desde su mismo origen en baja tensión. Por tanto, pueden considerarse independientes los suministros de energía en baja tensión a un mismo usuario siempre que las canalizaciones o circuitos de alimentación estén protegidos separadamente en origen, aunque partan de un mismo transformador AT/BT.

No obstante, para mejorar la fiabilidad del suministro complementario, es conveniente que cuando tanto el suministro normal como el suministro de seguridad procedan de la red de distribución pública, las líneas de alimentación de ambos suministros procedan de transformadores de distribución distintos.

3.9.3 OBLIGACIÓN DE INSTALACIÓN DE SUMINISTROS DE SEGURIDAD

En la siguiente tabla se resumen los locales y los suministros complementarios que han de tener instalados según el REBT:

Locales de Pública Concurrencia	Alumbrado de Emergencia	Suministro de Socorro	Suministro de Reserva
Espectáculos	Siempre	Siempre	Más de 1.000 espectadores
Actividades Recreativas	Siempre	Siempre	
Reunión	Siempre	Ocupación mayor de 300 personas ajenas al centro	
Centros de Trabajo	Siempre	Ocupación mayor de 300 personas ajenas al centro	
Sanitarios	Siempre	Ocupación mayor de 300 personas ajenas al centro	
Estacionamientos Subterráneos Públicos	Siempre	-	Más de 100 vehículos
Comercios y Centros Comerciales	Siempre	Ocupación mayor de 300 personas ajenas al centro	Más de 2.000 m ² de superficie
Hoteles	Siempre	-	Más de 300 habitaciones
Hospitales, Clínicas, Sanatorios y C. Salud	Siempre	-	Siempre
Estadios y Pabellones Deportivos	Siempre	-	Siempre
Estaciones	-	-	Siempre

Tabla 3.9.3.1 – Obligatoriedad de suministros complementarios.

3.9.4 CLASIFICACIÓN DE GENERACIÓN

Según el REBT ITC-BT 40 se trata de una instalación generadora asistida, que es aquella en la que existe una conexión con la red de distribución pública, pero sin que el generador pueda estar trabajando en paralelo con ella. La fuente preferente de suministro podrá ser tanto el grupo generador como la red de distribución pública, quedando la otra fuente como socorro o apoyo. Para impedir la conexión simultánea de ambas, se deben instalar los correspondientes sistemas de conmutación. Será posible, no obstante, la realización de maniobras de transferencia de carga sin corte, siempre que:

- Los generadores de potencia tengan una potencia superior a 100 kVA.
- En el momento de interconexión entre el generador y la red de distribución pública, se desconecte el neutro del generador de tierra.

- El sistema de conmutación deberá instalarse junto a los aparatos de medida de la red de distribución pública, con accesibilidad para la empresa distribuidora.
- Se incluya un sistema de protección que imposibilite el envío de potencia del generador a la red.
- Se incluya un sistema de protección por tensión del generador fuera de límites, frecuencia fuera de límites, sobrecarga y cortocircuito, enclavamiento para no poder energizar la línea sin tensión y protección por salida del sincronismo.
- Se disponga de un equipo de sincronización y no se podrá mantener la interconexión más de 5 segundos.

3.9.5 PROGRAMA DE NECESIDADES

En nuestro caso se precisa el suministro de energía a una tensión de 400 V, con frecuencia 50 Hz. Como nuestra potencia máxima simultánea es de 120 kW y para nuestro local debemos instalar un suministro de reserva, nuestro grupo generador nos ha de aportar al menos un 25 % del suministro normal. Para atender a las necesidades indicadas, la potencia total aportada por nuestro grupo generador ha de ser de 30 kW.

3.9.6 EMPLAZAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL

El grupo electrógeno se colocará en un local específico para él, anexo a la sala de instalaciones, como se puede comprobar en los planos justificativos adjuntos. Este local presentará las siguientes características:

- Dimensiones del local: 5,25 x 5,40 x 2,8 m.
- El escape de gases se realizará mediante una chimenea hacia el exterior del local.
- El grupo electrógeno elegido está insonorizado y el local donde se encuentra también.
- El depósito de combustible se situará en la sala del grupo electrógeno.

- Se han tenido en cuenta los caudales necesarios para:
 - Disipación de calor del radiador.
 - Disipación de calor del motor.
 - Proporcionar aire necesario para la combustión.

El grupo electrógeno deberá de contar con un sistema de conmutación para todos los conductores activos y el neutro que impida el acoplamiento simultáneo con la red eléctrica.

3.9.7 CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO ELECTRÓGENO

El grupo electrógeno elegido ha sido del fabricante Ayerbe, el modelo AY-1500-40 DA TX, presentando las siguientes características:

GENERADOR AYERBE AY-1500-40 DA TX	
Modelo de Motor	BF4L-2011 Deutz (4 cilindros)
Modelo de Alternador	Linz Pro 18M E/4
Configuración del generador	400 V - Trifásico
Potencia Nominal Continua Activa	32 kW
Potencia Nominal Máxima Activa	35,20 kW
Potencia Nominal Continua Aparente	40 kVA
Potencia Nominal Máxima Aparente	44 kVA
Refrigerante	Aire
Depósito de Combustible	180 L
Dimensiones	1.550 x 800 x 1.200 mm
Peso	700 kg
Diseño de Chasis	Insonorizado

Tabla 3.9.8.1 – Características de Grupo Electrónico

3.9.8 CONEXIONES ELÉCTRICAS Y PROTECCIONES

El grupo electrógeno irá conectado al CPM por medio de cable AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) o equivalente y será protegido mediante un automático de 4 x 80 A y un diferencial 4 x 80 A con sensibilidad 300 mA. Mediante contactos normalmente cerrados y un autómata creamos un circuito que se pondrá en marcha en el momento que en que dejen de alimentarse los cuadros eléctricos por medio del suministro de la red eléctrica, de esta manera, el grupo electrógeno se pondría en funcionamiento alimentando al Cuadro Secundario de Alumbrado 1, Cuadro Secundario de Alumbrado 2, Cuadro Secundario de Alumbrado 3 y Cuadro Secundario de Fuerza 1. Con este método aseguramos el suministro eléctrico a los servicios más importantes de la instalación hasta el restablecimiento del suministro principal.

Instalación	Línea	Longitud (m)	Fase	P (W)	Q (VAr)	S (VA)	Montaje	S _{CONDUCTOR} (mm ²)	Tipo de Cable	Nº Conductores	Tª Servicio (°C)	I _P (A)	I _{MÁX} (A)	ΔU _{REAL} (%)	ΔU _{MÁX} (%)
Grupo Electrónico	LGE	21,50	R, S, T	35200	26400	44000	Subterráneo	50	AL Voltalene Flamex (S)	3F/N+TT (XLPE)	28,71	63,51	180	1,38	1,50

Tabla 3.9.8.1 – Dimensionado de cableado y protecciones.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO X – FONTANERÍA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO - X FONTANERÍA

3.10.1 OBJETO	2
3.10.2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS	2
3.10.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES	3
3.10.3.1 Resultados Obtenidos	5
3.10.4 PÉRDIDAS DE CARGA	14
3.10.4.1 Comprobación de pérdida de carga	23
3.10.5 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES	24
3.10.5.1 Funcionamiento	24
3.10.5.2 Componentes	25
3.10.5.3 Dimensionamiento de la red de pluviales	26

ANEXO X – FONTANERÍA

3.10.1 OBJETO

El presente anexo tiene por finalidad definir, describir y calcular los requisitos técnicos de la instalación de fontanería correspondiente a un club social. Para ello seguiremos las normas y descripciones necesarias para obtener las autorizaciones pertinentes para el montaje y posterior legalización para la puesta en servicio.

3.10.2 DIMENSIONAMIENTO DE TUBERÍAS

El dimensionado de las derivaciones a cuartos húmedos y ramales de enlace se realizará conforme a lo establecido en la siguiente tabla recogida en el documento básico HS 4 del CTE, en el resto, se tomarán en cuenta los criterios de suministro dados por las características de cada aparato y se dimensionará en consecuencia:

Aparato de Consumo	Diámetros tubos de acero	Diámetros tubos de plástico o cobre (mm)
Lavamanos	½"	12
Lavabo, bidé	½"	12
Ducha	½"	12
Bañera < 1,40 m	¾"	20
Bañera > 1,40 m	¾"	20
Inodoro con cisterna	½"	12
Inodoro con fluxor	1 – 1 ½"	25 – 40
Urinario con grifo temp.	½"	12
Urinario con cisterna	½"	12
Fregadero Doméstico	½"	12
Fregadero Industrial	¾"	20
Lavavajillas Doméstico	½" (rosca ¾")	12
Lavavajillas Industrial	¾"	20
Lavadora Doméstica	¾"	20
Lavadora Industrial	1	25
Vertedero	¾"	20

Tabla 3.10.2.1 – Diámetros mínimos por aparatos de consumo.

Los diámetros de los diferentes tramos de la red de suministro se dimensionarán conforme al procedimiento establecido en el apartado 4.2, adoptándose como mínimo los valores de la siguiente tabla:

Tramo Considerado		Diámetros tubos de acero	Diámetros tubos de plástico o cobre (mm)
Alimentación Cuarto Húmedo Privado: Baño, Aseo o Cocina.		¾"	20
Alimentación a Derivación Individual: Vivienda, Apartamento, Local Comercial.		¾"	20
Columna (montante o descendiente)		¾"	20
Distribuidor Principal		1	25
Alimentación Equipos de Climatización	< 50 kW	½"	12
	50 -250 kW	¾"	20
	250 – 500 kW	1	25
	> 500 kW	1 ¼"	32

Tabla 3.10.2.2 – Diámetros mínimos por tramos de red.

Según la tabla anterior y considerando el material utilizado en nuestro caso PPR procedemos a coger el diámetro comercial inmediatamente superior a lo descrito en estas tablas. Esto se debe principalmente a que el diámetro interior en este tipo de tuberías PPR se ve reducido notablemente debido al espesor de las paredes en comparación con las tuberías de cobre.

3.10.3 DIMENSIONAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El cálculo de las instalaciones se ha de realizar con un primer dimensionado en función de los caudales instantáneos mínimos de los aparatos instalados, obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente serán comprobados en función de la pérdida de carga que se obtiene con los mismos.

El dimensionado de la red se realiza a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

El dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

1. El caudal máximo o instalado ($Q_{\text{INSTALADO}}$) de cada tramo será igual a la suma de los caudales instantáneos mínimos (Q_{IMIN}) de los puntos de consumo alimentados por el mismo, de acuerdo con la tabla de consumos mínimos del CTE, apartado HS4, presentada a continuación:

$$Q_{\text{INSTALADO}} = \sum Q_{\text{IMIN}} \quad (3.10.3.1)$$

Tipo de Aparato	Consumo Instantáneo Mínimo Agua Fría (dm ³ /s)	Consumo Instantáneo Mínimo ACS (dm ³ /s)
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios grifo temp.	0,15	-
Urinarios con cisterna	0,04	-
Fregadero Doméstico	0,20	0,10
Fregadero No Doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas Doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas Industrial	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora Doméstica	0,20	0,15
Lavadora Industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo Aislado	0,15	0,10
Grifo Garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Tabla 3.10.3.1 – Consumos mínimos instantáneos por aparato.

2. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio siguiente:

- Factor de simultaneidad por número de aparatos:

$$k_A = \frac{1}{\sqrt{n-1}} \quad (3.10.3.2)$$

Siendo n el número de aparatos desde el tramo con $k_A = 1$ y $n \leq 2$.

- Factor de simultaneidad por número de suministros particulares:

$$k_C = \frac{19+N}{10(N+1)} \quad (3.10.3.3)$$

Siendo N el número de suministros servidos desde el tramo y admitiendo un valor mínimo admisible para la simultaneidad de 0,2.

3. Determinación del caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente:

- Para un conjunto de aparatos:

$$Q_{\text{PARTICULAR}} = k_S \times \Sigma Q_{\text{INSTALADO}} \quad (3.10.3.4)$$

- Para un conjunto de suministros particulares:

$$Q_{\text{CALCULO}} = k_C \times \Sigma Q_{\text{PARTICULAR}} \quad (3.10.3.5)$$

4. Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: entre 0,50 y 2,00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,50 y 3,50 m/s.

5. Cálculo del diámetro en base a la velocidad elegida y del caudal de cálculo que circula por cada tramo.

6. Elección de los diferentes diámetros de tubería requeridos respetando los mínimos establecidos por las tablas 3.10.2.1 y 3.10.2.2.

3.10.3.1 Resultados Obtenidos

Para los diferentes tramos de la instalación se ha obtenido los siguientes resultados de velocidad tomando como base de cálculo los caudales especificados en la tabla 3.10.3.1. Hemos establecido una velocidad de cálculo de 3,5 m/s. Comprobaremos que la velocidad final una vez elegida la tubería comercial (con su respectivo diámetro interior) es mayor de 0,5 m/s.

En la siguiente tabla se recogerán los valores obtenidos realizando los cálculos descritos en el apartado anterior y con las hipótesis de velocidad de cálculo mencionada:

Local	Tramo	Aparato	Caudal (dm ³ /s)	Coefficiente de Simultaneidad (K _s)	Caudal de Punta (dm ³ /s)	Velocidad (m/s)	D _{INTERIOR} MÍNIMO (mm)	D _{COMERCIAL} EX (mm)	D _{INTERIOR} (mm)	Velocidad Final (m/s)
Vestuario Femenino Exterior	T1	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T2	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T3		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Exterior	T4	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T5		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	16	10,6	2,40
Vestuario Femenino Exterior	T6	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Exterior	T7	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Exterior	T8		0,40	1	0,40	3,50	12,06	20	13,2	2,92
Vestuario Femenino Exterior	T9	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Exterior	T10		0,60	0,707	0,42	3,50	12,42	20	13,2	3,10
Vestuario Femenino Exterior	T11	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Exterior	T12		0,80	0,577	0,46	3,50	12,96	20	13,2	3,38
Tramo Alimentación VFE	T13		1,10	0,408	0,45	3,50	12,78	25	16,6	2,07
Vestuario Masculino Exterior	T14	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T15	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T16		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Exterior	T17	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T18		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	16	10,6	2,40
Vestuario Masculino Exterior	T19	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Exterior	T20	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Exterior	T21		0,40	1	0,40	3,50	12,06	20	13,2	2,92
Vestuario Masculino Exterior	T22	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Exterior	T23		0,60	0,707	0,42	3,50	12,42	20	13,2	3,10
Vestuario Masculino Exterior	T24	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Exterior	T25		0,80	0,577	0,46	3,50	12,96	20	13,2	3,38

Tramo Alimentación VME	T26		1,10	0,408	0,45	3,50	12,78	25	16,6	2,07
Conexión VFE / VME (1)	T27		2,20	0,277	0,61	3,50	14,90	32	21,2	1,73
Vestuario Masculino Interior	T28	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T29	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T30		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Interior	T31	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación VMI	T32		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Vestuario Femenino Interior	T33	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T34	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T35		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Interior	T36	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación VFI	T37		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Conexión VFI / VMI	T38		0,60	0,447	0,27	3,50	9,88	25	16,6	1,24
Baño Masculino Cafeteria	T39	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Masculino Cafeteria	T40	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Masculino Cafeteria	T41		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Baño Masculino Cafeteria	T42	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación BM	T43		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Conexión VFI + VMI / BM	T44		0,90	0,354	0,32	3,50	10,76	25	16,6	1,47
Baño Femenino Cafeteria	T45	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Femenino Cafeteria	T46	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Femenino Cafeteria	T47		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Baño Femenino Cafeteria	T48	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación BF	T49		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Conexión VFI+VMI+BM / BF	T50		1,20	0,302	0,36	3,50	11,47	20	13,2	2,64
Vestuario Masculino Exterior	T51	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T52	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13

Vestuario Masculino Exterior	T53		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Exterior	T54	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación VME	T55		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Conexión VFI+VMI+BM+BF / VME	T56		1,50	0,267	0,40	3,50	12,08	20	13,2	2,93
Vestuario Femenino Exterior	T57	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T58	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T59		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Exterior	T60	Inodoro	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación VFE	T61		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Conexión VFI+VMI+BM+BF+VME / VFE (2)	T62		1,80	0,243	0,44	3,50	12,60	32	21,2	1,24
Conexión (1) / (2)	T63		4,00	0,180	0,72	3,50	16,17	40	26,6	1,29
Acometida ACS	T64		6,00	0,164	0,99	3,50	18,94	50	33,2	1,14
Conexión (1) + (2) / ACS	T65		10,00	0,120	1,20	3,50	20,93	50	33,2	1,39
Cuarto de Limpieza	T66	Grifo Ais	0,15	1	0,15	3,50	7,39	16	10,6	1,70
Conexión (1) +(2) + ACS /CL (3)	T67		10,15	0,120	1,21	3,50	21,01	50	33,2	1,40
Baño Femenino Cafeteria	T64	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Femenino Cafeteria	T65	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Femenino Cafeteria	T66		0,20	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Baño Femenino Cafeteria	T67	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación BF	T68		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	25	16,6	0,98
Baño Masculino Cafeteria	T69	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Masculino Cafeteria	T70	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Baño Masculino Cafeteria	T71		0,20	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Baño Masculino Cafeteria	T72	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Tramo Alimentación BM	T73		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	25	16,6	0,98
Conexión BF / BM	T74		0,60	0,447	0,27	3,50	9,88	32	21,2	0,76
Vestuario Masculino Interior	T75	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13

Vestuario Masculino Interior	T76	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T77		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Interior	T78	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T79		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	16	10,6	2,40
Vestuario Masculino Interior	T80	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Interior	T81	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Interior	T82		0,40	1	0,40	3,50	12,06	20	13,2	2,92
Vestuario Masculino Interior	T83	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Interior	T84		0,60	0,707	0,42	3,50	12,42	20	13,2	3,10
Vestuario Masculino Interior	T85	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Masculino Interior	T86		0,80	0,577	0,46	3,50	12,96	20	13,2	3,38
Tramo Alimentación VM	T87		1,10	0,408	0,45	3,50	12,78	25	16,6	2,07
Pasillo Inferior	T88	Grifo Ais	0,15	1	0,15	3,50	7,39	16	10,6	1,70
Conexión VMI / PI	T89		1,25	0,378	0,47	3,50	13,11	25	16,6	2,18
Vestuario Femenino Interior	T90	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T91	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T92		0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Interior	T93	Lavabo	0,10	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T94		0,30	0,707	0,21	3,50	8,78	16	10,6	2,40
Vestuario Femenino Interior	T95	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Interior	T96	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Interior	T97		0,40	1	0,40	3,50	12,06	20	13,2	2,92
Vestuario Femenino Interior	T98	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Interior	T99		0,60	0,707	0,42	3,50	12,42	20	13,2	3,10
Vestuario Femenino Interior	T100	Ducha	0,20	1	0,20	3,50	8,53	16	10,6	2,27
Vestuario Femenino Interior	T101		0,80	0,577	0,46	3,50	12,96	20	13,2	3,38
Tramo Alimentación VFI	T102		1,10	0,408	0,45	3,50	12,78	25	16,6	2,07

Conexión VMI + PI / VFI	T103		2,35	0,267	0,63	3,50	15,12	32	21,2	1,78
Cocina	T104	Fregadero Nd	0,30	1	0,30	3,50	10,45	16	10,6	3,40
Cocina	T105	Fregadero Nd	0,30	1	0,30	3,50	10,45	16	10,6	3,40
Cocina	T106		0,60	1	0,60	3,50	14,77	25	16,6	2,77
Cocina	T107	Lavavajillas Ind	0,25	1	0,25	3,50	9,54	16	10,6	2,83
Tramo Alimentación C	T108		0,85	0,707	0,60	3,50	14,79	25	16,6	2,78
Conexión VMI + PI + VFI / C	T109		3,20	0,243	0,78	3,50	16,80	40	26,6	1,40
Conexión VMI + PI + VFI + C / BM + BF (4)	T110		3,80	0,209	0,79	3,50	16,98	50	33,2	0,92
Conexión (3) / (4)	T111		13,95	0,103	1,44	3,50	22,88	40	26,6	2,59
Linea Spa	T112		1,30	0,447	0,58	3,50	14,54	25	16,6	2,69
Conexión (3) + (4) / LS	T113		15,25	0,100	1,53	3,50	23,55	63	42	1,10
Depósito de Bies Exterior	T114	Depósito Bies	0,15	1	0,15	3,50	7,39	16	10,6	1,70
Acometida General	T115		15,40	0,100	1,53	3,50	23,61	63	42	1,11

Tabla 3.10.3.1.1 – Dimensionamiento red Agua Fría.

Local	Tramo	Aparato	Caudal (dm ³ /s)	Coefficiente de Simultaneidad (K _s)	Caudal de Punta (dm ³ /s)	Velocidad (m/s)	D _{INTERIOR} MÍNIMO (mm)	D _{COMERCIAL} EX (mm)	D _{INTERIOR} (mm)	Velocidad Final (m/s)
Vestuario Masculino Interior	T1	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Masculino Interior	T2	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Masculino Interior	T3		0,130	1	0,13	3,50	6,88	16	10,6	1,47
Vestuario Masculino Interior	T4	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Masculino Interior	T5		0,195	0,707	0,14	3,50	7,08	16	10,6	1,56
Vestuario Masculino Interior	T6	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T7	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T8		0,200	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Vestuario Masculino Interior	T9	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T10		0,300	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Vestuario Masculino Interior	T11	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Interior	T12		0,400	0,577	0,23	3,50	9,17	20	13,2	1,69
Tramo Alimentación VMI	T13		0,595	0,408	0,24	3,50	9,40	25	16,6	1,12
Vestuario Femenino Interior	T14	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Femenino Interior	T15	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Femenino Interior	T16		0,130	1	0,13	3,50	6,88	16	10,6	1,47
Vestuario Femenino Interior	T17	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Femenino Interior	T18		0,195	0,707	0,14	3,50	7,08	16	10,6	1,56
Vestuario Femenino Interior	T19	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T20	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T21		0,200	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Vestuario Femenino Interior	T22	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T23		0,300	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55

Vestuario Femenino Interior	T24	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Interior	T25		0,400	0,577	0,23	3,50	9,17	20	13,2	1,69
Tramo Alimentación VFI	T26		0,595	0,408	0,24	3,50	9,40	25	16,6	1,12
Conexión VF / VM	T27		1,190	0,277	0,33	3,50	10,96	32	21,2	0,94
Cocina	T28	Fregadero Nd	0,200	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Cocina	T29	Fregadero Nd	0,200	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Cocina	T30		0,400	1	0,40	3,50	12,06	25	16,6	1,85
Cocina	T31	Lavavajillas Ind	0,250	1	0,25	3,50	9,54	16	10,6	2,83
Tramo Alimentación C	T32		0,650	0,707	0,46	3,50	12,93	25	16,6	2,12
Conexión VF + VM / C	T33		1,840	0,25	0,46	3,50	12,94	50	33,2	0,53
Baño Masculino Cafeteria	T34	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Baño Masculino Cafeteria	T35	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Baño Masculino Cafeteria	T36		0,130	1	0,13	3,50	6,88	20	13,2	0,95
Baño Masculino Cafeteria	T37	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Tramo Alimentación BM	T38		0,195	0,707	0,14	3,50	7,08	25	16,6	0,64
Conexión VF + VM + C / BM	T39		2,035	0,229	0,47	3,50	13,03	50	33,2	0,54
Baño Femenino Cafeteria	T40	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Baño Femenino Cafeteria	T41	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Baño Femenino Cafeteria	T42		0,130	1	0,13	3,50	6,88	20	13,2	0,95
Baño Femenino Cafeteria	T43	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Tramo Alimentación BF	T44		0,195	0,707	0,14	3,50	7,08	25	16,6	0,64
Conexión VF + VM + C + BM/ BF (1)	T45		2,230	0,213	0,48	3,50	13,15	50	33,2	0,55
Cuarto de Limpieza	T46	Grifo Ais	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Conexión (1) / CL	T47		2,330	0,209	0,49	3,50	13,29	50	33,2	0,56
Vestuario Femenino Exterior	T48	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Femenino Exterior	T49	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Femenino Exterior	T50		0,130	1	0,13	3,50	6,88	16	10,6	1,47

Vestuario Femenino Exterior	T51	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Femenino Exterior	T52		0,195	0,707	0,14	3,50	7,08	16	10,6	1,56
Vestuario Femenino Exterior	T53	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T54	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T55		0,200	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Vestuario Femenino Exterior	T56	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T57		0,300	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Vestuario Femenino Exterior	T58	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Femenino Exterior	T59		0,400	0,577	0,23	3,50	9,17	20	13,2	1,69
Tramo Alimentación VFE	T60		0,595	0,408	0,24	3,50	9,40	25	16,6	1,12
Vestuario Masculino Exterior	T61	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Masculino Exterior	T62	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Masculino Exterior	T63		0,130	1	0,13	3,50	6,88	16	10,6	1,47
Vestuario Masculino Exterior	T64	Lavabo	0,065	1	0,07	3,50	4,86	16	10,6	0,74
Vestuario Masculino Exterior	T65		0,195	0,707	0,14	3,50	7,08	16	10,6	1,56
Vestuario Masculino Exterior	T66	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T67	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T68		0,200	1	0,20	3,50	8,53	20	13,2	1,46
Vestuario Masculino Exterior	T69	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T70		0,300	0,707	0,21	3,50	8,78	20	13,2	1,55
Vestuario Masculino Exterior	T71	Ducha	0,100	1	0,10	3,50	6,03	16	10,6	1,13
Vestuario Masculino Exterior	T72		0,400	0,577	0,23	3,50	9,17	20	13,2	1,69
Tramo Alimentación VME	T73		0,595	0,408	0,24	3,50	9,40	25	16,6	1,12
Conexión VFE / VME	T74		1,190	0,277	0,33	3,50	10,96	32	21,2	0,94
Acometida ACS	T75		3,520	0,164	0,58	3,50	14,51	50	33,2	0,67

Tabla 3.10.3.1.2 – Dimensionamiento red ACS.

3.10.4 PÉRDIDAS DE CARGA

Las pérdidas de carga aislada en las tuberías son debidas a las resistencias accidentales que se encuentra el agua a lo largo de su recorrido, siendo las principales:

- Cambios de sección de la tubería.
- Cambios de dirección de la tubería.
- Ramificaciones o derivaciones.
- Llaves de paso y válvulas.

Existen tablas de diversas procedencias que facilitan los valores orientativos de ξ , obtenidos experimentalmente y que en la mayoría de los casos discrepan entre sí, entre ellos se encuentran los facilitados por la Norma UNE 149201:2008 “Dimensionamiento de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios”.

Otras pérdidas de carga singulares muy importantes tales como las provocadas por los contadores, filtros, válvulas de retención, reductores de presión, etc.

Deben ser solicitadas a los respectivos fabricantes. Para simplificar el cálculo de las resistencias aisladas se emplea a veces un procedimiento que consiste en equiparar la pérdida de presión que se produce en una resistencia simple a la que se produciría en una longitud de tramo recto de la tubería, es decir, se busca la longitud de tubería recta del mismo diámetro que el accesorio, cuyo rozamiento sería equivalente al que se produce en la resistencia aislada circulando los mismos caudales.

Normalmente se considera esta “longitud equivalente de tubería” como un número fijo que es lo que da sencillez a este procedimiento de cálculo, pero se pierde precisión, llegando un momento en que no es admisible el seguir considerado que la “longitud equivalente” es un número fijo; habría que ir cambiando la longitud equivalente, según cambia la velocidad del fluido con lo cual el método deja de ser interesante.

No obstante este procedimiento está contemplado en la Norma UNE 149201:2008. En relación con su contenido es importante tener en cuenta que en los cambios de sección la velocidad de agua a considerar es la que corresponde al tubo de menor diámetro. En el caso de derivaciones en "T" que comporten a su vez alguna reducción, se acumularán las pérdidas correspondientes a la derivación y la reducción.

Por otra parte, un procedimiento aún más sencillo que viene indicado en el Código Técnico de la Edificación consiste en considerar que las pérdidas de carga en los accesorios tienen un valor comprendido entre un 20% y 30% de la longitud real de la tubería, sistema que utiliza la Norma UNE en sus ejemplos de cálculo.

Finalmente se comprueba que la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera los valores mínimos indicados en el CTE, en el apartado 2.1.3 del HS4 y que en todos los puntos de consumo no se supera el valor máximo indicado en el mismo apartado, de acuerdo con lo siguiente:

Para el cálculo de las pérdidas de carga se ha tenido en cuenta:

1. Pérdidas de carga por fricción según la fórmula de Prandtl-Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3,71D} \right) \quad (3.10.4.1)$$

$$J = \frac{\lambda}{2gD} \times v^2 \quad (3.10.4.2)$$

Siendo:

- J = pérdida de carga en mmca/m.
- λ = coeficiente de rozamiento.
- RE = número de Reynolds.
- D = diámetro interior de la tubería en m.
- V = velocidad en m/s del fluido.
- k = coeficiente de rugosidad uniforme equivalente en m.
- g = aceleración de la gravedad, 9,81 m/s².

Donde el número de Reynolds se calcula con la siguiente ecuación:

$$R_E = \frac{VD}{\nu} \quad (3.10.4.3)$$

Siendo ν la viscosidad cinemática del fluido ($1,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ para agua a 10°C).

Debido a la complejidad de la fórmula de Prandtl-Colebrook las pérdidas de carga son aportadas por lo fabricantes en función de la velocidad y diámetro de la tubería. La tabla siguiente muestra los valores de pérdida de carga por fricción adoptados en función de la velocidad del fabricante para tuberías PPR:

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	0,4	0,04	26,22	262,21	2,62
20	2,8	14,4	0,4	0,07	19,23	192,35	1,92
25	3,5	18,0	0,4	0,10	14,34	143,45	1,43
32	4,5	23,0	0,4	0,17	10,42	104,22	1,04
40	5,6	28,8	0,4	0,26	7,79	77,92	0,78
50	6,9	36,2	0,4	0,41	5,81	58,10	0,58
63	8,7	45,6	0,4	0,65	4,33	43,29	0,43
75	10,4	54,2	0,4	0,92	3,48	34,78	0,35
90	12,5	65,0	0,4	1,33	2,77	27,66	0,28
110	15,2	79,6	0,4	1,99	2,14	21,45	0,21

Tabla 3.10.4.1 – Pérdidas de Carga (I).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	0,6	0,06	52,32	523,20	5,23
20	2,8	14,4	0,6	0,10	38,55	385,48	3,85
25	3,5	18,0	0,6	0,15	28,86	288,60	2,89
32	4,5	23,0	0,6	0,25	21,05	210,51	2,11
40	5,6	28,8	0,6	0,39	15,79	157,93	1,58
50	6,9	36,2	0,6	0,62	11,81	118,14	1,18
63	8,7	45,6	0,6	0,98	8,83	88,30	0,88
75	10,4	54,2	0,6	1,38	7,11	71,09	0,71
90	12,5	65,0	0,6	1,99	5,67	56,66	0,57
110	15,2	79,6	0,6	2,99	4,40	44,04	0,44

Tabla 3.10.4.2 – Pérdidas de Carga (II).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	0,8	0,08	85,99	859,95	8,60
20	2,8	14,4	0,8	0,13	63,53	635,31	6,35
25	3,5	18,0	0,8	0,20	47,68	476,79	4,77
32	4,5	23,0	0,8	0,33	34,86	348,64	3,49
40	5,6	28,8	0,8	0,52	26,21	262,13	2,62
50	6,9	36,2	0,8	0,82	19,65	196,49	1,96
63	8,7	45,6	0,8	1,31	14,71	147,14	1,47
75	10,4	54,2	0,8	1,85	11,86	118,63	1,19
90	12,5	65,0	0,8	2,65	9,47	94,68	0,95
110	15,2	79,6	0,8	3,98	7,37	73,71	0,74

Tabla 3.10.4.3 – Pérdidas de Carga (III).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	1,0	0,10	126,92	1.269,24	12,69
20	2,8	14,4	1,0	0,16	93,95	939,47	9,39
25	3,5	18,0	1,0	0,25	70,63	706,27	7,06
32	4,5	23,0	1,0	0,42	51,74	517,36	5,17
40	5,6	28,8	1,0	0,65	38,96	389,57	3,90
50	6,9	36,2	1,0	1,03	29,24	292,44	2,92
63	8,7	45,6	1,0	1,63	21,93	219,30	2,19
75	10,4	54,2	1,0	2,31	17,70	176,98	1,77
90	12,5	65,0	1,0	3,32	14,14	141,39	1,41
110	15,2	79,6	1,0	4,98	11,02	110,19	1,10

Tabla 3.10.4.4 – Pérdidas de Carga (IV).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	1,2	0,12	174,90	1.748,99	17,49
20	2,8	14,4	1,2	0,20	129,64	1.296,45	12,96
25	3,5	18,0	1,2	0,31	97,59	975,89	9,76
32	4,5	23,0	1,2	0,50	71,58	715,81	7,16
40	5,6	28,8	1,2	0,78	53,96	539,62	5,40
50	6,9	36,2	1,2	1,24	40,55	405,53	4,06
63	8,7	45,6	1,2	1,96	30,44	304,42	3,04
75	10,4	54,2	1,2	2,77	24,59	245,87	2,46
90	12,5	65,0	1,2	3,98	19,66	196,56	1,97
110	15,2	79,6	1,2	5,97	15,33	153,31	1,53

Tabla 3.10.4.5 – Pérdidas de Carga (V).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	1,4	0,14	229,77	2.297,74	22,98
20	2,8	14,4	1,4	0,23	170,51	1.705,15	17,05
25	3,5	18,0	1,4	0,36	128,48	1.284,85	12,85
32	4,5	23,0	1,4	0,58	94,34	943,42	9,43
40	5,6	28,8	1,4	0,91	71,18	711,85	7,12
50	6,9	36,2	1,4	1,44	53,54	535,43	5,35
63	8,7	45,6	1,4	2,29	40,23	402,27	4,02
75	10,4	54,2	1,4	3,23	32,51	325,09	3,25
90	12,5	65,0	1,4	4,65	26,01	260,06	2,60
110	15,2	79,6	1,4	6,97	20,30	202,96	2,03

Tabla 3.10.4.6 – Pérdidas de Carga (VI).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	1,6	0,16	291,44	2.914,41	29,14
20	2,8	14,4	1,6	0,26	216,48	2.164,78	21,65
25	3,5	18,0	1,6	0,41	163,25	1.632,54	16,33
32	4,5	23,0	1,6	0,66	119,98	1.199,75	12,00
40	5,6	28,8	1,6	1,04	90,59	905,94	9,06
50	6,9	36,2	1,6	1,65	68,19	681,90	6,82
63	8,7	45,6	1,6	2,61	51,27	512,66	5,13
75	10,4	54,2	1,6	3,69	41,45	414,50	4,14
90	12,5	65,0	1,6	5,31	33,17	331,75	3,32
110	15,2	79,6	1,6	7,96	25,90	259,04	2,59

Tabla 3.10.4.7 – Pérdidas de Carga (VII).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	1,8	0,18	359,82	3.598,18	35,98
20	2,8	14,4	1,8	0,29	267,47	2.674,74	26,75
25	3,5	18,0	1,8	0,46	201,85	2.018,53	20,19
32	4,5	23,0	1,8	0,75	148,45	1.484,47	14,84
40	5,6	28,8	1,8	1,17	112,16	1.121,63	11,2
50	6,9	36,2	1,8	1,85	84,48	844,76	8,45
63	8,7	45,6	1,8	2,94	63,55	635,47	6,35
75	10,4	54,2	1,8	4,15	51,40	514,00	5,14
90	12,5	65,0	1,8	5,97	41,15	411,55	4,12
110	15,2	79,6	1,8	8,96	32,15	321,50	3,21

Tabla 3.10.4.8 – Pérdidas de Carga (VIII).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	2,0	0,20	434,84	4.348,39	43,48
20	2,8	14,4	2,0	0,33	323,45	3.234,55	32,35
25	3,5	18,0	2,0	0,51	244,24	2.442,43	24,42
32	4,5	23,0	2,0	0,83	179,73	1.797,33	17,97
40	5,6	28,8	2,0	1,30	135,87	1.358,73	13,59
50	6,9	36,2	2,0	2,06	102,39	1.023,85	10,24
63	8,7	45,6	2,0	3,27	77,06	770,57	7,71
75	10,4	54,2	2,0	4,61	62,35	623,49	6,23
90	12,5	65,0	2,0	6,64	49,94	499,39	4,99
110	15,2	79,6	2,0	9,95	39,03	390,27	3,90

Tabla 3.10.4.9 – Pérdidas de Carga (IX).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	2,5	0,26	651,14	6.511,44	65,11
20	2,8	14,4	2,5	0,41	484,98	4.849,79	48,50
25	3,5	18,0	2,5	0,64	366,64	3.666,37	36,66
32	4,5	23,0	2,5	1,04	270,12	2.701,24	27,01
40	5,6	28,8	2,5	1,63	204,42	2.044,19	20,44
50	6,9	36,2	2,5	2,57	154,19	1.541,92	15,42
63	8,7	45,6	2,5	4,08	116,16	1.161,59	11,62
75	10,4	54,2	2,5	5,77	94,05	940,52	9,41
90	12,5	65,0	2,5	8,30	75,39	753,85	7,54
110	15,2	79,6	2,5	12,44	58,96	589,56	5,90

Tabla 3.10.4.10 – Pérdidas de Carga (X).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	3,0	0,31	908,09	9.080,85	90,81
20	2,8	14,4	3,0	0,49	677,00	6.769,98	67,70
25	3,5	18,0	3,0	0,76	512,24	5.122,42	51,22
32	4,5	23,0	3,0	1,25	377,74	3.777,36	37,77
40	5,6	28,8	3,0	1,95	286,08	2.860,77	28,61
50	6,9	36,2	3,0	3,09	215,95	2.159,47	21,59
63	8,7	45,6	3,0	4,90	162,80	1.627,98	16,28
75	10,4	54,2	3,0	6,92	131,88	1.318,83	13,19
90	12,5	65,0	3,0	9,95	105,76	1.057,61	10,58
110	15,2	79,6	3,0	14,93	82,76	827,58	8,28

Tabla 3.10.4.11 – Pérdidas de Carga (XI).

Diámetro Exterior	Espesor	Diámetro Interior	Velocidad (m/s)	Caudal (l/s)	Pérdidas de Carga		
					mmca/m	Pa/m	mbar/m
16	2,3	11,4	3,5	0,36	1.205,28	12.052,81	120,53
20	2,8	14,4	3,5	0,57	899,23	8.992,29	89,92
25	3,5	18,0	3,5	0,89	680,84	6.808,45	68,08
32	4,5	23,0	3,5	1,45	502,41	5.024,15	50,24
40	5,6	28,8	3,5	2,28	380,73	3.807,31	38,07
50	6,9	36,2	3,5	3,6	287,56	2.875,64	28,76
63	8,7	45,6	3,5	5,72	216,91	2.169,08	21,69
75	10,4	54,2	3,5	8,08	175,79	1.757,87	17,58
90	12,5	65,0	3,5	11,61	141,03	1.410,27	14,10
110	15,2	79,6	3,5	17,42	110,4	1.104,01	11,04

Tabla 3.10.4.12 – Pérdidas de Carga (XII).

2. Tabla de pérdidas de carga en función de la velocidad para agua a 10°C:

$$\Delta P_T = J \times L \quad (3.10.4.4)$$

Siendo:

- ΔP_T = pérdida de carga en la tubería en mbar.
- J = pérdida de carga unitaria en mbar/m.
- L = longitud de la tubería en m.

3. Pérdidas de carga en los accesorios:

Para accesorios de las tuberías de PPr con el coeficiente de resistencia singular de la tabla del fabricante y la formula siguiente:

$$\Delta P_{ACC} = \frac{\rho}{2} \times V^2 \times \sum \xi \quad (3.10.4.5)$$

Siendo:

- ΔP_{ACC} = pérdida de carga en los accesorios en Pa.
- V = velocidad en m/s del fluido.
- ρ = peso específico del agua en Kg/m³.
- ξ = coeficiente de resistencia singular del accesorio.

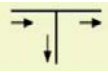
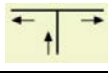
Accesorios		Coefficiente de Resistencia Singular ξ
Manguito Unión		0,3
Reducción de dos diámetros		0,6
Reducción de tres diámetros		0,9
Codo a 90°		2
Te (separacion)		0,5
Te reducida (separación)		1,8
Te (contracorriente)		5
Te reducida (contracorriente)		2,2
Codo terminal		1,4
Llave de corte 20 mm		9,5
Llave de corte 25 mm		8,5
Llave de corte 32 mm		7,6

Tabla 3.10.4.13 – Coeficientes de Resistencia Singular en Accesorios.

Para los accesorios de las tuberías de acero galvanizado determinamos la longitud equivalente utilizando la siguiente tabla de relaciones L/D (longitud equivalente / diámetro interior).

TABLA DE RELACIONES L/D	
Accesorio	L/D
Codo a 90°	45
Curva a 90°	18
Te Paso Directo	16
Te Derivación	40

Tabla 3.10.4.14 – Tabla de Relaciones L/D.

Tendremos que:

$$\Delta P_{ACC} = J L_{EQ} \quad (3.10.4.6)$$

Donde:

- ΔP_{ACC} = pérdida de carga en los accesorios en mbar.
- J = Pérdida de carga unitaria, en mbar/m-
- L_{EQ} = longitud equivalente en m.

4. Diferencia de cotas entre la entrada y salida del tramo:

$$\Delta P_{TOT} = \Delta P_T + \Delta P_{ACC} + \Delta h \quad (3.10.4.7)$$

Siendo:

- ΔP_{TOT} = pérdida de carga en tubería en mca.
- ΔP_T = pérdida de carga en tubería en mca.
- ΔP_{ACC} = pérdida de carga en accesorios en mca.
- Δh = diferencia de cotas en m.

La presión residual en cada punto de consumo se obtiene restando a la presión mínima garantizada en la acometida, las pérdidas de carga a lo largo de los tramos de tubería, válvulas y accesorios, y descontando la diferencia de cotas.

La presión máxima en cada nudo se calcula partiendo de la presión máxima esperada en la acometida y restando las correspondientes pérdidas de carga por rozamiento y diferencia de cotas.

Siguiendo los cálculos descritos anteriormente debemos por lo tanto asegurar que la instalación cumple lo establecido en el apartado HS4 del CTE, donde se expresa:

1. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:
 - 100 kPa para grifos comunes.
 - 150 kPa para fluxores y calentadores.
2. La presión en cualquier punto de consumo no debe superar los 500 kPa.

Para cumplir las dos exigencias descritas anteriormente debemos asegurar que en el grifo más alejado de nuestra acometida o punto de suministro de agua la presión mínima sea de 100 kPa asegurándonos así que cualquier punto situado antes de este tenga una presión superior al último grifo.

Por otro lado, la presión de nuestra instalación en cualquier punto de consumo ha de ser inferior a 500 kPa.

3.10.4.1 Comprobación de pérdida de carga

Se realiza la comprobación de presión en el punto de consumo más alejado, es decir, un lavabo del vestuario masculino exterior:

PÉRDIDAS LAVABO MASCULINO EXTERIOR						
Tramo	Longitud Tubería (m)	Pérdidas de Carga Tubería (mBAR)	Coefficiente Resistencia Singular (K_{RS})	Pérdidas de Carga Accesorios (mBAR)	Diferencia Cotas (m)	Pérdidas Totales (BAR)
T14	3,50	67,24	3,40	2,18	-2,40	-0,17
T16	1,30	77,42	1,80	4,62	0,00	0,08
T18	6,76	482,66	2,10	6,07	0,00	0,49
T26	3,75	83,81	2,50	5,38	0,00	0,09
T27	35,70	586,91	13,20	19,72	3,00	0,91
T63	6,85	40,83	0,80	0,67	0,00	0,04
T65	19,00	113,24	3,70	3,58	3,00	0,42
T67	25,70	153,17	4,60	4,52	0,00	0,16
T111	3,25	295,13	1,40	5,62	-2,70	0,03
T113	4,90	34,89	2,80	2,73	0,00	0,04
T115	5,30	15,48	0,80	0,34	0,00	0,02
Pérdida de Carga Total						2,10

Tabla 3.10.4.1.1 – Comprobación de Pérdida de Carga.

La presión mínima para grifos comunes como se mencionó anteriormente será de 1 bar y teniendo en cuenta que la presión que ofrecen las bombas son en torno a 4 o 5 bar y la pérdida de carga es de 2,10 bar, la presión en el último punto de consumo es:

$$P = 4 \text{ bar} - 2,10 \text{ bar} = 1,90 \text{ bar (cumple)}$$

3.10.5 REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

Las aguas pluviales recogidas, filtradas y almacenadas de forma adecuada, representan una forma alternativa de agua de buena calidad que permite sustituir el agua potable en determinadas aplicaciones y de esta forma contribuyen al ahorro de este recurso.

3.10.5.1 Funcionamiento

El agua de lluvia se recoge desde los canalones perimetrales en los tejados o a través de los sumideros sobre cubiertas planas, mediante la red de tubería se conecta al sistema de captación de agua pluvial (filtro, depósito). En el interior del depósito de recogida de aguas pluviales se sitúa una bomba sumergida, que al producirse demanda por parte de determinados aparatos de la instalación, tales como inodoros, lavadora (el agua necesita un tratamiento previo para su utilización en algunos casos) o grifos de riego, impulsa el agua desde el propio depósito hasta los puntos de consumo citados, a través de un circuito independiente al del agua potable de la red. Destacar que en este recorrido, y para mayor seguridad del sistema, será necesario situar un filtro que permita que las aguas vertidas en el depósito de pluviales lo hagan libres de la mayor parte de residuos y partículas sólidas en suspensión.

Para la reutilización de las aguas se utilizará una válvula de 3 vías motorizada por un sistema automatizado de forma que siempre se utilicen aguas pluviales y en el caso de bajo nivel en el depósito se use el agua potable de la red. El módulo electrónico mide el nivel del depósito mediante un sensor de presión sumergido.

3.10.5.2 Componentes

- Filtro de agua pluvial:

Dispositivo que recibe el agua pluvial recogida por los canalones de cubierta, depurándola de residuos y partículas sólidas mediante sistemas diversos (cesta, decantación, etc.) quedando el agua a la salida del filtro libre de esta suciedad, vertiéndose finalmente al interior del depósito de recogida.

- Depósito de aguas pluviales:

El depósito tendrá una alimentación independiente desde la red pública de suministro, sin que en ningún momento puedan confluir las aguas de ambas redes (conexiones cruzadas), en cumplimiento de la Norma EN 1717.

Tal alimentación no podrá entrar en contacto con el nivel máximo del depósito, por ello la captación se realizará a unos centímetros por debajo de la línea superficial del agua, a un nivel medio que no permita captar agua con residuos grasos o en flotación, ni agua con partículas sólidas precipitadas en la base del depósito, debiéndose controlar las condiciones sanitarias del agua almacenada, conduciendo el rebosadero de depósito al sistema de evacuación de aguas pluviales.

- Sistema de tratamiento del agua en la cisterna:

Para tratar de mantener unas condiciones sanitarias óptimas en el agua acumulada en las cisternas, en el caso de que esta deba mantenerse durante prolongados periodos de tiempo en su interior, se podrá considerar aplicar un tratamiento complementario, que como mínimo consista en: dosificación controlada de cloro y control de PH.

3.10.5.3 Dimensionamiento de la red de pluviales

Este apartado estará descrito y regulado por el CTE en su documento básico HS 4, apartado 4.2, “Dimensionado de la red de evacuación de aguas pluviales”.

- Canalones:

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la siguiente tabla en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve:

Máxima superficie de proyección en m ²				Pendiente del canalón	Diámetro Nominal (mm)
0,5%	1%	2%	4%		
35	45	65	95	100	
65	80	115	165	125	
90	125	175	255	150	
185	260	370	200	200	
335	475	670	250	250	

Tabla 3.10.5.3.1 – Elección de diámetro nominal de canalón.

Para un régimen con intensidad pluviométrica (figura 3.10.5.3.1) diferente de 100 mm/h debemos aplicar un coeficiente corrector:

$$F = \frac{i}{100} \quad (3.10.5.3.1)$$

Siendo i la intensidad pluviométrica a considerar. Además si la sección adoptada no fuese semicircular la sección cuadrangular equivalente deber ser un 10% mayor a la sección semicircular.

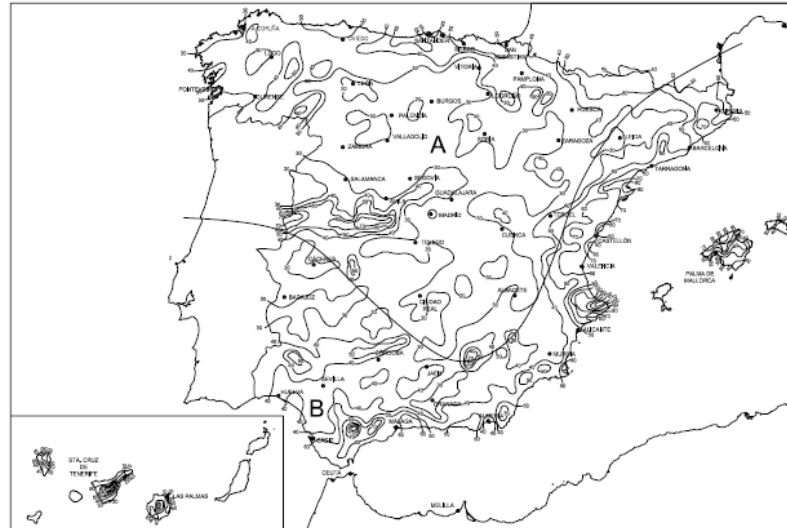


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Figura 3.10.5.3.1 – Mapa de zonas pluviométricas.

- Bajantes de pluviales:

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la siguiente tabla:

Superficie Proyectada Horizontal m^2	Diámetro Nominal de la Bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Tabla 3.10.5.3.2 – Elección Diámetro de Bajantes Pluviales.

- Colectores:

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente. El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla siguiente, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve:

Máxima superficie de proyección en m ²			Diámetro Nominal (mm)
Pendiente del canalón			
1%	2%	4%	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1228	160
1070	1510	2140	200
1920	2710	3850	250
2016	4589	6500	315

Tabla 3.10.5.3.3 – Elección de diámetro nominal de colectores.

- Arquetas:

En la tabla siguiente se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta:

L x A (cm)	Diámetro Nominal del Colector (mm)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 3.10.5.3.4 – Elección de arquetas.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO XI - SANEAMIENTO

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO - XI SANEAMIENTO

3.11.1 OBJETO	2
3.11.2 NORMATIVA	2
3.11.3 MÉTODOS DE CÁLCULO	2
3.11.3.1 Flujo en las conducciones horizontales	2
3.11.3.2 Flujo en las conducciones verticales	3
3.11.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN	4
3.11.5 RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN	5
3.11.6 RED DE BAJANTES	5
3.11.7 RED DE COLECTORES	6
3.11.8 FOSA SÉPTICA	6
3.11.9 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE EVACUACIÓN DE RESIDUALES ...	7
3.11.9.1 Derivaciones Individuales	7
3.11.9.2 Botes Sifónicos o Sifones Individuales	8
3.11.10 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES	10
3.11.10.1 Método de dimensionamiento	11
3.11.10.2 Canalones	12
3.11.10.3 Bajantes de Pluviales	13
3.11.10.4 Colectores	13
3.11.10.5 Arquetas	14

ANEXO XI - SANEAMIENTO

3.11.1 OBJETO

El Objeto del presente proyecto de instalaciones de red de saneamiento, tanto de aguas pluviales como residuales, es el de fijar las normas y descripciones necesarias, con el fin de obtener de los Organismos Competentes las oportunas autorizaciones para realizar el montaje y posteriormente, previa inspección y legalización obtener la puesta en servicio.

3.11.2 NORMATIVA

La instalación cumplirá, tanto en lo referente a su diseño, dimensionado, equipos suministrados así como a su montaje, toda la Normativa Legal vigente, y en particular el Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS5 Evacuación de aguas, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo, y publicado en el BOE de fecha 28 de marzo de 2006 y posteriores modificaciones.

3.11.3 MÉTODOS DE CÁLCULO

3.11.3.1 Flujo en las conducciones horizontales

El flujo en las tuberías horizontales de desagüe depende de la fuerza de gravedad que es inducida por la pendiente de la tubería y la altura del agua en la misma.

La formulación del flujo por gravedad, en condiciones estacionarias, la podemos tener mediante la ecuación de Manning:

$$V = 10^{-3} \times \frac{R^{2/3} \times J^{1/2}}{n} \quad (3.11.3.1.1)$$

Siendo:

- V = velocidad del flujo en m/s.
- R = profundidad hidráulica media o radio hidráulico en mm.
- J = pendiente de la tubería en % (o cm/m).
- N = coeficiente de Manning.

Si tenemos en cuenta que el caudal es igual a:

$$Q = SV \quad (3.11.3.1.2)$$

Siendo:

- V = velocidad del flujo de agua en m/s.
- S = superficie transversal de flujo de agua en m².
- Q = caudal volumétrico en m³/s.

Al combinar las dos ecuaciones anteriores, tendremos:

$$Q = 10^{-3} \times S \times \frac{R^{2/3} \times J^{1/2}}{n} \quad (3.11.3.1.3)$$

3.11.3.2 Flujo en las conducciones verticales

El flujo de agua en conducciones verticales depende esencialmente del caudal. A la entrada de un ramal en la columna, el agua es acelerada por la fuerza de gravedad y, rápidamente, forma una lámina alrededor de la superficie interna de la columna. Esta corona circular de agua y el alma de aire en su interior continúan acelerándose hasta que las pérdidas por rozamiento contra la pared igualan la fuerza de gravedad. Desde este momento, la velocidad de caída queda prácticamente constante.

De esta forma, podemos definir la velocidad terminal y la distancia del punto de entrada de agua a la cual se alcanza dicha velocidad de la siguiente forma:

$$V_T = 10 \left(\frac{Q}{D} \right)^{0,4} \quad (3.11.3.1.4)$$

$$L_T = 0,16 V_T^2 \quad (3.11.3.1.5)$$

Siendo:

- V_T = velocidad terminal en m/s.
- L_T = distancia terminal en m.
- Q = caudal en l/s.
- D = diámetro interior en mm.

El caudal de agua puede expresarse en función del diámetro de la tubería “D” y de la relación “r” entre la superficie transversal de la lámina de agua y la superficie transversal de la tubería mediante la expresión:

$$Q = 3,15 \times 10^{-4} \times r^{\frac{5}{3}} \times D^{\frac{8}{3}} \quad (3.11.3.1.6)$$

3.11.4 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para el caso de estudio de este proyecto, la evacuación de aguas residuales y pluviales se realizará mediante una red separativa, es decir, un sistema que mantiene dos redes distintas (una para aguas pluviales y otra para residuales) tanto para bajantes como para colectores y acometidas a la red de saneamiento.

Es el sistema más aconsejable y evidentemente de obligado cumplimiento en edificaciones de nueva construcción, según el vigente CTE.

Un sistema separativo requerirá una doble acometida de conexión o saneamiento, si se pretende que el sistema sea íntegramente separativo, factor que necesariamente precisa de una red de saneamiento exterior que sea igualmente separativa mediante la estructura y los elementos correspondientes.

3.11.5 RED DE PEQUEÑA EVACUACIÓN

Una red de pequeña evacuación es una red interior de evacuación encargada de desalojar las aguas procedentes de los aparatos sanitarios de cada cuarto o local húmedo de nuestro complejo. Es una red que transcurre general y principalmente por el interior de vestuarios, baños y cocina hacia unos colectores interiores que posteriormente irán conectados a unas arquetas de residuales.

Los elementos que componen esta red entre otros son:

- Válvulas de desagüe.
- Cierres hidráulicos (sifones y botes sifónicos).
- Red de tuberías de pequeño diámetro.
- Sumideros interiores.
- Ocasionalmente válvulas de aireación.
- Ocasionalmente separadores de grasas o aceites.

La caracterización de la red se describe en el apartado 2 del HS 5 del CTE así como el diseño, apartado 3, donde se mencionan las condiciones generales y de evacuación y elementos.

3.11.6 RED DE BAJANTES

Son las tuberías verticales que recogen las aguas residuales procedentes de las derivaciones y las conducen hacia los colectores o arquetas, en su recorrido hacia la red de alcantarillado.

La colocación de las bajantes, como el resto de los elementos del sistema de evacuación, debe estar prevista en el diseño de la edificación, prestando especial atención a los elementos estructurales (vigas y pilares).

Algunos de los criterios de diseño señalados en el HS5 del CTE especifican las siguientes prescripciones relativas al diseño de los tramos bajantes.

Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con un diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales, cuando existan obstáculos insalvables en su recorrido y cuando la presencia de olores exija un diámetro concreto desde los tramos superiores que no es superado en el resto de la bajante.

3.11.7 RED DE COLECTORES

El colector o colectores generales de evacuación está con constituido por tuberías horizontales instaladas a la vista u ocultas en el interior del edificio o bien enterradas bajo zanja como es nuestro caso.

Los diversos colectores que forman la red horizontal de saneamiento se reúnen a su vez en un colector final que configurará el tramo de la acometida.

Los colectores podrán ser por su tipología y estructura:

- Colectores de aguas residuales.
- Colectores de aguas pluviales.
- Colectores mixtos.

En nuestro caso se han distinguido los colectores según sea para aguas residuales o aguas pluviales ya que su finalidad es diferentes ya que se prevé un posterior aprovechamiento de las aguas pluviales.

En todos los casos deberán considerar que la forma de conexión con los tramos de derivación se realice de forma oblicua según la dirección de las aguas hacia su evacuación exterior, evitando así colapsos en el colector.

3.11.8 FOSA SÉPTICA

Cuando la red interior de evacuación no pueda conectarse a la red general de saneamiento, bien por ser inexistente o bien por razones técnicas que así lo impidan, se evacuaran las aguas residuales a una fosa séptica.

Estos elementos son pozos, llamados pozos negros, en los que se vierte la totalidad de las aguas residuales evacuadas desde los edificios. En el interior de la fosa séptica se efectúa un tratamiento primario de sedimentación y digestión anaeróbica (sin presencia de oxígeno) de las aguas residuales, proceso que permite la oxidación natural de los residuos acumulados.

3.11.9 CÁLCULO DE INSTALACIONES DE EVACUACIÓN DE RESIDUALES

3.11.9.1 Derivaciones Individuales

La selección de los diámetros correspondientes a estos tramos, comprendidos entre la válvula de descarga del aparato sanitario y el tramo colector que recoge las aguas de otros aparatos del mismo cuarto húmedo, se obtiene de forma directa para la mayoría de aparatos convencionales de una edificación, a través de la siguiente tabla, reflejada en el apartado HS5 del CTE:

Tipo de Aparato Sanitario	Unidades de Desagüe UD		Diámetro Mínimo Sifón y Derivación Individual (mm)	
	Uso Privado	Uso Público	Uso Privado	Uso Público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Cisterna	4	5	100
	Fluxómetro	8	10	100
Urinario	Pedestal	-	4	-
	Suspendido	-	2	-
	En Batería	-	3,50	-
Fregadero	Cocina	3	6	40
	Laboratorio / Restaurante	-	2	-
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para Beber	-	0,50	-	25
Sumidero Sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de Baño	Inodoro (Cisterna)	7	-	100
	Inodoro (Fluxómetro)	8	-	100
Cuarto de Aseo	Inodoro (Cisterna)	6	-	100
	Inodoro (Fluxómetro)	8	-	100

Tabla 3.11.9.1.1 –Unidades de desagüe para distintos aparatos sanitarios.

Los diámetros indicados en esta tabla se consideran válidos para ramales individuales cuya longitud sea igual o inferior a 1,5 m. Para ramales mayores debe efectuarse un cálculo hidráulico pormenorizado, en función de la longitud, la pendiente y el caudal a evacuar que no se darán en la vivienda debido a su simplicidad.

La mayoría de los diámetros de las tablas corresponden a los diámetros de enlace a la válvula de descarga del aparato al que conectan, por lo que de alguna manera, el diámetro de dicha válvula determina para la mayoría de casos el diámetro del tramo de derivación individual.

Teniendo en cuenta las dimensiones nuestras instalaciones objeto de estudio, se considera adecuado que las derivaciones individuales que acometan al bote sifónico tengan una pendiente del 3%

3.11.9.2 Botes Sifónicos o Sifones Individuales

Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe a la que esté conectada. Cumpliendo con los márgenes establecidos en el apartado 3.3.1.2 del documento básico HS5 del CTE, en el caso de la presente instalación se decide fijar una pendiente del 3% para todos aquellos aparatos que dotados con este elemento.

Los botes sifónicos generales se elegirán en función del número y tamaño de las entradas y con la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

3.11.9.3 Ramales Colectores

Se utilizará la tabla siguiente para el dimensionado de ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector:

Diámetro (mm)	Máximo Número de UDs		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
32	--	1	1
40	--	2	3
50	--	6	8
63	--	11	14
75	--	21	28
90	47	60	75
110	123	151	181
125	180	234	280
160	438	582	800
200	870	1150	1680

Tabla 3.11.9.2.1 –Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante.

3.11.9.4 Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla siguiente en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UD_s y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

Diámetro (mm)	Máximo número de Uds, para una altura de bajante		Máximo número de Uds, en cada ramal para una altura de bajante de:	
	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas
50	10	25	6	6
63	19	38	11	9
75	27	53	21	13
90	135	280	70	53
110	360	740	181	134
125	540	1100	280	200
160	1208	1120	400	160
200	2200	3600	1680	600
250	3800	5600	2500	1000
315	6000	9240	4320	1650

Tabla 3.11.9.2.1 –Diámetros de bajantes.

3.11.9.5 Colectores horizontales de aguas residuales

Obtenemos el diámetro en función del máximo número de UD_s y de la pendiente:

Diámetro (mm)	Máximo número de Uds		
	Pendiente		
	1 %	2 %	4 %
50	--	20	25
63	--	24	29
75	--	38	57
90	96	130	160
110	264	321	382
125	390	480	580
160	880	1056	1300
200	1600	1920	2300
250	2900	3500	4200
315	5710	6920	8290
350	8300	10000	12000

Tabla 3.11.9.2.1 –Diámetros de bajantes.

3.11.10 DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE PLUVIALES

La obtención de un régimen pluviométrico de trabajo está condicionado principalmente por la zona geográfica donde se localice la instalación en estudio. A continuación se presenta un plano pluviométrico para averiguar la intensidad pluviométrica según la isoyeta correspondiente a la situación geográfica:

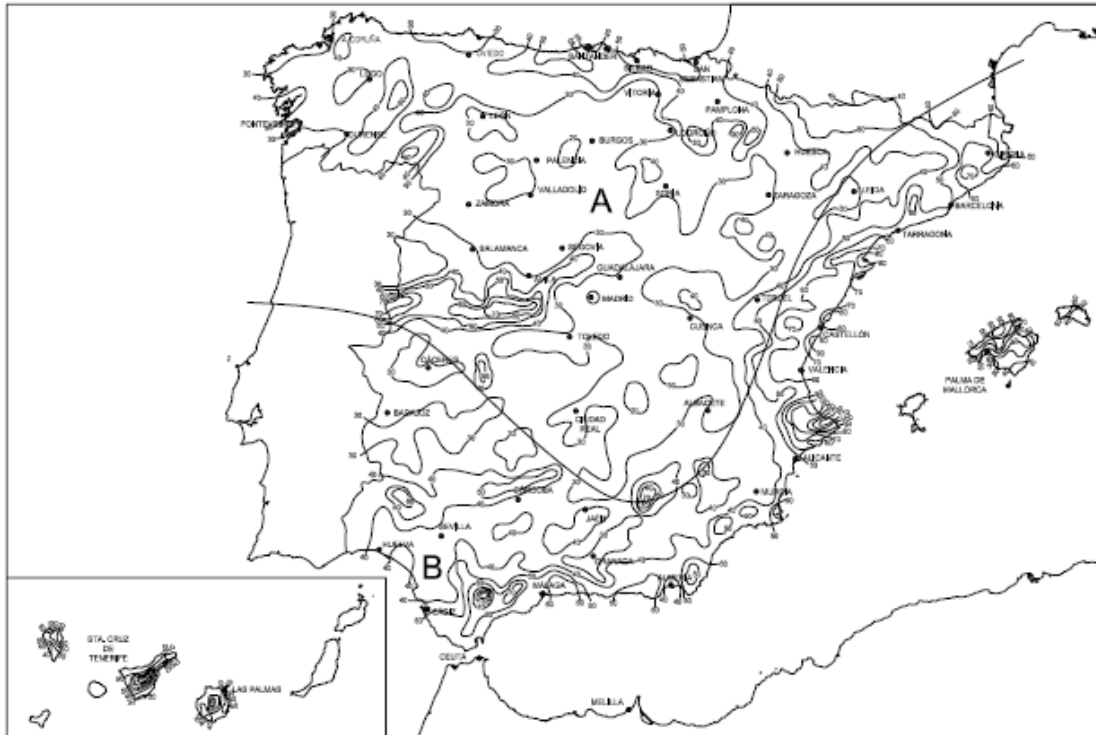


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Tabla B.1
Intensidad Pluviométrica i (mm/h)

Isoyeta	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Tabla 3.11.10.1 – Distribución de Zonas de Intensidad Pluviométrica.

En este caso en particular, nos encontramos ubicados en la localidad de Ares, A Coruña, por lo tanto tenemos:

- Zona A.
- Isoyeta 30.

La intensidad pluviométrica de la zona es de $i = 90$ mm/h.

3.11.10.1 Método de dimensionamiento

El método de dimensionamiento utilizado por el HS5 del CTE se basa en cálculos tabulados para un régimen pluviométrico de 100 mm/h. En nuestro caso el régimen pluviométrico es diferente al tabulado debido a su situación geográfica.

Por lo tanto se realizarán modificaciones aplicando los siguientes procedimientos:

- Se aplicará un factor de corrección (f) según el valor:

$$f = \frac{i}{100} \quad (3.11.10.1.1)$$

Siendo:

$$f = \frac{90}{100} = 0,9$$

- La superficie de cálculo de recogida aguas pluviales será la superficie real por el factor de corrección obtenido anteriormente, por lo tanto:

$$S_C = f \times S_R \quad (3.11.10.1.2)$$

Siendo:

- S_C = superficie de cálculo en m^2 .
- S_R = superficie real en m^2 .
- f = factor de corrección.

Teniendo en cuenta que el factor de corrección obtenido según la situación geográfica de la vivienda es un factor de reducción, lo cual conllevaría a contemplar superficies inferiores a las reales a la hora de consultar valores en las tablas, se decide no aplicar el valor obtenido y realizar los cálculos considerando las dimensiones originales existentes, de tal forma que el diseño se realice sobredimensionando la instalación garantizando el adecuado funcionamiento de la misma según el criterio del proyectista. Si el factor de corrección obtenido fuese superior a la unidad, bajo ningún motivo se podría prescindir de la aplicación del mismo sobre las superficies de cálculo ya que de hacerlo se estaría dimensionando erróneamente la instalación.

3.11.10.2 Canalones

El dimensionado de los canalones necesario para recoger y canalizar las aguas de cubiertas y tejados seguirá las pautas marcas para el resto de tramos de la red de pluviales, por ello se determinarán las dimensiones de los mismos en función de:

- La proyección horizontal de la superficie cubierta en m^2 que vierte a un mismo tramo del canalón, comprendido entre su bajante y su línea divisoria de aguas.
- La pendiente asignada para cada uno de los tramos, permitiéndose en este caso pendientes mínimas de 0,5 %.
- La zona pluviométrica en la que se encuentre la edificación.

El diámetro nominal del canalón de evacuación de aguas pluviales de sección semicircular para una intensidad pluviométrica de 100 mm/h se obtiene en la siguiente tabla en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve:

Máxima superficie de proyección en m^2				Diámetro Nominal (mm)
Pendiente del canalón				
0,5%	1%	2%	4%	
35	45	65	95	100
65	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	200	200
335	475	670	250	250

Tabla 3.11.10.2.1 – Elección de diámetro nominal de canalón.

Como condiciones de partida, en función de cómo se han dividido los canalones sobre el tejado, se decide asignar una pendiente de canalón del 1% de inclinación para obtener un valor aceptable sobre la fachada.

En base a lo anterior y a la superficie de tejado abarcada por cada canalón, es posible concluir aplicando la tabla anterior que en los tejados de la pista de pádel tienen un $D_N = 200$ mm, en el edificio principal un canalón con $D_N = 125$ mm y los tejados de los vestuarios y salas de instalaciones un canalón de $D_N = 100$ mm.

3.11.10.3 Bajantes de Pluviales

El diámetro correspondiente a la superficie, en proyección horizontal, servida por cada bajante de aguas pluviales se obtiene en la siguiente tabla:

Superficie Proyectada Horizontal m ²	Diámetro Nominal de la Bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1544	160
2700	200

Tabla 3.11.10.3.1 – Elección Diámetro de Bajantes Pluviales.

Teniendo en cuenta la proyección horizontal de superficie cubierta que afectaría a cada bajante en función de cómo se han dispuesto los canalones, se tiene en las pistas de pádel bajantes con un $D_N = 90$ mm, el edificio principal bajantes con $D_N = 75$ mm, en los vestuarios $D_N = 63$ mm y en las salas de instalaciones $D_N = 50$ mm.

3.11.10.4 Colectores

Los colectores de aguas pluviales se calculan a sección llena en régimen permanente. El diámetro de los colectores de aguas pluviales se obtiene en la tabla siguiente, en función de su pendiente y de la superficie a la que sirve:

Máxima superficie de proyección en m ²			Diámetro Nominal (mm)
Pendiente del colector			
1%	2%	4%	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1228	160
1070	1510	2140	200
1920	2710	3850	250
2016	4589	6500	315

Tabla 3.11.10.4.1 – Elección de diámetro nominal de colectores.

Los colectores instalados serán de una pendiente del 2%, inicialmente serán de 90 mm pero al irse interconexionando las arquetas irán acumulando una mayor cantidad de agua, por tanto, el valor irá aumentando conforme nos acerquemos al depósito de pluviales.

3.11.10.5 Arquetas

En la tabla siguiente se obtienen las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta en función del diámetro del colector de salida de ésta:

Diámetro Nominal del Colector (mm)									
L x A (cm)	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Tabla 3.11.10.5.1 – Elección de arquetas.

De igual manera que los colectores instalados irán aumentando conforme se vaya recogiendo el agua y dirigiendo hacia el depósito de pluviales, el tamaño de las arquetas será proporcional al valor del diámetro nominal del colector, como se verá reflejado en los planos de recogida de pluviales.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ANEXO XII – INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ANEXO – XII INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

3.12.1 OBJETO	3
3.12.2 APLICACIÓN DE LA NORMATIVA	3
3.12.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN	4
3.12.4 CONDICIONES GENERALES	6
3.12.5 PROTECCIONES	7
3.12.5.1 Protecciones contra las heladas	7
3.12.5.2 Protecciones contra los sobrecalentamientos	8
3.12.5.3 Protecciones frente a quemaduras	9
3.12.5.4 Protecciones de materiales frente a altas temperaturas	9
3.12.5.5 Resistencia a presión	9
3.12.5.6 Prevención del flujo inverso	10
3.12.6 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN	10
3.12.6.1 Introducción	10
3.12.6.2 Procedimiento de Verificación	11
3.12.6.3 Demanda de Energía Térmica	11
3.12.6.4 Zonas Climáticas	12
3.12.6.5 Condiciones Climáticas	12
3.12.6.6 Contribución Solar Mínima	13
3.12.6.6.1 Contribución Solar Mínima ACS	13
3.12.6.6.2 Contribución Solar Mínima para Piscinas Cubiertas	14
3.12.6.7 Cálculo de la Demanda Energética	15
3.12.6.7.1 Demanda Energética Mensual para Consumo ACS	15

3.12.6.7.2 Demanda Energética Mensual para Piscinas Cubiertas	18
3.12.6.8 Cálculo de Campo de Captadores	30
3.12.6.8.1 Predimensionado de Campo de Captadores	30
3.12.6.8.2 Cálculo de la Cobertura Solar. Método F-Chart	31
3.12.7 RESULTADOS OBTENIDOS	39
3.12.7.1 Instalación ACS	39
3.12.7.2 Instalación Piscinas Cubiertas	43
3.12.7.3 Análisis de Resultados	49
3.12.8 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN	50
3.12.8.1 Sistema de Acumulación Solar	50
3.12.8.2 Sistema de Intercambio	51
3.12.8.3 Circuitos Hidráulicos	52
3.12.8.3.1 Circuito Hidráulico Primario	53
3.12.8.3.2 Circuito Hidráulico Secundario	55
3.12.8.3.3 Circuito Hidráulico de Consumo	56
3.12.8.4 Colectores Solares	56
3.12.8.4.1 Disposición de los Colectores Solares	57
3.12.8.5 Tuberías	57
3.12.8.6 Bomba	57
3.12.8.7 Vaso de Expansión	59
3.12.8.8 Purgas de Aire	61
3.12.8.9 Válvula de Seguridad	62
3.12.8.10 Sistema de Energía Auxiliar	62
3.12.8.11 Almacén de Pellets	64
3.12.8.12 Sistema de Control	65
3.12.8.13 Sistema de Medida	67

ANEXO XII – INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

3.12.1 OBJETO

El objeto del presente anexo es el cálculo y dimensionado de la instalación solar térmica encargada de alimentar a la red de agua caliente sanitaria para el consumo en las instalaciones y del acondicionamiento del agua de las piscinas existentes.

Según criterio del proyectista se decide separar en dos redes diferenciadas los sistemas encargados de proveer de agua caliente a cada instalación, de forma que pueda ser posible inhabilitar alguna de las redes sin que la otra se vea afectada, en el caso de que ese fuese el deseo del propietario, además de facilitar las labores de mantenimiento o reparación en caso de avería.

Para conseguir el objetivo planteado se emplearán paneles solares térmicos que junto con el apoyo de una caldera de pellets conseguirán el aumento de la temperatura del agua siguiendo lo estipulado en el Código Técnico de la Edificación en su documento básico HE sección 4.

3.12.2 APLICACIÓN DE LA NORMATIVA

La Normativa aplicable a este anexo estará incluida en el Código Técnico de la Edificación, Sección HE 4, sobre contribución solar mínima de agua caliente sanitaria. Esta es de aplicación a:

1. Edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria superior a 50 l/día.
2. Ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial.
3. Climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

3.12.3 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Según código técnico de la edificación se define una instalación solar térmica como el conjunto de componentes encargados de realizar las funciones de captar la radiación solar incidente mediante captadores solares térmicos, transformarla directamente en energía térmica útil calentando un líquido, transportar la energía térmica captada al sistema de intercambio o de acumulación a través de un circuito hidráulico mediante circulación natural por termosifón o circulación forzada por bomba, transferir la energía térmica captada desde el circuito de captadores al circuito de consumo mediante un intercambiador, almacenar dicha energía térmica de forma eficiente, bien en el mismo líquido de trabajo de los captadores, o bien transferirla a otro, para poder utilizarla después de forma directa en los puntos de consumo, asegurar mediante un sistema de regulación y control el correcto funcionamiento de la instalación para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y protegerla frente a sobrecalentamientos, congelaciones, etc.

El sistema se complementa con un sistema auxiliar de apoyo.

Los sistemas que conforman la instalación solar térmica para agua caliente son los siguientes:

- Sistema de Captación: formado por los captadores solares de calentamiento de fluido, encargados de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
- Sistema de Acumulación: constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
- Circuito Hidráulico: constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
- Sistema de Intercambio: que realiza la transferencia de energía térmica captada desde el circuito de captadores, o circuito primario, al agua caliente que se consume.
- Sistema de Regulación y Control: que se encarga por un lado de asegurar el correcto funcionamiento del equipo para proporcionar la máxima energía solar térmica posible y, por otro, actúa como protección frente a la acción de múltiples factores como sobrecalentamientos del sistema, riesgos de congelaciones, etc.

- Equipo de Energía Auxiliar: que se utiliza para cubrir la demanda que la energía solar no pueda satisfacer directamente, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en casos de escasa radiación solar o demanda superior a la prevista.

Esta definición establece los tres componentes esenciales de una instalación solar térmica, es decir, el conjunto captador que recoge la energía de la radiación solar, el conjunto de intercambio y acumulación, que permite almacenar la energía captada, y el equipo de energía de apoyo que proporciona la energía complementaria cuando sea necesario. Los restantes sistemas sirven para regular los anteriores constituyendo de esta manera un sistema energético eficaz.

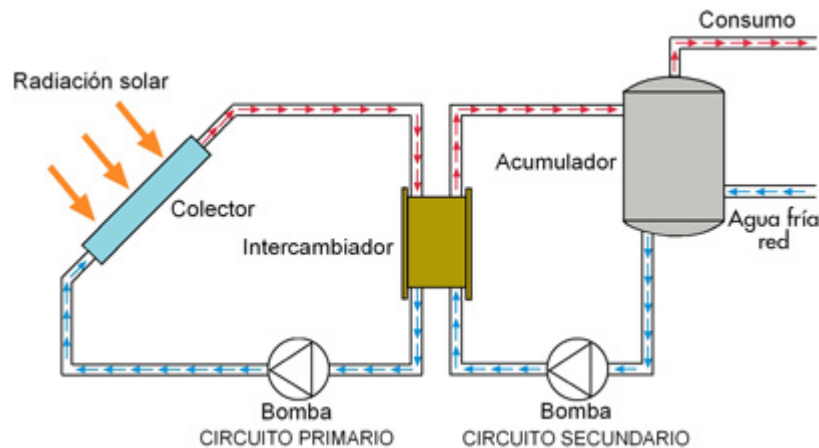


Figura 3.12.3.1 – Esquema General de Instalación Solar Térmica.

3.12.4 CONDICIONES GENERALES

Las condiciones generales a tener en cuenta en cualquier instalación solar térmica son las siguientes:

- El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que:
 1. Optimización del ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
 2. Garantía una durabilidad y calidad suficientes.
 3. Garantía de un uso seguro de la instalación.

- Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.
- En instalaciones que cuenten con más de 10 m² de captación correspondiendo a un solo circuito primario, éste será de circulación forzada.
- Si la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60°C, no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado.
- Respecto a la protección contra descargas eléctricas, las instalaciones deben cumplir con lo fijado en la reglamentación vigente y en las normas específicas que la regulen.
- Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

3.12.5 PROTECCIONES

Dentro de las condiciones generales de una instalación son fundamentales los sistemas de protección que aseguran su correcto funcionamiento en un periodo dilatado de tiempo, y se clasifican en diversos apartados, de acuerdo con el origen del daño que se quiera evitar.

3.12.5.1 Protecciones contra las heladas

1. El fabricante, suministrador final, instalador o diseñador del sistema deberá fijar la mínima temperatura permitida en el sistema. Todas las partes del sistema que estén expuestas al exterior deben ser capaces de soportar la temperatura especificada sin daños permanentes en el sistema.
2. Cualquier componente que vaya a ser instalado en el interior de un recinto donde la temperatura pueda caer por debajo de los 0°C, deberá estar protegido contra las heladas.
3. La instalación estará protegida, con un producto químico no tóxico cuyo calor específico no será inferior a 3 kJ/kg K, en 5°C por debajo de la mínima histórica registrada con objeto de no producir daños en el circuito primario de captadores por heladas. Adicionalmente este producto químico mantendrá todas sus propiedades físicas y químicas dentro de los intervalos mínimo y máximo de temperatura permitida por todos los componentes y materiales de la instalación.
4. Se podrá utilizar otro sistema de protección contra heladas que, alcanzando los mismos niveles de protección, sea aprobado por la Administración Competente.

Al tratarse el CTE de un Código de prestaciones de carácter cualitativo que los edificios deben cumplir, hay que interpretar que la aprobación de un sistema alternativo por la Administración implica el cumplimiento de la prescripción recogida en el Código.

3.12.5.2 Protecciones contra los sobrecalentamientos

1. El dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110 % de la demanda energética y en no más de tres meses el 100 % y a estos efectos no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50 % por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.
2. En el caso de que en algún mes del año la contribución solar pudiera sobrepasar el 100% de la demanda energética se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:
 - Dotar a la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos preferentemente pasivos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
 - Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador solar térmico está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacua los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
 - Vaciado parcial del campo de captadores. Esta solución permite evitar el sobrecalentamiento, pero dada la pérdida de parte del fluido del circuito primario, debe ser repuesto por un fluido de características similares, debiendo incluirse este trabajo entre las labores del contrato de mantenimiento.
 - Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.
 - Sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.
3. Si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de captadores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de captadores más un 10%.

4. Las instalaciones deben incorporar un sistema de llenado manual o automático que permita llenar el circuito y mantenerlo presurizado. En general, es muy recomendable la adopción de un sistema de llenado automático con la inclusión de un depósito de recarga u otro dispositivo.

3.12.5.3 Protecciones frente a quemaduras

En sistemas de Agua Caliente Sanitaria, donde la temperatura de agua caliente en los puntos de consumo pueda exceder de 60°C debe instalarse un sistema automático de mezcla u otro sistema que limite la temperatura de suministro a 60°C, aunque en la parte solar pueda alcanzar una temperatura superior para sufragar las pérdidas. Este sistema deberá ser capaz de soportar la máxima temperatura posible de extracción del sistema solar.

3.12.5.4 Protecciones de materiales frente a altas temperaturas

El sistema deberá ser calculado de tal forma que nunca se exceda la máxima temperatura permitida por todos los materiales y componentes.

3.12.5.5 Resistencia a presión

1. Los circuitos deben someterse a una prueba de presión de 1,5 veces el valor de la presión máxima de servicio. Se ensayará el sistema con esta presión durante al menos una hora no produciéndose daños permanentes ni fugas en los componentes del sistema y en sus interconexiones. Pasado este tiempo, la presión hidráulica no deberá caer más de un 10% del valor medio medido al principio del ensayo.
2. El circuito de consumo deberá soportar la máxima presión requerida por las regulaciones nacionales/europeas de agua potable para instalaciones de agua de consumo, abiertas o cerradas.
3. En caso de sistemas de consumo abiertos con conexión a la red, se tendrá en cuenta la máxima presión de la misma para verificar que todos los componentes del circuito de consumo soportan dicha presión.

3.12.5.6 Prevención del flujo inverso

1. La instalación del sistema deberá asegurar que no se produzcan pérdidas energéticas relevantes debidas a flujos inversos no intencionados en ningún circuito hidráulico del sistema.
2. La circulación natural que produce el flujo inverso se puede favorecer cuando el acumulador se encuentra por debajo del captador por lo que habrá que tomar, en esos casos, las precauciones oportunas para evitarlo.
3. Para evitar flujos inversos es aconsejable la utilización de válvulas anti-retorno, salvo que el equipo sea por circulación natural.

3.12.6 CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN

3.12.6.1 Introducción

El diseño de la instalación solar térmica para agua caliente sanitaria constituye un desarrollo del estudio general de cualquier edificación que se esté diseñando, en este caso además se requiere que dicha instalación proporcione agua en las condiciones adecuadas para climatizar la piscina existente en el recinto, en base a las peticiones manifestadas por el propietario.

Para apreciar los condicionantes inevitables en la edificación que se proyecta, hay que considerar las particularidades de este tipo de instalaciones. Para ello se parte del análisis de los subsistemas básicos de una instalación solar, que son:

- Sistema de captación.
- Sistema de intercambio y acumulación.
- Sistema de energía auxiliar.

La primera consideración es que se trata de elementos voluminosos, de nueva exigencia obligatoria, excepto en el caso del sistema de energía auxiliar, y con gran impacto visual en el caso de los captadores.

El campo de captadores tiene la dificultad añadida de unos límites estrictos respecto a orientaciones y colocación, a lo que se suman condiciones estéticas en muchas ordenanzas, por lo que es previsible que se convierta en el condicionante principal para el diseño de las cubiertas.

El volumen de acumulación constituye el segundo gran condicionante. Es previsible que las ordenanzas municipales impidan su ubicación en las propias cubiertas, por impacto visual, y los cuartos para alojar tales depósitos tienen considerables dimensiones. En la presente instalación se opta por situar los depósitos requeridos para ACS y piscinas en cuartos separados, cada uno adaptado para albergar en las condiciones más idóneas todos los elementos que se precisen del sistema.

El sistema de energía auxiliar no supone en sí mismo un condicionante añadido, salvo que su integración con el sistema de energía solar conduzca a una alternativa distinta a la que se tomaría sin ella. Es probable que el análisis económico de la instalación conduzca, en algunos casos, a soluciones diferentes a las que se adoptarían sin la instalación solar térmica.

3.12.6.2 Procedimiento de Verificación

En la Sección HE4, del documento básico HE, se establece el procedimiento para ratificar el cumplimiento de las exigencias estipuladas, siguiendo la secuencia que se expone a continuación:

- A. Obtención de la contribución solar mínima, apartado 2.2.1.
- B. Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado, apartado 3.
- C. Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento, apartado 5.

3.12.6.3 Demanda de Energía Térmica

Siguiendo el criterio del apartado 3 del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura, del IDAE, los datos de partida necesarios para el dimensionado y cálculo de la instalación están constituidos por dos grupos de parámetros que definen las condiciones climáticas y de uso.

Las condiciones de uso vienen dadas por la demanda energética asociada a la instalación según los diferentes tipos de consumo. Para aplicaciones de ACS, la demanda energética se determina en función del consumo de agua caliente, mientras que para las piscinas se determina en función de las pérdidas energéticas que tienen lugar en el entorno de la misma. Las condiciones climáticas vienen dadas por la radiación global total en el campo de captación, la temperatura ambiente diaria y la temperatura del agua de la red.

3.12.6.4 Zonas Climáticas

Según el CTE se establecen una serie de zonas climáticas para las cuales se establecerán unas contribuciones solares mínimas anuales exigida para cubrir las necesidades de ACS, siendo:



Tabla 3.12.6.5.1– Zonas Climáticas.

3.12.6.5 Condiciones Climáticas

Las condiciones climáticas, a efectos de las instalaciones solares térmicas, están definidas por:

- La radiación global total en el campo de captación.
- La temperatura ambiente media diaria.
- La temperatura mensual media del agua de la red.

Estos datos proceden del Instituto Nacional de Meteorología y otras fuentes fiables, y la dificultad de disponer de las suficientes series estadísticas constituye el principal obstáculo para una valoración adecuada del dimensionado de la instalación.

De los tres parámetros mencionados el más difícil de tabular ha sido siempre la radiación global total, porque tiene múltiples condicionantes, comenzando por la propia determinación de los factores a considerar, como por ejemplo la radiación difusa, que es la recibida en los días nublados.

La radiación se mide sobre la superficie horizontal, aplicando fórmulas factoriales para calcular las restantes posiciones de los captadores, pero las mayores dificultades proceden de las condiciones de horas de sol, nubes, lluvia, etc.

A continuación se reproducen las correspondientes a la energía, en megajulios, que incide sobre un metro cuadrado de superficie horizontal en un día medio de cada mes ($1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$), la altitud, latitud, longitud y temperatura mínima histórica (la más baja que se haya medido desde el primer año del que se conservan registros de datos), la temperatura media del agua en la red en °C, y la temperatura ambiente media durante las horas de sol en °C, ambas por provincias, del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, advirtiendo que la denominación de las provincias no se corresponde con la oficial actualmente vigente. Hay que tener en cuenta también los valores particulares que establecen algunas ordenanzas y regulaciones autonómicas, siempre que sean más restrictivas que el CTE. No obstante, en la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo.

3.12.6.6 Contribución Solar Mínima

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual para ACS o climatización de piscina cubierta, obtenidos a partir de los valores mensuales.

3.12.6.6.1 Contribución Solar Mínima ACS

En base a la tabla recogida en el apartado 2.1 del documento básico HE, sección 4 del código técnico, se establece para cada zona climática la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS en función de la demanda total del edificio, tomando una temperatura de referencia de 60°C.

Demanda total ACS (l/d)	Zona Climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
> 10.000	30	50	60	70	70

Tabla 3.12.6.6.1.1 – Contribución solar mínima anual para ACS en %.

En el caso del edificio objeto de estudio, su situación geográfica lo hace pertenecer a la zona climática I, por este motivo la contribución mínima solar anual exigida será del 30%.

3.12.6.6.2 Contribución Solar Mínima para Piscinas Cubiertas

La contribución solar mínima anual en el caso de climatización de piscinas cubiertas se recoge en la tabla 2.2 de la Sección HE 4 del documento básico HE del CTE, en función de la zona climática.

Piscinas Cubiertas	Zona Climática				
	I	II	III	IV	V
	30	30	50	60	70

Tabla 3.12.6.6.2.1– Contribución solar mínima anual para piscinas cubiertas en %.

De igual forma al apartado anterior, la contribución mínima exigida será del 30%.

3.12.6.7 Cálculo de la Demanda Energética

3.12.6.7.1 Demanda Energética Mensual para Consumo ACS

Para establecer el consumo de ACS seguiremos la tabla del Cálculo de demanda energética en instalaciones de agua caliente sanitaria perteneciente al pliego de condiciones técnicas de baja temperatura:

CRITERIO DE CONSUMO	CONSUMO (l/d)
Viviendas Unifamiliares	30 por persona
Viviendas Multifamiliares	22 por persona
Hospitales y Clínicas	55 por cama
Hoteles (4 estrellas)	70 por cama
Hoteles (3 estrellas)	55 por cama
Hoteles/Hostales (2 estrellas)	40 por cama
Campings	40 por emplazamiento
Hostales/Pensiones (1 estrella)	35 por cama
Residencias (Ancianos, Estudiantes, etc.)	55 por cama
Vestuarios/Duchas Colectivas	15 por servicio
Escuelas	3 por alumno
Cuarteles	20 por persona
Fábricas y Talleres	15 por persona
Oficinas	3 por persona
Gimnasios	20 a 25 por usuario
Lavanderías	3 a 5 por kg de ropa
Restaurantes	5 a 10 por comida
Cafeterías	1 por almuerzo

Tabla 3.12.6.7.1.1– Demanda en litros de ACS a 60°.

Según la misma, a una temperatura de 60°C, la demanda de ACS para nuestro caso será:

Locales	Previsión Usos	Demanda (Litros)
Cafetería/Restaurante	20 almuerzos/día	20
Cafetería/Restaurante	58 comidas/día	580
Gimnasio	80 usuarios/día	2.000
Vestuarios	60 duchas/día	900
Demanda Total		3.500

Tabla 3.12.6.7.1.2 – Demanda real para consumo ACS.

También se contempla el caso de que se elija una temperatura en el acumulador final diferente de 60°C, en cuyo caso se deberá alcanzar la contribución solar mínima correspondiente a la demanda obtenida con las demandas de referencia a 60 °C.

No obstante, la demanda a considerar a efectos de cálculo, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de las siguientes expresiones:

$$D(T) = \Sigma D_i(T) \quad (3.12.6.7.1.1)$$

$$D(T) = D_i(60^\circ) \times \frac{60-T_i}{T-T_i} \quad (3.12.6.7.1.2)$$

Siendo:

- $D(T)$ = demanda de ACS a temperatura T .
- $D_i(T)$ = demanda de ACS del mes (i) a temperatura T .
- $D_i(60^\circ\text{C})$ = demanda de ACS del mes (i) a temperatura de 60°C .
- T = temperatura final del acumulador.
- T_i = temperatura media del agua fría en el mes (i).

Hay que considerar que una temperatura de acumulación inferior mejora el rendimiento de la instalación al permitir un mayor salto térmico en los intercambiadores, pero incrementa el coste al suponer un mayor volumen, además de un aumento de riesgo de legionela, que se produce en agua acumulada a una temperatura inferior a 50°C . Esto aparece recogido en la norma UNE EN 100030 IN del 2005.

La demanda energética será la cantidad de energía necesaria para elevar la masa de agua resultante de los consumos requeridos desde la temperatura de suministro a la de referencia, en valores mensuales. La unidad física empleada es la caloría, cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de $14,5^\circ\text{C}$ a $15,5^\circ\text{C}$, cuya equivalencia mecánica se obtuvo mediante el experimento de Joule, de forma que:

$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J}$

Se tiene finalmente que el cálculo de la demanda energética se realizará para cada mes del año mediante la expresión mostrada a continuación y su resultado será expresado en unidades de kWh / mes:

$$DE_{MES} = Q_{DIARIO} \times N \times (T_{ACS} - T_{AF}) \times 1,16 \times 10^{-3} \quad (3.12.6.7.1.3)$$

Siendo:

- DE_{MES} = demanda energética en kWh/mes.
- Q_{DIARIO} = consumo de ACS a temperatura de referencia ACS en l/día.
- N = número de días del mes de utilización.
- T_{ACS} = temperatura de referencia para consumo de ACS (60°C).
- T_{AF} = temperatura del agua fría de la red.

$1 \text{ kcal} = 1.000 \times 4,186 \text{ J} \times (1\text{Kw}/1000\text{w}) \times (1\text{h}/3600\text{s}) = 1,16 \times 10^{-3} \text{ kWh}$
--

En cuanto a los valores de las temperaturas reflejadas en la fórmula se debe tener en cuenta que la temperatura de referencia será de 60°C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4 y que la temperatura del agua de la red se toma del anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, tabla 4, si no se establecen otras condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

A continuación se reflejan los valores representativos tenidos en cuenta y los resultados obtenidos en la presente instalación:

Consumo (L)	3500
T _{ACS} (°C)	60

Mes	Nº Días	T _{AF} (°C)	Q _{MES} (L/mes)	DE _{MES} (kWh / mes)
Enero	31	8	108500	6545
Febrero	28	9	98000	5798
Marzo	31	11	108500	6167
Abril	30	13	105000	5725
Mayo	31	14	108500	5790
Junio	30	15	105000	5481
Julio	31	16	108500	5538
Agosto	31	15	108500	5664
Septiembre	30	14	105000	5603
Octubre	31	13	108500	5915
Noviembre	30	11	105000	5968
Diciembre	31	8	108500	6545

Tabla 3.12.6.7.1.3 – Demanda mensual para consumo de ACS.

3.12.6.7.2 Demanda Energética Mensual para Piscinas Cubiertas

Como punto de partida y referencia se tomarán las consideraciones establecidas por el código técnico de la edificación, el cual determina que en piscinas cubiertas los valores ambientales de temperatura y humedad deberán ser fijados en el trabajo, la temperatura seca del aire del local será entre 2°C y 3°C mayor que la del agua, con un mínimo de 26°C y un máximo de 28°C, y la humedad relativa del ambiente se mantendrá entre el 55% y el 70%, siendo recomendable escoger el valor de 60%.

La temperatura del agua estará, por tanto, comprendida entre un mínimo de 23°C y un máximo de 26°C, dejando el CTE la decisión al proyectista.

El RITE, en la IT 1.1.4.3.2 “Calentamiento del agua en piscinas climatizadas”, establece que la temperatura del agua estará comprendida entre 24°C y 30°C según el uso principal de la piscina (se excluyen las piscinas para usos terapéuticos). La temperatura del agua se medirá en el centro de la piscina y a unos 20 cm por debajo de la lámina de agua, con una tolerancia en el espacio, horizontal y verticalmente, inferior o igual a $\pm 1'5^\circ\text{C}$.

En el presente trabajo se decide fijar la temperatura del agua en 24° de forma que el valor se ajuste a las consideraciones de ambas normativas.

A diferencia de la red de ACS donde la demanda energética venía fijada en función de los consumos instalados, en el caso de piscinas cubiertas el cálculo de la demanda energética se basa en la valoración de las pérdidas producidas una vez alcanzada la temperatura de referencia. Es decir, se trata de un régimen estacionario cuyos desequilibrios se recuperan mediante la aportación de energía solar.

En concreto, el cálculo de la potencia térmica necesaria a régimen para calentar el agua de la piscina se efectuará teniendo en cuenta las siguientes pérdidas:

- Por transferencia de vapor de agua al ambiente:
 - Desde la superficie del agua.
 - Desde el suelo mojado alrededor de la piscina.
 - Desde el cuerpo de las personas mojadas.
- Por convección de la superficie de agua de la pileta.
- Por radiación de la superficie de agua hacia los cerramientos.
- Por conducción a través de las paredes de la pileta.
- Por renovación del agua de la pileta.

Las pérdidas desde el suelo mojado y los cuerpos de las personas afectan a las condiciones de climatización, pero no al agua de la piscina. La renovación en las piscinas cubiertas es prácticamente despreciable, así como las pérdidas a través de los muros en un régimen estacionario.

Estos valores deben ser mensuales, por lo que habrá que multiplicar los valores unitarios por el número de días de cada mes al igual que en el caso del consumo de ACS.

3.12.6.7.2.1 Método Simplificado de Cálculo de Pérdidas

El Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, en su Anexo IV, Cálculo de Demandas Energéticas, recoge un método de cálculo de la demanda energética tanto para las piscinas cubiertas como para las situadas al aire libre.

Este Anexo indica que la demanda energética viene dada por las pérdidas térmicas en la pila de la piscina, calculándose de forma diferente si se trata de piscina cubierta o al aire libre, siguiendo las indicaciones del RITE en la IT 10.2.1.2 sobre la temperatura del agua de la pileta.

En piscinas cubiertas, el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE considera la siguiente proporción de las pérdidas existentes:

- Evaporación, representan entre el 70% y el 80% de las pérdidas totales.
- Radiación, representan entre el 15% y el 20% de las pérdidas totales.
- Conducción, son despreciables.

Para el cálculo de las pérdidas energéticas en piscinas cubiertas, se utilizará la siguiente fórmula empírica:

$$P = \frac{1000(130 - 3T_{sw} + 0,2T_{sw}^2)}{S_w} \quad (3.12.6.7.2.1.1)$$

Siendo:

- P = pérdidas en kW/h.
- T_{sw} = temperatura del agua en °C.
- S_w = superficie de piscina en m².

3.12.6.7.2.2 Método General de Cálculo de Pérdidas

En el método general se consideran las mismas pérdidas, pero se individualiza su cálculo para una aproximación más real. No hay que olvidar que los problemas de termodinámica se encuentran entre los más complejos de la física teórica, por lo que en la práctica se suelen utilizar ecuaciones empíricas válidas dentro de un rango de condiciones, que han sido definidas por diversos autores tras exhaustivos ensayos. Por ello no es extraño encontrar formulaciones muy diversas para la misma cuestión, si se olvidan estas condiciones previas.

El método general se aplica solamente a las piscinas cubiertas, únicas reguladas en el CTE. Para piscinas al aire libre habría que considerar otras pérdidas complementarias, además de la ganancia por radiación solar directa.

En las piscinas cubiertas se consideran tres tipos de pérdidas:

- Por transferencia de vapor de agua al ambiente, desde la superficie del vaso de la piscina, despreciando las debidas al cuerpo de las personas mojadas o al suelo mojado alrededor de la piscina.
- Por convección de la superficie de agua de la pileta.
- Por radiación de la superficie de agua hacia los cerramientos.

Por otra parte, se consideran despreciables las pérdidas por conducción a través de las paredes de la pileta y las debidas a la renovación del agua de la pileta.

3.12.6.7.2.2.1 Cálculo de Pérdidas por Evaporación

La evaporación es el fenómeno físico por el cual el agua cambia de estado líquido a gaseoso, pasando a la atmósfera en forma de vapor. Un cambio de fase requiere una aportación que se denomina calor latente, porque no se refleja en un aumento de la temperatura, constituyendo la diferencia de entalpia entre el estado de vapor saturado y el líquido saturado a la misma temperatura y presión. El valor del calor de vaporización del agua es:

$$L = 2.255 \times 10^3 \text{ J/kg} = 40,65 \text{ Id/mol} = 540 \text{ cal/g}$$

El aire, considerado como mezcla de gases perfectos tiene en el vapor de agua, o agua en fase gaseosa, uno de sus componentes. En la superficie de un volumen de agua líquida siempre hay moléculas de agua cruzando en el aire circundante a dicha superficie, que luego se evaporan. La energía (calor latente), que se consume en dicha evaporación, se deduce del contenido en energía térmica de la superficie que, por lo tanto, se enfría (refrigeración por evaporación).

Dalton expresó la tasa de evaporación E en forma directamente proporcional a la diferencia entre la presión de vapor saturado p_s a la temperatura del agua, y la presión de vapor p_v existente en el aire circundante, para la unidad de superficie.

$$E = k (p_s - p_v) \quad (3.12.6.7.2.2.1.1)$$

La carga térmica es función de la masa de agua evaporada m_v por unidad de tiempo y de la entalpia del agua, o calor latente, a la temperatura de la piscina:

$$Q = L m_v \quad (3.12.6.7.2.2.1.2)$$

El problema físico de la ebullición del agua, o cambio de fase de líquido a vapor ha sido resuelto desde hace mucho, sin embargo la masa de evaporación de una superficie abierta a temperatura inferior a la de ebullición no puede ser medida directamente, constituyendo un problema bastante complejo. Se han desarrollado para ello diversos métodos, mezcla de aplicación teórica y experimentación, siendo muy importantes las condiciones de contorno para la validez de las propuestas.

Además del suministro de energía calórica, el segundo factor que determina la tasa de evaporación desde una superficie abierta de agua es la tasa de transporte del vapor lejos de la superficie, que se determina por el gradiente de humedad en el aire cercano a la superficie y la velocidad del viento a través de dicha superficie, y estos procesos pueden analizarse utilizando simultáneamente las ecuaciones de transporte de masa y de cantidad de movimiento en el aire.

En el CTE sólo se contemplan las piscinas cubiertas, por lo que no hay que tener en cuenta las ganancias por radiación directa solar en la superficie del agua. La velocidad del aire se considera 0,1 m/s, valor habitual adoptado en los manuales para interiores cerrados.

La humedad se supone constante de un 60%, que es la recomendada en el apartado 3.1.1, y las temperaturas del agua oscilan entre 23°C y 26°C, como se vio anteriormente. En una situación estacionaria, habría que suponer que la acumulación de vapor en el ambiente llegará a la saturación, produciéndose condensaciones, por lo que para mantener el máximo de humedad del 70%, o del 60% recomendado, la cubierta debería estar dotada de sistemas adecuados de climatización y circulación de aire que mantengan estas condiciones, y que deberán realizar la tarea equivalente al viento natural.

En estas condiciones, la ecuación simplificada de Thornthwaite-Holzman para transporte de vapor, desarrollada por primera vez por estos autores en 1.939 para el cálculo de evaporación en lagos y pantanos, resulta adecuada para el cálculo de la masa unitaria evaporada:

$$m_v = \frac{0,622 \times k^2 \times \rho_a (\rho_{vsa} - \rho_{va}) u_2}{\rho \left[\ln \left(\frac{z_2}{z_1} \right) \right]^2} \quad (3.12.6.7.2.2.1.3)$$

Siendo:

- m_v = masa unitaria evaporada g/cm².
- K = constante de Von Karman, normalmente de valor 0,4.
- ρ_{vsa} = presión de vapor saturado a T_{AMB} en mm Hg.
- ρ_{va} = presión de vapor en el aire en mmHg.
- U_2 = velocidad de viento a altura Z_2 , en cm/s en recinto cerrado 10 cm/s.
- ρ_a = densidad del aire en g/cm³.
- ρ = presión del aire atmosférica al borde del mar, 760 mm Hg.
- Z_1 = punto de referencia en superficie de la piscina.
- Z_2 = altura de un segundo punto de referencia.

La densidad del aire seco ρ_a es una magnitud variable, dependiendo de la temperatura y la altitud. Su valor normal es 1,225 Kg/m³ (al nivel del mar y a la temperatura de 15 °C. A una temperatura de 25 °C, toma el valor de 1,184 Kg/m³. Los puntos Z_1 y Z_2 son las alturas de referencia de la medición de la velocidad del aire, y depende del volumen del edificio.

La posición de Z_1 se considera en la superficie del agua, y su valor es la unidad. Si se considera que el punto Z_2 está a una altura de 2,50 metros de la superficie, el logaritmo neperiano del cociente será 0,9163, dato que se utilizará para los cálculos.

La presión de vapor se define como la presión producida por el vapor de agua en un volumen, considerado como un gas perfecto. La presión de vapor saturado, a una determinada temperatura, se corresponde con el calor más alto de masa de agua en estado de vapor que admite el aire, produciéndose el punto de condensación.

Se trata, por consiguiente de una mezcla de gases, cuyo comportamiento sigue la ley de Dalton de las presiones parciales, que dice que la presión total de una mezcla de gases es igual a la suma de las presiones parciales de sus componentes, y la presión parcial es la presión que ejercería cada componente en las mismas condiciones del sistema, de acuerdo con sus respectivas propiedades. La ecuación clásica para calcular el valor de la presión de vapor saturado es la de Clausius-Clapeyron, en función de la temperatura:

$$\ln(p_{vsa}) = \frac{-L}{R\left(\frac{1}{T}\right)+C} \quad (3.12.6.7.2.2.1.4)$$

Siendo:

- L = entalpía de vaporización, 40,65 kJ/mol.
- R = constante de los gases perfectos, 8,31451 J/molK.
- T = temperatura en Kelvin.

Para los cálculos se emplea, en lugar de la clásica, la ecuación de Antoine, por estar más próxima a los valores de los gases reales en el rango de temperaturas que se trata:

$$\ln(p_{vsa}) = \frac{A-B}{T+C} \quad (3.12.6.7.2.2.1.5)$$

Siendo para el caso del agua:

- $A = 18,304$.
- $B = 3.816,4$.
- $C = -46,13$.
- T = temperatura, en Kelvin.

Despejando el valor de la presión de vapor resulta:

$$\rho v_{sa} = e^{\frac{A-B}{T+C}} \quad (3.12.6.7.2.2.1.6)$$

El valor de la presión resulta, en esta fórmula, en milímetros de mercurio, debiendo tener en cuenta la equivalencia en pascal, 1 mm Hg = 133,322 Pa.

La presión de vapor no saturado corresponde a las condiciones ambientales reales donde no suele haber condensación, y se utiliza la expresión:

$$\rho v_a = \rho v_{sa} \frac{N_r}{100} \quad (3.12.6.7.2.2.1.7)$$

Siendo N_r la humedad relativa, considerada un 60% tal y como se expresó en apartados anteriores.

La sucesiva aplicación de estas expresiones dará la evaporación por unidad de tiempo y superficie de piscina, que se suele expresar para un ciclo de 24 horas:

$$Q_{EV} = L \times m_v \times S \times 3600 \times 24 \times N \quad (3.12.6.7.2.2.1.8)$$

Siendo:

- L = entalpia de vaporización del agua, 540 cal/g.
- m_v = masa de agua unitaria evaporada en g/cm²s.
- S = superficie del vaso de la piscina en cm².
- N = número de días del mes.

En el presente trabajo, las pérdidas por evaporación de cada mes para una superficie del vaso de 41,15 m² y una $m_v = 4,06 \times 10^{-6} \text{ g/cm}^2 \text{ s}$, serán:

Mes	Días	Q _{EV} (MJ/mes)	Q _{EV} (Mcal/mes)
Enero	31	10.100	2.414
Febrero	28	9.123	2.180
Marzo	31	10.100	2.414
Abril	30	9.774	2.336
Mayo	31	10.100	2.414
Junio	30	9.774	2.336
Julio	31	10.100	2.414
Agosto	31	10.100	2.414
Septiembre	30	9.774	2.336
Octubre	31	10.100	2.414
Noviembre	30	9.774	2.336
Diciembre	31	10.100	2.414

Tabla 3.12.6.7.2.2.1.1 – Pérdidas por Evaporación.

3.12.6.7.2.2.2 Cálculo de Pérdidas por Convección

Se llama convección al proceso de intercambio de energía entre un fluido y un sólido, u otro fluido de diferente densidad, cuya superficie de contacto esté a diferente temperatura de la del fluido.

Estas pérdidas en algunos casos pueden ser negativas, porque la temperatura ambiente ha de ser superior a la del agua, según establece el CTE. No obstante, mantener constante la temperatura del aire seco al menos a 26 °C significaría una climatización constante del local con un gasto energético excesivo, pareciendo más probable que se produzcan ciclos diarios, de forma que durante la noche la temperatura se aproxime a la del ambiente exterior y, consecuentemente, el agua ceda calor al aire, por su mayor inercia. Se consideran de esta manera promedios de temperatura para el cálculo de estas pérdidas, si no existe climatización continua:

$$Q_C = h \times S \times (T_M - T_A) \times 24 \times N \quad (3.12.6.7.2.2.2.1)$$

Siendo:

- h = coeficiente de película de superficie de piscina, en W/m^2 , siendo $h = 4$ $Kcal/m^2h^{\circ}C$ para velocidad de aire de 0-5 km/h).
- S = superficie de la piscina, en m^2 .
- T_M = temperatura del agua de la piscina, $^{\circ}C$.
- T_A = temperatura ambiente, considerando $(T_{MAX\ EXTERIOR} + T_{AMB})/2$ ya que de lo contrario tendría climatización nocturna.
- N = número de días al mes.

De acuerdo con lo anterior, se tiene que las pérdidas por convección de cada mes para una superficie del vaso de $41,15\ m^2$ y una temperatura del agua de $24^{\circ}C$, serán:

Mes	Días	T_{AMB} ($^{\circ}C$)	Q_c (MJ/mes)	Q_c (Mcal/mes)
Enero	31	19	2.562	612
Febrero	28	19	2.314	553
Marzo	31	20	2.050	490
Abril	30	20	1.983	474
Mayo	31	21	1.537	367
Junio	30	23	744	178
Julio	31	23	512	122
Agosto	31	24	256	61
Septiembre	30	23	496	119
Octubre	31	22	1.281	306
Noviembre	30	20	1.983	474
Diciembre	31	19	2.562	612

Tabla 3.12.6.7.2.2.2.1 – Pérdidas por Convección.

3.12.6.7.2.2.3 Cálculo de Pérdidas por Convección

La radiación electromagnética puede transportar energía a través de un fluido o del vacío, en forma de ondas electromagnéticas que se propagan a la velocidad de la luz. La radiación térmica, es decir, aquella que transporta energía en forma de calor es la que entra en este campo de aplicación y todo cuerpo recibe una determinada cantidad de radiación, pero también la emita, teniendo de esta forma un balance que puede ser de pérdidas o ganancias.

Las pérdidas o ganancias de calor por radiación Q_R , W/m^2 se calculan de la siguiente forma:

$$Q_R = \sigma \times \varepsilon \times S \times (T_M^4 - T_A^4) \times 24 \times N \quad (3.12.6.7.2.2.3.1)$$

Siendo:

- σ = constante de Stefan-Boltzman, $5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4 = 4,88 \times 10^{-6} \text{ cal/cm}^2\text{hK}^4$.
- ε = emitancia de la superficie, 0,095 para la superficie de la piscina.
- S = superficie de la piscina, en m^2 .
- T_M , T_A y N anteriormente definidos.

Las pérdidas por radiación de cada mes, para una superficie del vaso de $40,15 \text{ m}^2$ y una temperatura del agua de 24°C , serán:

Mes	Días	$T_{AMB} (^\circ\text{C})$	Q_R (MJ/mes)	Q_R (Wh/mes)
Enero	31	19	303	84.249
Febrero	28	19	274	76.097
Marzo	31	20	244	67.742
Abril	30	20	236	65.556
Mayo	31	21	184	51.064
Junio	30	23	90	24.896
Julio	31	23	62	17.194
Agosto	31	24	31	8.619
Septiembre	30	23	60	16.640
Octubre	31	22	154	42.661
Noviembre	30	20	236	65.556
Diciembre	31	19	303	84.249

Tabla 3.12.6.7.2.2.3.1 – Pérdidas por Radiación.

3.12.6.7.2.2.4 Cálculo de Pérdidas Totales

Considerando el conjunto de las pérdidas anteriores, el aporte energético neto que debemos efectuar en la piscina será:

$$Q_{TOTAL} = Q_{EV} + Q_C + Q_R \quad (3.12.6.7.2.2.4.1)$$

Siendo:

- Q_{TOTAL} = pérdidas totales.
- Q_{EV} = pérdidas por evaporación.
- Q_C = pérdidas por convección.
- Q_R = pérdidas por radiación.

Si se prevé el uso de manta térmica para cubrir la piscina, hay que tener en cuenta que las pérdidas totales deben ser multiplicadas por un coeficiente que represente el porcentaje de tiempo durante el cual la piscina permanece descubierta, ya que las pérdidas consideradas tendrán lugar durante este intervalo de tiempo.

En la presente instalación se establece un porcentaje del 60% de tiempo sin el uso de manta.

Las pérdidas totales contabilizadas para cada mes con el uso de la manta para una superficie del vaso de 40,15 m² serán:

Mes	Q_{TOTAL} (MJ/mes)	Q_{TOTAL} (Mcal/mes)
Enero	7.779	1.859
Febrero	7.026	1.679
Marzo	7.436	1.777
Abril	7.196	1.720
Mayo	7.093	1.695
Junio	6.365	1.521
Julio	6.405	1.531
Agosto	6.232	1.490
Septiembre	6.198	1.481
Octubre	6.921	1.654
Noviembre	7.196	1.720
Diciembre	7.779	1.859

Tabla 3.12.6.7.2.2.4.1 – Pérdidas Totales.

3.12.6.8 Cálculo de Campo de Captadores

El dimensionado del campo de captadores constituye la base fundamental de la instalación, ya que es el elemento que recoge la energía solar que se precisa, y el valor absoluto de ésta es función de su superficie total de captación.

El valor de la energía solar aportada debe ser el producto de la contribución solar mínima por la demanda de energía, por lo que habrá que dimensionar el campo de captadores para ello. La fracción solar anual coincidirá con la contribución solar mínima, dependiendo las fracciones mensuales de las condiciones climáticas y de uso.

Sin embargo, estos valores representan el resultado a cumplir, y no sirven para definir la superficie de captación de forma directa, por lo que es necesario realizar varias pruebas, una vez pre-dimensionado el campo, hasta lograr el cumplimiento de todos los requisitos, de la forma siguiente:

- Pre-dimensionado del campo de captadores.
- Cálculo de la cobertura del sistema solar.
- Reiteración del proceso hasta obtener los valores de fracción solar mensual y anual que cumplan con las exigencias, teniendo en cuenta los restantes requisitos.

3.12.6.8.1 Predimensionado de Campo de Captadores

La superficie de captación solar es un dato imprescindible para el proceso de cálculo, siendo necesario realizar una hipótesis de partida fijando un valor previo, para ajustar la superficie a la contribución requerida posteriormente.

Un valor habitual es considerar 70 l/m²día, que puede resultar un valor adecuado para el rendimiento de la instalación, teniendo en cuenta que este valor tendrá que reconsiderarse posteriormente para cumplir con la contribución solar mínima requerida en el caso de querer instalar además una caldera de apoyo o simplemente con la instalación solar de captadores.

3.12.6.8.2 Cálculo de la Cobertura Solar. Método F-Chart

El rendimiento instantáneo de un captador está definido por la ecuación de balance, sin embargo el rendimiento medio durante un periodo medio de tiempo es un fenómeno mucho más complejo en el que intervienen numerosos factores, tales como la climatología, la posición respecto a la inclinación y orientación de los captadores, la existencia de zonas en sombra y la inercia de la instalación en su conjunto, que impide el aprovechamiento de la radiación por debajo de un valor mínimo.

El método F-Chart cuenta con el respaldo de numerosas instalaciones realizadas en un largo periodo de tiempo con el consiguiente análisis de los resultados energéticos en situaciones reales, por lo que tiene un gran reconocimiento por parte de los profesionales del sector. Es el aconsejado en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Solares Térmicas de Baja Temperatura, del IDAE y cumple con lo especificado en la Sección HE4, del DB HE del CTE.

Para desarrollarlo se utilizan datos mensuales, medios meteorológicos, y es perfectamente válido para determinar el rendimiento o factor de cobertura solar en instalaciones de calentamiento de ACS, en todo tipo de edificios, mediante captadores solares planos. Se determina el porcentaje de la demanda energética mensual, o fracción solar mensual, como relación entre dos magnitudes adimensionales D_1 y D_2 , mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018 D_2^2 + 0,0215D_1^3 \quad (3.12.6.8.2.1)$$

La secuencia que se va a seguir en el cálculo es la siguiente:

1. Cálculo de la radiación solar mensual incidente H_{MES} sobre la superficie inclinada de los captadores.
2. Cálculo del parámetro D_1 .
3. Cálculo del parámetro D_2 .
4. Determinación de la fracción solar mensual f aportada por el sistema de captación solar, mediante gráficas o ecuaciones.
5. Valoración de la cobertura solar anual, grado de cobertura solar o fracción solar anual F .
6. Reiteración del proceso para ajustar la producción a los requerimientos.

Originariamente para el proceso de cálculo se utilizaban unas gráficas llamadas f, o f-chart, que dan nombre al método, en un sistema de coordenadas con los valores de D_1 , en las ordenadas y de D_2 en las abscisas, donde se podía encontrar el valor de la fracción solar de la instalación una vez obtenidos los valores de los parámetros D_1 y D_2 , de una determinada instalación, entre unos ciertos límites.

3.12.6.8.2.1 Cálculo de la Radiación Mensual Incidente

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores solares se efectúa según la siguiente fórmula:

$$H_{MES} = k_{MES} \times H_{DÍA} \times N \quad (3.12.6.8.2.1.1)$$

Siendo:

- H_{MES} = irradiación o radiación solar incidente por m^2 de superficie de los captadores por mes, en kWh/ m^2 mes.
- k_{MES} = coeficiente en función del mes, de la latitud y la inclinación de la superficie del captador solar.
- $H_{DÍA}$ = irradiación o radiación solar incidente por m^2 de superficie de los captadores por día, en kWh/ m^2 día.
- N = número de días del mes.

El valor de la radiación solar incidente sobre una superficie horizontal en un día medio de cada mes, por provincias, puede tomarse de la tabla publicada por CENSOLAR, recogida en el Anexo IV del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE. En la mayoría de los casos estas tablas proporcionan datos suficientemente fiables para redactar el trabajo, en nuestro caso tomaremos los datos para la provincia de La Coruña:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1

Tabla 3.12.6.8.2.1.1 - Valor de la radiación solar sobre una superficie horizontal MJ/ m^2 día.

Los valores del coeficiente k utilizados para la estimación de la energía solar mensual incidente sobre una superficie inclinada a partir de la radiación solar horizontal para un azimut de cero grados (orientación Sur), están indicados en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE:

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57

Tabla 3.12.6.8.2.1.2 - Valor de la constante k_{MES} .

En base a los datos aportados, se obtienen los siguientes resultados sobre la radiación solar incidente por m^2 de superficie para cada uno de los meses del año:

Mes	$H_{DÍA}$ (MJ/m ² día)	k_{MES}	N (Días)	H_{MES} (kWh/m ² mes)
Enero	5,4	1,45	31	67
Febrero	8	1,33	28	83
Marzo	11,4	1,19	31	117
Abril	12,4	1,05	30	109
Mayo	15,4	0,95	31	126
Junio	16,2	0,91	30	123
Julio	17,4	0,95	31	142
Agosto	15,3	1,06	31	140
Septiembre	13,9	1,24	30	144
Octubre	10,9	1,45	31	136
Noviembre	6,4	1,59	30	85
Diciembre	5,1	1,57	31	69

Tabla 3.12.6.8.2.1.2 - Valor de la radiación solar mensual.

El procedimiento propuesto para el cálculo de la radiación solar incidente sobre una superficie inclinada es válido para superficies orientadas al Sur. La influencia de pequeñas desviaciones respecto al Sur hacia el Este o el Oeste no originan una pérdida significativa de producción solar anual de la instalación.

3.12.6.8.2.2 Pérdidas por Disposición Geométrica de los Captadores

La disposición de los captadores en el campo de captación puede originar pérdidas que reducen el rendimiento de la instalación. Hay tres posibles tipos de pérdidas debidas a la colocación de los captadores, las pérdidas debidas a la orientación según la desviación respecto al sur geográfico, las pérdidas debidas a la inclinación desviando la recepción ortogonal de la radiación solar, y las pérdidas derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos.

Las condiciones relativas a las pérdidas se regulan en el apartado 2.2.3 de la Sección HE4, del DB HE del CTE. Así, donde se cita:

1. Las pérdidas se expresan como porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras.
2. La orientación e inclinación del sistema generador y de las posibles sombras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites establecidos en la tabla siguiente. Este porcentaje de pérdidas permitido no supone una minoración de los requisitos de contribución solar mínima exigida.

Caso	Orientación e Inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración Arquitectónica	40%	20%	50%

Tabla 3.12.6.8.2.2.1 – Pérdidas Límite.

Se considera que existe integración arquitectónica cuando los módulos cumplen una doble función energética y arquitectónica y además sustituyen elementos constructivos convencionales, o son elementos constituyentes de la composición arquitectónica. Se considera que existe superposición arquitectónica cuando la colocación de los captadores se realiza paralela a la envolvente del edificio, no aceptándose en este concepto la disposición horizontal con el fin de favorecer la auto-limpieza de los módulos. Una regla fundamental a seguir para conseguir la integración o superposición de las instalaciones solares es la de mantener, dentro de lo posible, la alineación con los ejes principales de la edificación.

3. En todos los casos, se han de cumplir las tres condiciones: las pérdidas por orientación e inclinación, las pérdidas por sombras y las pérdidas totales deberán ser inferiores a los límites estipulados en la tabla anterior, respecto a los valores de energía obtenidos considerando la orientación e inclinación óptimas sin sombra alguna.

3.12.6.8.2.3 Pérdidas por Orientación e Inclinación

Las pérdidas por orientación son debidas al desvío de la posición de los captadores solares de la orientación óptima, y las pérdidas por inclinación son debidas al desvío del ángulo de inclinación, o ángulo que forma la superficie de captación con el plano horizontal, desde su posición óptima.

Las condiciones óptimas de colocación de un captador se consideran para la orientación el Sur y para la inclinación la latitud geográfica.

Los paneles de la presente instalación estarán en condiciones óptimas ya que están situados con orientación sur y con inclinación de 43° siendo esta la latitud.

3.12.6.8.2.4 Pérdidas por Sombras

Las pérdidas por sombras son las derivadas de los obstáculos en el entorno que producen sombras, tanto de los propios paneles o partes de la edificación, como de edificaciones y obstáculos vecinos. Las pérdidas por sombras de la superficie de captación se deben evaluar de acuerdo con lo estipulado en la Sección HE4, del documento básico HE del CTE.

Para la evaluación de las pérdidas por sombras según lo expuesto en el anexo VI del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE, en el apartado “Distancia mínima entre filas de captadores”, se dice que la distancia d , medida sobre la horizontal, entre una fila de captadores y un obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})} \quad (3.12.6.8.2.4.1)$$

Donde $1/\tan(61^\circ - \text{latitud})$ es un coeficiente adimensional denominado k , algunos de cuyos valores significativos se incluyen en la tabla siguiente, en función de la latitud del lugar:

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	1,475	2,747	3,078	3,487

Tabla 3.12.6.8.2.4.1 – Ejemplos de valores del factor k .

En la siguiente figura aparecen algunos ejemplos de la toma de datos relativos a “h” y “d”:

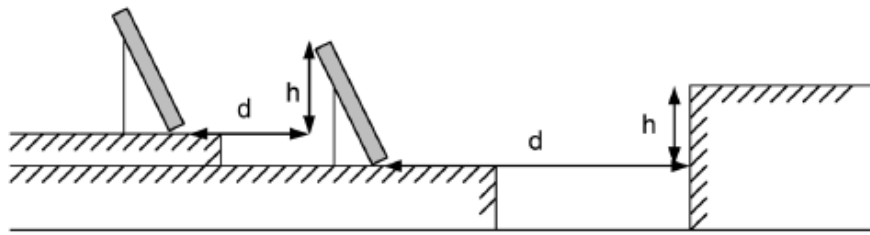


Figura 3.12.6.8.2.4.1 – Ejemplo separación distancia d.

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a hk , aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los captadores. Este método, aunque no excluye la utilización del anterior para el cálculo final, es muy útil en todo el proceso previo. En el presente trabajo al estar en latitud 43° tendremos un valor de k de 3,078, además nuestra colocación presenta una h de 0,37 m y una distancia de 1,85 m. Por tanto podemos determinar que nuestra d es mayor a la exigida, evitando pérdidas por sombras.

3.12.6.8.2.5 Cálculo del Parámetro D_1

El parámetro D_1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano E_{MES} y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes, DE_{MES} . En el caso de la piscina la demanda energética mensual será sustituida por las pérdidas totales calculadas en la misma.

$$D_1 = \frac{E_{MES}}{DE_{MES}} \quad (3.12.6.8.2.5.1)$$

La expresión de la energía absorbida por el captador, E_{MES} , es la siguiente

$$E_{MES} = S_C \times F_R' (T\alpha) \times H_{MES} \quad (3.12.6.8.2.5.2)$$

Siendo:

- E_{MES} = energía mensual absorbida por los captadores en kWh/mes.
- S_C = superficie de captación en m^2 .
- H_{MES} = energía mensual incidente sobre la superficie de captadores en kWh/ m^2 mes.
- $F_R'(T\alpha)$ = factor adimensional con la siguiente expresión:

$$F_R'(T\alpha) = F_R(T\alpha)n \left[\frac{(T\alpha)}{(T\alpha)n} \right] \frac{FR'}{FR} \quad (3.12.6.8.2.5.3)$$

Siendo:

- $F_R(T\alpha)n$ = factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en origen la curva característica del captador, dato que debe proporcionar el fabricante.
- $[(T\alpha)/(T\alpha)n]$ = modificador del ángulo de incidencia. En general se puede tomar como constante, siendo 0,96 para superficie transparente o sencilla y 0,94 para superficie transparente doble.
- FR'/FR = factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda el valor 0.95.
-

3.12.6.8.2.6 Cálculo del Parámetro D_2

El parámetro D_2 expresa la relación entre la energía perdida por el captador EP_{MES} , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio DE_{MES} . Al igual que ocurría con el parámetro D_1 , la demanda energética en el caso de la piscina se sustituye por las pérdidas totales existentes.

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}} \quad (3.12.6.8.2.6.1)$$

La expresión de las pérdidas del captador es la siguiente:

$$EP_{MES} = S_C \times F_R' U_L (100 - T_{AMB}) \times \Delta t \times k_1 \times k_2 \quad (3.12.6.8.2.6.2)$$

Siendo:

- EP_{MES} = energía solar mensual perdida por los captadores en kWh/mes.
- S_C = superficie de los captadores en m^2 .

- $F_R'U_L$ = factor, en KWh/(m² K), cuya expresión es:

$$F_R'U_L = F_R U_L \times \frac{F_R'}{F_R} \times 10^{-3} \quad (3.12.6.8.2.6.3)$$

- $F_R U_L$ = coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado U_0 , en W/m²K, pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante.
- T_{AMB} = temperatura media mensual del ambiente en °C.
- Δt = periodo de tiempo en horas.
- k_1 : factor de corrección por almacenamiento:

$$k_1 = \left(\frac{V}{75 \times S_C} \right)^{-0,25} \quad (3.12.6.8.2.6.4)$$

- V = volumen de acumulación solar en litros. Se recomienda que este valor cumpla la condición $50 < V/S_C < 180$.
- k_2 = factor de corrección para ACS que relaciona las distintas temperaturas.

$$k_2 = \frac{11,6 + 1,18T_{AC} + 3,86T_{AF} - 2,32T_{AMB}}{100 - T_{AMB}} \quad (3.12.6.8.2.6.5)$$

- T_{AC} = temperatura mínima de ACS en °C.
- T_{AF} = temperatura del agua de la red en °C.
- T_{AMB} = temperatura media mensual del ambiente en °C.

3.12.6.8.2.7 Fracción Anual F

La fracción solar anual se calcula como la relación entre la suma de aportaciones solares mensuales y la suma de las demandas energéticas de cada mes:

$$F = \frac{\sum EU_{MES}}{\sum DE_{MES}} \quad (3.12.6.8.2.7.1)$$

Siendo EU_{MES} , energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria, en kWh/mes, determinada por:

$$EU_{MES} = f_{MES} \times DE_{MES} \quad (3.12.6.8.2.7.2)$$

Siendo:

- f_{MES} = fracción solar mensual.
- DE_{MES} = demanda energética en kWh/mes.

3.12.7 RESULTADOS OBTENIDOS

3.12.7.1 Instalación ACS

Tras realizar diferentes pruebas aplicando los procedimientos anteriormente citados teniendo en cuenta la disposición elegida para los captadores y analizando las fracciones solares cubiertas en los diferentes periodos del año se demuestra que para proveer de agua caliente la instalación cumpliendo con las exigencias marcadas por la normativa es necesario emplear un mínimo de 17 paneles solares, pero en nuestro caso hemos instalado 30 con el fin de mejorar la eficiencia de nuestras instalaciones.

A continuación se realiza un ejemplo de cálculo manual para un mes cualquiera del año, en concreto se analizarán las condiciones dadas para el mes de Enero:

A. Valor de la demanda energética mensual:

$$DE_{MES} = 3500 \times 31 \times (60 - 8) \times 1,16 \times 10^{-3} = 6.545 \text{ kWh/mes}$$

$$DE_{MES \text{ REAL}} = 0,9 \times 6.545 = 5.890 \text{ kWh/mes}$$

B. Irradiación solar incidente sobre los captadores:

$$H_{MES} = 1,45 \times \left(\frac{5,4}{3,6} \times 31\right) = 67 \text{ kWh/m}^2\text{mes}$$

$$(\text{Equivalencia: } 3,6 \text{ MJ} = 1\text{kWh})$$

C. Cálculo del parámetro D₁:

$$F_R' (T\alpha) = 0,722 \times 0,96 \times 0,95 = 0,66$$

$$E_{A_{MES}} = 30 \times 2,8 \times 0,66 \times 67 = 3.729 \text{ kWh/mes}$$

$$D_1 = \frac{3.729}{5.890} = 0,633$$

D. Cálculo del Parámetro D₂:

$$F_R' U_L = 3,39 \times 0,95 \times 10^{-3} = 0,0032$$

Seleccionamos como valor de V_{AC} = 5000 L de forma que:

$$50 < \left(\frac{5000}{30 \times 2,8}\right) = 60 < 180 \text{ (Cumple)}$$

$$k_1 = \left(\frac{5000}{75 \times (30 \times 2,8)}\right)^{-0,25} = 1,06$$

$$k_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times 60 + 3,86 \times 8 - 2,32 \times 12}{100 - 12} = 0,97$$

$$E_{P_{MES}} = (30 \times 2,8) \times 0,0032 (100 - 12) \times (7,5 \times 31) \times 1,06 \times 0,97 = 5.694 \text{ kWh/mes}$$

$$D_2 = \frac{5.694}{5.890} = 0,967$$

Aplicando lo obtenido, se tiene entonces que la fracción solar cubierta durante el mes de enero será:

$$f_{ENERO} = (1,029 \times 0,633) - (0,065 \times 0,967) - (0,245 \times 0,633^2) + (0,0018 \times 0,967^2) + (0,0215 \times 0,633^3) = \underline{0,498}$$

Es decir, el captador proporcionará un 49,80 % de la energía necesaria para este mes. La energía suplementaria se obtendrá con la caldera de apoyo instalada.

A continuación se reflejan los resultados obtenidos para los diferentes periodos:

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días al Mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Temperatura Agua Red (°C)	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8
Temperatura Ambiente Media (°C)	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12
Media Horas de Luz (h)	7,5	8	8,5	9	9	9,5	9	9	8,5	8	7,5	7
Porcentaje Ocupación (%)	90	90	90	90	90	85	80	75	85	90	90	90
K_{MES}	1,45	1,33	1,19	1,05	0,95	0,91	0,95	1,06	1,24	1,45	1,59	1,57
$H_{DÍA}$ (MJ/m ² día)	5,4	8	11,4	12,4	15,4	16,2	17,4	15,3	13,9	10,9	6,4	5,1

Consumo Estimado (L)	3500
----------------------	------

$D_{ENERGÉTICA\ MES}$ (KWh/mes)	6545	5798	6167	5725	5790	5481	5538	5664	5603	5915	5968	6545
$D_{ENERGÉTICA\ MES}$ Real (KWh/mes)	5890	5218	5550	5152	5211	4659	4430	4248	4762	5324	5371	5890

H_{MES} (KWh/m ² mes)	67	83	117	109	126	123	142	140	144	136	85	69
$E_{ACUMULADA\ MES}$ (KWh/mes)	3729	4577	6461	6001	6968	6795	7873	7724	7944	7528	4690	3814
D_1	0,633	0,877	1,164	1,165	1,337	1,459	1,777	1,818	1,668	1,414	0,873	0,647

K_2	0,97	1,01	1,07	1,16	1,18	1,19	1,22	1,16	1,13	1,12	1,07	0,97
$E_{PÉRDIDAS\ ACUMULADOR\ MES}$ (KWh/mes)	5694	5733	6977	7746	7942	7860	7817	7323	6581	6620	5957	5314
D_2	0,967	1,099	1,257	1,504	1,524	1,687	1,765	1,724	1,382	1,244	1,109	0,902

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Fracción Solar Mensual (f)	0,498	0,659	0,821	0,806	0,894	0,942	1,066	1,084	1,048	0,948	0,656	0,512

Fracción Solar Anual (F)	0,811
--------------------------	-------

Datos Instalación	
Panel Solar Térmico Solaria 2.8 AL AL	
Numero de Paneles	30
Superficie Panel (m ²)	2,8
Eficiencia Óptica Captador $F_R(\tau\alpha)_n$	0,722
$F_R U_L$ (W/m ² k)	3,39
Acumulador Logalux L2TN2500	
Volumen (L)	5000

Cálculo D ₁	
$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$	0,96
F'_R / F_R	0,95
$F'_R (\tau\alpha)$	0,66

Cálculo D ₂	
$F_R U_L'$	0,0032
K_1	1,06

Condición Acumulador		
50 <	60	< 180

Tabla 3.12.7.1.1 – Valores Cálculo Instalación Solar Térmica Aporte a ACS.

3.12.7.2 Instalación Piscinas Cubiertas

Tras realizar diferentes pruebas aplicando los procedimientos anteriormente citados teniendo en cuenta la disposición elegida para los captadores y analizando las fracciones solares cubiertas en los diferentes periodos del año se demuestra que para proveer de agua caliente a las piscinas cumpliendo con las exigencias marcadas por la normativa es necesario emplear un mínimo de 7 paneles solares, en nuestro caso tendremos instalados 12 en nuestras instalaciones.

A continuación se realiza un ejemplo de cálculo manual para un mes cualquiera del año, en concreto se analizarán las condiciones dadas para el mes de Enero:

A. Valor de pérdidas totales en la piscina:

$$Q_{EV} = 540 \times 4,056 \times 10^{-6} \times (41,15 \times 10.000) \times 3.600 \times 24 \times 31 \times \frac{4,184}{1.000.000} = 10.100 \text{ MJ/mes}$$

$$Q_C = 4 \times 41,15 \times (24 - 19) \times 24 \times 31 \times \frac{4,184}{1.000} = 2.562 \text{ MJ/mes}$$

$$Q_{EV} = 0,095 \times 5,67 \times 10^{-8} \times 41,15 \times (297^4 - 292^4) \times 24 \times 31 \times 0,0036 = 303 \text{ MJ/mes}$$

$$Q_{TOT} = (10.100 + 2.562 + 303) = 12.965 \text{ MJ/mes}$$

$$Q_{TOT \text{ MANTA}} = 0,6 \times (10.100 + 2.562 + 303) = 7.779 \text{ MJ/mes}$$
$$= 2.161 \text{ kWh/mes}$$

(Equivalencia: 3,6 MJ = 1kWh)

B. Irradiación solar incidente sobre los captadores:

$$H_{MES} = 1,45 \times \left(\frac{5,4}{3,6} \times 31\right) = 67 \text{ kWh/m}^2\text{mes}$$

(Equivalencia: 3,6 MJ = 1kWh)

C. Cálculo del parámetro D₁:

$$F_R' (T\alpha) = 0,722 \times 0,96 \times 0,95 = 0,66$$

$$E_{AMES} = 12 \times 2,8 \times 0,66 \times 67 = 1.492 \text{ kWh/mes}$$

$$D_1 = \frac{1.492}{2.161} = 0,69$$

D. Cálculo del Parámetro D₂:

$$F_R' U_L = 3,39 \times 0,95 \times 10^{-3} = 0,0032$$

Seleccionamos como valor de V_{AC} = 2000 L de forma que:

$$50 < \left(\frac{2000}{12 \times 2,8}\right) = 60 < 180 \text{ (Cumple)}$$

$$k_1 = \left(\frac{2000}{75 \times (12 \times 2,8)}\right)^{-0,25} = 1,06$$

$$k_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times 60 + 3,86 \times 8 - 2,32 \times 12}{100 - 12} = 0,97$$

$$E_{PMES} = (12 \times 2,8) \times 0,0032 (100 - 12) \times (7,5 \times 31) \times 1,06 \times 0,97 = 2.277 \text{ kWh/mes}$$

$$D_2 = \frac{2.277}{2.161} = 1,054$$

Aplicando lo obtenido, se tiene entonces que la fracción solar cubierta durante el mes de enero será:

$$f_{\text{ENERO}} = (1,029 \times 0,69) - (0,065 \times 1,054) - (0,245 \times 0,69^2) + (0,0018 \times 1,054^2) + (0,0215 \times 0,69^3) = \underline{0,534}$$

Es decir, el captador proporcionará un 53,40 % de la energía necesaria para este mes. La energía suplementaria se obtendrá con la caldera de apoyo instalada.

A continuación se reflejan los resultados obtenidos para los diferentes periodos del año tras aplicar los procedimientos descritos con anterioridad:

Pérdidas por Evaporación

L (cal/g)	540
m_v (g/cm ² s)	0,000004056

$S_{PISCINAS}$ (m ²)	41,15
----------------------------------	-------

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Días al Mes	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Q_{EV} (cal/mes)	2413998423	2180385672	2413998423	2336127506	2413998423	2336127506	2413998423	2413998423	2336127506	2413998423	2336127506	2413998423
Q_{EV} (MJ/mes)	10100	9123	10100	9774	10100	9774	10100	10100	9774	10100	9774	10100

Pérdidas por Convección

h (Kcal/m ² h°C)	4
$T_{MEDI A AGUA}$ (°C)	24

$T_{INTERIOR}$ MÁXIMA (°C)	26
----------------------------	----

T_{AMB} (°C)	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12
$T_{AMBIENTE MEDIA}$ (°C)	19	19	20	20	21	23	23	24	23	22	20	19
$T_{AGUA RED}$ (°C)	8	9	11	13	14	15	16	15	14	13	11	8

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q_C (Kcal/mes)	612312	553056	489850	474048	367387	177768	122462	61231	118512	306156	474048	612312
Q_C (MJ/mes)	2562	2314	2050	1983	1537	744	512	256	496	1281	1983	2562

Pérdidas por Radiación

ϵ	0,095
σ (W/m ² K ⁴)	5,67E-08

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _R (Wh/mes)	84249	76096	67742	65556	51064	24896	17194	8619	16640	42661	65556	84249
Q _R (MJ/mes)	303	274	244	236	184	90	62	31	60	154	236	303

Pérdidas Totales

Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Q _T (MJ/mes)	12965	11711	12394	11994	11821	10608	10674	10387	10330	11535	11994	12965
Q _T (MJ/mes) con manta	7779	7026	7436	7196	7093	6365	6405	6232	6198	6921	7196	7779
Q _T (MCal/mes) con manta	1859	1679	1777	1720	1695	1521	1531	1490	1481	1654	1720	1859
Q _T (kWh/mes) con manta	2161	1952	2066	1999	1970	1768	1779	1731	1722	1922	1999	2161

Calculo Parámetros												
Meses	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
H_{MES} (KWh/m ² mes)	67	83	117	109	126	123	142	140	144	136	85	69
$E_{ACUMULADA\ MES}$ (KWh/mes)	1492	1831	2585	2400	2787	2718	3149	3090	3178	3011	1876	1525
D_1	0,69	0,94	1,25	1,20	1,41	1,54	1,77	1,78	1,85	1,57	0,94	0,71

K_2	0,97	1,01	1,07	1,16	1,18	1,19	1,22	1,16	1,13	1,12	1,07	0,97
$E_{PÉRDIDAS\ ACUMULADOR\ MES}$ (KWh/mes)	2277	2293	2791	3099	3177	3144	3127	2929	2632	2648	2383	2126
D_2	1,054	1,175	1,351	1,550	1,612	1,778	1,758	1,692	1,529	1,377	1,192	0,984
Fracción Solar Mensual (f)	0,534	0,694	0,862	0,823	0,926	0,971	1,064	1,073	1,100	1,000	0,693	0,550

Fracción Solar Anual (F)	0,845
--------------------------	-------

Datos Instalación	
Panel Solar Térmico Solaria 2.8 AL AL	
Numero de Paneles	12
Superficie Panel (m ²)	2,8
Eficiencia Optica Captador $F_R(T\alpha)_n$	0,722
$F_R U_L$ (W/m ² k)	3,39
Acumulador Logalux LTN2000 1	
Volumen (L)	2000

Cálculo D_1	
$(\tau\alpha)/(\tau\alpha)_n$	0,96
F'_R / F_R	0,95
$F'_R (\tau\alpha)$	0,66

Cálculo D_2	
$F_R U_L'$	0,0032
K_1	1,06

Condición Acumulador		
50 <	60	< 180

Tabla 3.12.7.2.1 - Valores Cálculo Instalación Solar Térmica Aporte a Piscinas.

3.12.7.3 Análisis de Resultados

Finalmente, en base a los resultados obtenidos para ambas instalaciones es posible concluir lo siguiente:

- En todos los casos se cumple con la exigencia de aporte mínimo del 30%.
- En la instalación no se sobrepasa en ningún periodo el 110% de la fracción de energía cubierta con la red solar térmica.
- La instalación de 30 paneles solares es la solución adecuada para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria, mientras que para cubrir las necesidades de la piscina será necesario emplear 12 captadores solares.

Si la fracción solar anual obtenida no alcanzase el valor de la contribución solar mínima anual resultante de la aplicación de la normativa, los cálculos se deberán repetir hasta obtener una superficie de captación S_c que cumpla la condición establecida.

Es importante contemplar el apartado 2.2.1, de la Sección HE4, del DB HE, que expresa que las contribuciones solares que se recogen en el CTE tienen el carácter de mínimos, pudiendo ser ampliadas voluntariamente por el promotor o como consecuencia de disposiciones dictadas por las administraciones competentes. Por consiguiente, en los casos de ordenanzas o reglamentos cuya definición sea muy diferente a la de la Sección HE4 y no admita comparación, habrá que realizar dos cálculos en paralelo para elegir la opción más exigente.

Una vez realizado el cálculo de la superficie de captadores solares S_c que cumplan la contribución solar mínima requerida, se podrá calcular la producción solar prevista definitiva EU_{MES} a partir de la demanda energética DE_{MES} y la fracción solar mensual.

En el caso de exceso de producción que según nuestros cálculos se pudiese producir en verano, se adoptara cualquiera de las medidas citadas en el apartado 3.12.5.2 del presente anexo.

3.12.8 COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN

3.12.8.1 Sistema de Acumulación Solar

El volumen de acumulación es una magnitud que permite un cierto grado de elección entre unos límites, teniendo en cuenta que un volumen excesivamente pequeño no permite que el captador transfiera suficiente calor para hacer efectivo su funcionamiento en las horas de mayor emisión solar, y que un volumen excesivamente grande reduce la productividad. El CTE establece que el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180 \quad (3.12.8.1.1)$$

Siendo:

- V = volumen del depósito de acumulación solar en L.
- A = sumatorio de las área de los captadores en m².

Este valor equivale a una horquilla de 50 a 180 l/m² de captador. Hay que tener en cuenta el apartado 2.2.5, Sistema de acumulación solar, de la Sección HE4, del documento básico HE del CTE, que establece que el sistema solar se debe concebir en función de la energía que aporta a lo largo del día y no en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser ésta simultánea con la generación.

En la presente instalación se considera adecuado emplear los siguientes acumuladores en nuestro caso marca LogaLux, comprobando que los valores obtenidos se encuentran dentro de la horquilla establecida:

- ACS: 5.000 litros (previsión de consumo de 3.500 L $\rightarrow \frac{5.000}{30 \times 2,8} = 60 \text{ l/m}^2$).
- Piscinas: 2.000 litros $\rightarrow \frac{2.000}{12 \times 2,8} = 60 \text{ l/m}^2$.

Hay que tener en cuenta que el volumen del acumulador afecta considerablemente a la masa de agua disponible y por lo tanto al sobrecalentamiento de la instalación en los meses de mayor aporte de energía solar.

No se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante un sellado irreversible u otro medio.

En cada una de las instalaciones será necesario disponer de dos acumuladores, uno para los paneles solares y otro para la caldera de apoyo del sistema de forma que el intercambio de calor se produzca sin mezclar los fluidos que circulan en cada circuito, tal y como establece la normativa de aplicación. Los acumuladores de cada sistema al igual que todos los elementos necesarios para el funcionamiento de cada instalación serán ubicados en los respectivos locales habilitados para tal fin, en el caso de la red de ACS se albergarán en el cuarto de instalaciones y en el caso de la piscina el lugar será el almacén de material contiguo al local de piscinas.

3.12.8.2 Sistema de Intercambio

El intercambiador de calor del sistema de captación solar debe ser capaz de disipar toda la energía procedente de los captadores solares hacia el depósito de acumulación. Cualquier intercambiador de calor existente entre el circuito de captadores y el sistema de suministro al consumo no debería reducir la eficiencia del captador debido a un incremento en la temperatura de funcionamiento de los captadores.

El CTE establece que, para el caso de intercambiador incorporado al acumulador, la relación entre la superficie útil de intercambio y la superficie total de captación no será inferior a 0,15:

$$\text{SÚTIL INTERCAMBIO} \geq 0,15 \times S_c \quad (3.12.8.2.1)$$

Siendo:

- SÚTIL INTERCAMBIO = superficie útil del intercambiador interno en m².
- S_c = superficie total de captadores instalados, en m².

Esta prescripción tiene carácter de mínimo obligatorio, aconsejando otros autores una mayor superficie.

Para el caso de intercambiador independiente, la potencia mínima del intercambiador P, se determinará para las condiciones de trabajo en las horas centrales del día suponiendo una radiación solar de 1.000 W/m² y un rendimiento de la conversión de energía solar a calor del 50%, cumpliéndose la condición:

$$P > 500 \times S_c \quad (3.12.8.2.2)$$

Siendo:

- P = potencia mínima del intercambiador en W.
- S_c = superficie total de captadores instalados, en m².

3.12.8.3 Circuitos Hidráulicos

Un circuito hidráulico se define, en general, como el conjunto de elementos unidos de tal forma que permiten el paso o circulación de la corriente hidráulica para conseguir algún efecto útil.

Las instalaciones se realizarán con un circuito primario y un circuito secundario independientes, con producto químico anticongelante, evitándose cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos que pueden operar en la instalación.

El Apéndice A, Terminología, de la Sección HE4, recoge las siguientes definiciones:

- Circuito Primario: circuito del que forman parte los captadores y las tuberías que los unen, en el cual el fluido recoge la energía solar y la transmite.
- Circuito Secundario: circuito en el que se recoge la energía transferida del circuito primario para ser distribuida a los puntos de consumo.
- Circuito de Consumo: circuito por donde circula el agua de consumo.

En la práctica, según el esquema elegido, existirán como mínimo estos tres circuitos, incluyendo el de distribución de ACS, pero en cualquier caso son en todo semejantes, sujetos a las leyes de la hidrodinámica.

3.12.8.3.1 Circuito Hidráulico Primario

El circuito hidráulico primario es el encargado de establecer el movimiento del fluido que recoge la energía solar hasta el sistema de intercambio y acumulación, y su retorno hasta los captadores.

Las filas de captadores se pueden conectar entre sí en paralelo, en serie o en serie-paralelo, debiéndose instalar válvulas de cierre, en la entrada y salida de las distintas baterías de captadores y entre las bombas, de manera que puedan utilizarse para aislamiento de estos componentes en labores de mantenimiento, sustitución, etc.

- Dentro de cada fila los captadores se conectarán en serie o en paralelo. El número de captadores que se pueden conectar en paralelo tendrá en cuenta las limitaciones del fabricante. En el caso de que la aplicación sea exclusivamente de ACS se podrán conectar en serie hasta 10 m² en las zonas climáticas I y II, hasta 8 m² en la zona climática III y hasta 6 m² en las zonas climáticas IV y V.
- La conexión entre captadores y entre filas se realizará de manera que el circuito resulte equilibrado hidráulicamente recomendándose el retorno invertido frente a la instalación de válvulas de equilibrado.

La disposición más adecuada es la de captadores conectados en paralelo cuyas filas se conectan también en paralelo, pero razones de espacio y economía pueden imposibilitar a veces esta solución. El equilibrado hidráulico es un requisito reiteradamente expuesto, por lo que hay que realizar el diseño cuidadosamente para evitar que existan recorridos preferentes que puedan originar que algunos grupos de captadores no reciban el caudal suficiente de fluido caloportador para su correcto funcionamiento.

El método aconsejado en general para lograr el equilibrado consiste en el adecuado diseño de los recorridos de tubería, con "retorno invertido", diseñando el trazado del circuito de modo que no haya recorridos de menor longitud de tuberías. Si se cumple esta condición y la pérdida de carga unitaria por metro de tubería no presenta grandes diferencias entre los diferentes tramos, el circuito queda equilibrado.

El caudal que circula por una batería de captadores en paralelo es el resultado de la suma de caudales que circulan por cada uno de los captadores, porque la conexión distribuye el fluido de forma independiente en cada captador. Sin embargo, una conexión en serie mantiene el caudal constante, siendo el mismo fluido el que atraviesa todos los captadores que componen la fila, aumentando su temperatura en cada paso, aunque con un rendimiento menor.

El caudal se calcula con la siguiente fórmula:

$$Q > Q_{\text{CAPTADOR}} \times A \times N \quad (3.12.8.3.1.1)$$

Siendo:

- Q = caudal total del circuito primario en l/h.
- Q_{CAPTADOR} = caudal unitario del captador en l/h.
- A = área total de un captador en m².
- N = número de captadores en paralelo para un caudal equivalente a un captador único.

En la red de ACS tendremos 10 grupos en paralelo de 3 paneles en cada uno, motivo de esto, sabiendo que el caudal por el primario estipulado por el fabricante es de 45 l/hm², tendremos un caudal total de 450 l/hm².

En la red ACS de las piscinas tendremos 12 paneles, estando situados en 4 grupos en paralelo de 3 paneles teniendo por tanto un caudal total de 180 l/hm².

El dimensionado de las tuberías del circuito primario se realiza de la forma habitual de cualquier circuito hidráulico, según las leyes de la dinámica de fluidos en los tubos de sección constante.

En cuanto al diseño de los tramos hay que considerar que con objeto de evitar pérdidas térmicas, la longitud de las tuberías del sistema debe ser tan corta como sea posible y evitar al máximo los codos y pérdidas de carga en general. Los tramos horizontales tendrán siempre una pendiente mínima del 1% en el sentido de la circulación. Las tres variables del cálculo de una tubería son el caudal en el tramo, la pérdida de carga por rozamiento y la altura piezométrica o presión en el conducto. En los circuitos de las instalaciones de energía solar térmica la altura piezométrica se considera a priori igual a cero, debiendo la bomba de circulación proporcionar la necesaria para el movimiento del líquido.

La ecuación de continuidad establece la relación entre el caudal Q , la velocidad v y la sección S , en la tubería de sección constante:

$$Q = S \times V = \pi \times r^2 \times V \quad (3.12.8.3.1.2)$$

Siendo:

- Q = caudal en m^3/s .
- V = velocidad en m/s .
- S = sección interior de la tubería en m^2 .
- r = radio interior de la tubería en m .

3.12.8.3.2 Circuito Hidráulico Secundario

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con el apartado 2.2.5, de la Sección HE4, del documento básico HE del CTE, dado que no se permite la conexión de un sistema de generación auxiliar en el acumulador solar. Para los equipos de instalaciones solares que vengan preparados de fábrica para albergar un sistema auxiliar eléctrico, se deberá anular esta posibilidad de forma permanente, mediante un sellado irreversible u otro medio.

3.12.8.3 Circuito Hidráulico de Consumo

El circuito hidráulico de distribución del agua caliente sanitaria para el consumo tiene diversas configuraciones, según el esquema elegido para la instalación. La forma de cálculo es igual a la de cualquier instalación de distribución de ACS.

3.12.8.4 Colectores Solares

Teniendo en cuenta los cálculos efectuados con anterioridad, se puede extraer el número de paneles solares necesarios para abastecer a cada instalación. Los colectores solares empleados en ambas instalaciones serán idénticos. Se decide utilizar paneles fabricados por Fagor, en concreto el modelo Solaria-2.8 AL AL cuyas características se reflejan a continuación:

SOLARIA -2.8 AL AL	
DIMENSIONES	
Largo Total (mm)	2.195
Ancho Total (mm)	1.276
Fondo (mm)	95
Área Total (m ²)	2,8
Área Apertura (m ²)	2,58
Área Absorbedor (m ²)	2,54
Peso en Vacío (kg)	50
Capacidad de Fluido (l)	1,70
Fluido Caloportador	agua o agua glicolada
Temperatura de Estancamiento (°C)	220
Flexión Máxima (Pa)	1.000
PRESIONES DE PRUEBA Y CAUDAL RECOMENDADO	
Presión de Timbre (Bar)	14
Presión Máxima de Trabajo (Bar)	8
Presión Mínima de Captador (Bar)	1,5
Caudal Recomendado (l/hm ²)	45
Caudal de Presión Línea (m.c.a) (qi=l/min)	2,24qi ² + 3,72qi
CALIDADES DE FABRICACIÓN	
Cubierta Transparente	vidrio templado 3,22 mm esp. CTrans = 0,91
Carcasa	aluminio anodizado AL-6063 T5 (e=1,5mm)
Absorbedor	aletas de aluminio soldadas a parrilla cobre
Tratamiento Selectivo	TINOX
Relación en Parrilla	colector principal 22mm / secundario 8mm
Aislamiento Térmico	poliuretano inyectado + l.aluminio + l.mineral
Acabado Posterior y Sellado	propileno moldeado y burlete EPDM
Conexiones (4 uds)	BSP hembra ¾"
CURVAS DE REND. INSTANTÁNEO Y REGISTRO	
Rendimiento Óptico (%)	72,2
k1 (W/m ² K)	3,39
k2 (W/m ² K ²)	0,014

Tabla 3.12.8.4.1 – Características de paneles solares térmicos.

3.12.8.4.1 Disposición de los Colectores Solares

Los paneles solares térmicos ACS estarán situados en el tejado de las pistas de pádel y los de abastecimiento de las piscinas estarán situados encima del tejado del edificio principal.

Los paneles estarán separados una distancia de 1,85 m en la dirección horizontal, a su vez estos estarán situados con una orientación sur y cumplirán una inclinación de 43°.

3.12.8.5 Tuberías

Teniendo en cuenta los caudales que circularan en cada instalación (determinados anteriormente), es posible establecer la velocidad con la que circulará el fluido por las tuberías de cada una de las redes.

Aplicando la expresión 3.12.8.3.1.2, conocido el caudal de 45 l/hm² y sabiendo que las conexiones del colector son de 3/4" equivalente a 19 mm según lo dispuesto por el fabricante, se tiene que en la red de ACS, con un caudal de 450 l/hm² la velocidad obtenida será de 0,440 m/s. A su vez para la instalación de la piscina, con un caudal de 180 l/hm² y conexiones del colector iguales al caso anterior dado que los paneles utilizados son los mismos, se obtiene una velocidad de 0,176 m/s.

Todo el dimensionado se hará sobre tubería de acero de 3/4", trabajar con velocidades de fluido tan bajas produce una ventaja muy importante en la instalación, la escasa existencia de pérdidas de carga.

3.12.8.6 Bomba

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o ACS, realizándose con ayuda de bombas de circulación o circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a su paso por la tubería, no la presión hidrostática porque la columna de agua ejerce fuerza tanto en el sentido de impulsión como en el de aspiración, anulándose sus efectos.

Los dos valores característicos de una bomba de circulación son la altura manométrica H que proporciona la bomba o pérdida de carga que es capaz de vencer, y el caudal de circulación Q , cuya relación viene determinada por su curva característica, propia de cada aparato y que debe suministrar el fabricante.

La bomba del circuito primario de captación debe elegirse a partir de las condiciones nominales de trabajo, definidas por el caudal de circulación y la altura manométrica del punto de funcionamiento. La altura manométrica H de la bomba en el punto de trabajo debe compensar la pérdida de carga del circuito, determinada fundamentalmente por:

- Pérdidas de carga en el tramo más desfavorable de tuberías.
- Pérdida de carga producida por el intercambiador de calor.
- Pérdida de carga de los captadores solares.

$$H = P_{\text{CARGA TUBERÍAS}} + P_{\text{CARGA INTERCAMBIADOR}} + P_{\text{CARGA CAPTADORES}} \quad (3.12.8.6.1)$$

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor y en los captadores solares es una información que deben suministrar los fabricantes de estos componentes. En el caso de los captadores solares se suministra una curva de pérdida de carga en función del caudal de circulación, obtenida mediante un ensayo en laboratorio. Conocidos estos dos valores, Q y H , se selecciona una bomba cuya curva característica esté por encima del punto de funcionamiento de diseño. Para obtener con precisión el caudal real deseado, es posible instalar una válvula de equilibrado hidráulico en el tramo general de circuito primario, ajustada en la posición adecuada.

3.12.8.7 Vaso de Expansión

La función de un vaso de expansión es compensar los cambios de volumen del fluido de trabajo ocasionados por la dilatación térmica, evitando el escape de fluido de trabajo a través de la válvula de seguridad cuando el fluido se calienta.

Al calentarse el circuito primario, una parte del fluido entra en el vaso de expansión, regresando al circuito cuando se enfría, manteniendo así la presión en el circuito dentro del rango de presiones admisibles y siempre por encima de la atmosférica, impidiéndose la introducción de aire en el circuito cuando vuelva a enfriarse.

El volumen del vaso de expansión depende del volumen total de fluido en el circuito primario de la instalación y del coeficiente de dilatación en función de la mezcla de agua y anticongelante del fluido caloportador y del salto térmico producido en las condiciones extremas de la instalación. Si el vaso de expansión es cerrado, como es en este caso, también interviene el factor de presión, o relación entre la presión final absoluta del vaso de expansión (o presión de tarado de la válvula de seguridad) y la diferencia entre las presiones absolutas final e inicial del vaso de expansión.

El cálculo del vaso se realizará mediante la siguiente fórmula:

$$V_{\text{VASO}} = V \times N \times \left(\frac{P_F}{P_F - P_I} \right) \quad (3.12.8.7.1)$$

Siendo:

- V_{VASO} = volumen del vaso de expansión en L.
- V = volumen del fluido caloportador del circuito primario en L.
- N = coeficiente de dilatación, adimensional.
- P_F = presión final absoluta del vaso de expansión en kg/cm^2 .
- P_I = presión inicial absoluta del vaso de expansión en kg/cm^2 .

Como valor de P_F suele partirse del valor de la presión correspondiente al tarado de la válvula de seguridad, P_{Vs} , que es la máxima a la que la instalación puede funcionar y constituye el límite que nunca se debe alcanzar durante las condiciones de operación, incluso en estado de estancamiento. La presión de la válvula de seguridad se elige en función de las presiones nominales de los componentes del circuito primario. Estos a menudo tienen una presión nominal de 10 bares, mientras que la de 6 bares suele ser bastante común en las instalaciones pequeñas.

Para obtener la presión absoluta, el valor de tarado de la válvula de seguridad debe incrementarse en 1 kg/cm^2 , que es la presión atmosférica, y aplicar un valor de reducción de 0,90, porque si el límite fuera el mismo que el de la válvula ésta podría dispararse frecuentemente. Con esto resulta:

$$P_F = 0,9P_{Vs} + 1 \quad (3.12.8.7.2)$$

La presión inicial, P_I , de llenado del circuito será como mínimo de $0,5 \text{ kg/cm}^2$ al nivel de los captadores solares para evitar la entrada de aire en el circuito, a la que se suma 1 por la presión atmosférica ($P_I = 1,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión absoluta). A este valor deberá añadirse la presión correspondiente a la altura de la columna de agua situada sobre el vaso, o presión estática P_{EST} . Si la diferencia de cota existente entre el punto más alto de la instalación y la posición del vaso es de 10 m, la presión estática a añadir será de 1 kg/cm^2 de presión relativa (es decir, 2 kg/cm^2 de presión absoluta). En este caso, el valor de P_I sería de $2,5 \text{ kg/cm}^2$ de presión absoluta. Es decir:

$$P_I = P_{EST} + 0,5 + 1 \quad (3.12.8.7.3)$$

Hay que tener en cuenta que cuando se habla de presiones en kg/cm^2 , en realidad se está hablando de kilopondio, o kilogramo fuerza:

(Equivalencia: $k_p = 9,81 \text{ N}$)

Al convertir de metros a centímetros resulta una equivalencia de:

(Equivalencia: $\text{kp/cm}^2 = 98.100 \text{ N/m}^2 \text{ (Pa)}$)

(Equivalencia: $1 \text{ atm} = 101.325 \text{ Pa} = 0,968 \text{ kp/cm}^2$)

Es decir, cuando se habla de un kg/cm^2 , que es lo mismo que decir 1 bar, unidad de presión que no corresponde con el Sistema Internacional, cuya unidad de medida es el Pascal, se está hablando de la presión en kilopondios equivalente a una atmósfera, con un pequeño error.

El coeficiente de dilatación, n , de la mezcla depende de su composición y del salto térmico, si consideramos la dilatación desde 4°C hasta 100°C , el valor para agua sin aditivos, es igual a 0,043. En el caso de que se utilice agua con anticongelante y no se disponga de información concreta respecto a la dilatación de la mezcla, se puede tomar un valor igual a 0,08. Se aconseja, en general, seguir las instrucciones del fabricante de los productos anticongelantes.

Referente al vaso de expansión en el apartado 2.2.2 del HE 4 del CTE se dice que en cualquier caso si existe la posibilidad de evaporación del fluido de transferencia de calor bajo condiciones de estancamiento, el dimensionado del vaso de expansión debe ser capaz de albergar el volumen del medio de transferencia de calor de todo el grupo de colectores completo incluyendo todas las tuberías de conexión de los captadores más un 10%.

En base a los cálculos citados anteriormente, resulta suficiente el uso de vasos de expansión con la menor capacidad disponible en el mercado. Por tal motivo se utilizarán vasos de expansión de 5 L para ambas instalaciones.

3.12.8.8 Purgas de Aire

El CTE establece que en los puntos altos de la salida de baterías de captadores y en todos aquellos puntos de la instalación donde pueda quedar aire acumulado, se colocarán sistemas de purga constituidos por botellines de desaireación y purgador manual o automático. El volumen útil del botellín será superior a 100 cm^3 . Este volumen podrá disminuirse si se instala a la salida del circuito solar y antes del intercambiador un desaireador con purgador automático.

En el caso de utilizar purgadores automáticos, adicionalmente, se colocarán los dispositivos necesarios para la purga manual.

3.12.8.9 Válvula de Seguridad

La válvula de seguridad es un dispositivo de protección de los componentes de la instalación frente a las variaciones de presión y temperatura.

El RITE, en la I.T 1.3 se establece que en todos los circuitos cerrados de líquidos o vapores se dispondrá, por lo menos, de una válvula de seguridad cuya apertura impida el aumento de presión interior por encima de la de timbre. Su descarga será visible y estará conducida a un lugar seguro.

La válvula de seguridad debe tener, para su control y mantenimiento, un dispositivo de accionamiento manual tal que, cuando sea accionado, no modifique el tarado de la misma. En los circuitos en contacto con la atmósfera dicha válvula puede ser sustituida por un tubo de seguridad.

La presión a la que se abre es lo que se denomina tarado de la válvula de seguridad, y debe ser inferior a la presión máxima que pueda soportar el elemento más débil de la instalación, que suele ser el vaso de expansión cerrado.

Como valores orientativos, la presión máxima de los componentes es de 10 bares, siendo la presión de la válvula en instalaciones pequeñas y medianas aproximadamente de 3 bares y en las instalaciones grandes hasta 7 bares.

3.12.8.10 Sistema de Energía Auxiliar

Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda térmica se debe disponer de un sistema de energía convencional auxiliar, con la limitación de que queda prohibido su uso en el circuito primario de captadores.

El sistema convencional auxiliar se diseñará para cubrir el servicio como si no se dispusiera del sistema solar. Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.

En el caso de la presente instalación, atendiendo a las tablas de cálculos se tiene que tanto en la red de ACS como en la de aporte a piscinas se deberá complementar el aporte energético durante todos los meses menos Julio, Agosto y Septiembre dado que no se alcanza a suministrar el 100% de la energía.

Los sistemas de energía convencionales auxiliares elegidos para la presente instalación serán calderas de Pellets. Siguiendo las recomendaciones del fabricante, teniendo en cuenta las dimensiones de las redes y la finalidad de las mismas, se decide emplear una caldera centralizada de pellets SF6 del fabricante Ferroli, centrándose tanto en el calentamiento del agua como en una futura ampliación del recinto, sus características principales serán las siguientes:

Ferroli SF6	
Potencia Útil	42.000 W
Rendimiento	87,7 %
Presión Máxima de Trabajo	4 bar
Temperatura Mínima de Trabajo	50°
Quemador de Pellets	SUN P12
Capacidad de Contenedor de Pellets	238 kg
Consumo de Pellets a Potencia Máxima	9,90 kg/h
Consumo de Pellets a Potencia Mínima	6,30 kg/h
Contenido de Agua	38 l
Tiro Mínimo Necesario para Pellets	30 Pa
Peso en Vacío	355 kg
Salida de Gases	180 mm (diámetro)
Dimensiones (Alto x Ancho x Fondo)	1.100 x 1.050 x 1.290 mm

Tabla 3.12.8.10.1 – Características de Caldera SF6 de Ferroli.



Figura 3.12.8.10.1 – Caldera SF6 de Ferroli.

3.12.8.11 Almacén de Pellets

Dado que la caldera tiene un consumo medio de pellets elevado debemos de disponer de un silo o almacén donde poder almacenar el combustible para asegurar el funcionamiento de la caldera. Para ello calcularemos el volumen necesario para 2 meses de funcionamiento, considerando que la densidad del pellet es de 650 kg/m³ y que funcionará solo durante la apertura del recinto, una media de 12 h/día:

$$\text{Consumo medio} = (9,9 + 6,3) / 2 = 8,1 \text{ kg/h.}$$

$$8,1 \text{ kg/h} \times 12 \text{ h} \times 31 \text{ días} \times 2 \text{ meses} = 6.026,4 \text{ kg.}$$

$$\text{Volumen} = 6.026,4 / 650 = 9,27 \text{ m}^3.$$

Por tanto para nuestra instalación contaremos con un depósito de pellets enterrado GEOTank GEO11-T2/EG2 de la marca GEOPlast con un volumen de almacenamiento de 11 m³ en el que se podrán almacenar 6.000 kg de pellets.

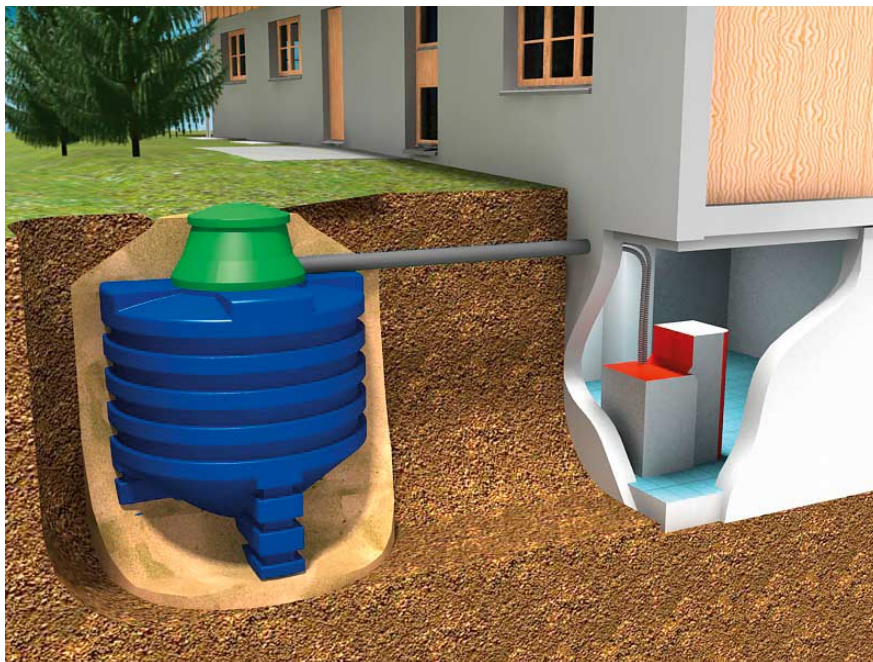


Figura 3.12.8.11.1 – Silo de Pellets GEOTank.

3.12.8.12 Sistema de Control

Una instalación solar térmica nunca funcionaría correctamente sin un adecuado sistema de control. Este sistema asume la función de regular los flujos de energía entre los captadores, el acumulador y el consumo. El proceso tiene dos fases:

- El control del proceso de carga, que tiene la misión de regular la conversión de la radiación solar en calor y de transferirla al acumulador de manera eficaz.
- El control del proceso de descarga, para garantizar la mejor transferencia de energía posible del acumulador hacia el consumo.

En cualquier caso, el concepto básico es favorecer el uso prioritario de la energía solar frente a la auxiliar, y no al revés. El código técnico de la edificación, establece las condiciones que debe cumplir este componente de la instalación, tal como se reproduce a continuación:

1. El sistema de control asegurará el correcto funcionamiento de las instalaciones, procurando obtener un buen aprovechamiento de la energía solar captada y asegurando un uso adecuado de la energía auxiliar. El sistema de regulación y control comprenderá el control de funcionamiento de los circuitos y los sistemas de protección y seguridad contra sobrecalentamientos, heladas, etc.
2. En circulación forzada, el control de funcionamiento normal de las bombas del circuito de captadores, deberá ser siempre de tipo diferencial y, en caso de que exista depósito de acumulación solar, deberá actuar en función de la diferencia entre la temperatura del fluido portador en la salida de la batería de los captadores y la del depósito de acumulación. El sistema de control actuará y estará ajustado de manera que las bombas no estén en marcha cuando la diferencia de temperaturas sea menor de 2°C y no estén paradas cuando la diferencia sea mayor de 7°C. La diferencia de temperaturas entre los puntos de arranque y de parada del termostato diferencial no será menor que 2°C.

3. Las sondas de temperatura para el control diferencial se colocarán en la parte superior de los captadores de forma que representen la máxima temperatura del circuito de captación. El sensor de temperatura de la acumulación se colocará preferentemente en la parte inferior en una zona no influenciada por la circulación del circuito secundario o por el calentamiento del intercambiador si éste fuera incorporado.
4. El sistema de control asegurará que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales, componentes y tratamientos de los circuitos.
5. El sistema de control asegurará que en ningún punto la temperatura del fluido de trabajo descienda por debajo de una temperatura superior de tres grados a la de congelación del fluido.
6. Alternativamente al control diferencial, se podrán usar sistemas de control adicionales en función de la radiación solar.
7. Las instalaciones con varias aplicaciones deberán ir dotadas con un sistema individual para seleccionar la puesta en marcha de cada una de ellas, complementado con otro que regule la aportación de energía a la misma. Esto se puede realizar por control de temperatura o caudal actuando sobre una válvula de reparto, de tres vías, todo o nada, bombas de circulación, o por combinación de varios mecanismos.

En base a este conjunto de prescripciones, la cuestión más importante a la hora de diseñar una instalación solar térmica es que el control de la misma debe ser diferencial, es decir, se deben realizar mediciones entre la zona más caliente y la más fría de la instalación, actuando en consecuencia.

La regulación en las instalaciones de energía solar consiste básicamente en medir y comparar permanentemente los niveles de temperatura en los colectores y en el acumulador, y disponer de los mecanismos automáticos necesarios para que en el circuito primario se establezca o no circulación de fluido, en función de que el momento sea o no favorable para conseguir un incremento neto de la energía útil acumulada.

3.12.8.13 Sistema de Medida

Las instalaciones solares térmicas, al igual que todas las instalaciones que conducen fluidos a presión y temperaturas elevadas, suelen incluir una serie de elementos de medida, que son de gran utilidad para evaluar su funcionamiento y cuantificar sus prestaciones reales, siendo obligatorios en algunos casos y en otros no, dependiendo del volumen de la instalación. Ya se ha visto, en el apartado del sistema de control, que son necesarios al menos los siguientes:

- Termómetro en el circuito primario solar, a la salida de los captadores solares.
- Termómetro en el circuito primario solar, en el retorno hacia los captadores solares, para evaluar el salto térmico en los intercambiadores, en su caso.
- Termómetro en el punto más frío de la acumulación solar.

Son necesarios también:

- Manómetro para conocer la presión del circuito primario de captadores.
- Manómetro en el circuito secundario o en la acumulación solar.
- Termómetro para comprobar la temperatura de distribución o utilización.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

PLANOS

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

PLANOS**4.1 PLANO DE SITUACIÓN****4.2 PLANO DE EMPLAZAMIENTO****4.3 PLANO DE DISTRIBUCIÓN PS****4.4 PLANO DE DISTRIBUCIÓN PB****4.5 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PISTAS DE TENIS****4.6 PLANO DE DISTRIBUCIÓN DE PISTAS DE PÁDEL****4.7 PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PS****4.8 PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PB****4.9 PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PISTAS DE TENIS****4.10. PLANO DE SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PISTAS DE PÁDEL****4.11 PLANO DE SECCIÓN****4.12 PLANO DE ALUMBRADO PS****4.13 PLANO DE ALUMBRADO PB****4.14 PLANO DE ALUMBRADO PISTAS DE TENIS****4.15 PLANO DE ALUMBRADO PISTAS DE PÁDEL****4.16 PLANO DE CONTRAINCENDIOS PS****4.17 PLANO DE CONTRAINCENDIOS PB****4.18 PLANO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA PS****4.19 PLANO DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA PB****4.20 PLANO DE FUERZA PS**

4.21 PLANO DE FUERZA PB

4.22 PLANO DE LÍNEA AÉREA MT – ENTRONQUE

4.23 PLANO DE LÍNEA SUBTERRÁNEA MT

4.24 PLANO DE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

4.25 ESQUEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDA

4.26 PLANO DE GRUPO ELECTRÓGENO

4.27 PLANO DE FONTANERÍA PS

4.28 PLANO DE FONTANERÍA PB

4.29 PLANO DE SANEAMIENTO PS

4.30 PLANO DE SANEAMIENTO PB

4.31 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE TEJADOS (I)

4.32 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE TEJADOS (II)

4.33 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES PS

4.34 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES PB

4.35 PLANO DE RECOGIDA DE PLUVIALES DE PISTAS DE PÁDEL

4.36 ESQUEMA DE SOLAR TÉRMICA

4.37 ESQUEMA UNIFILAR CPM

4.38 ESQUEMA UNIFILAR CGA

4.39 ESQUEMA UNIFILAR CGF

4.40 ESQUEMA UNIFILAR CSA1

4.41 ESQUEMA UNIFILAR CSA2

4.42 ESQUEMA UNIFILAR CSA3

4.43 ESQUEMA UNIFILAR CSA4

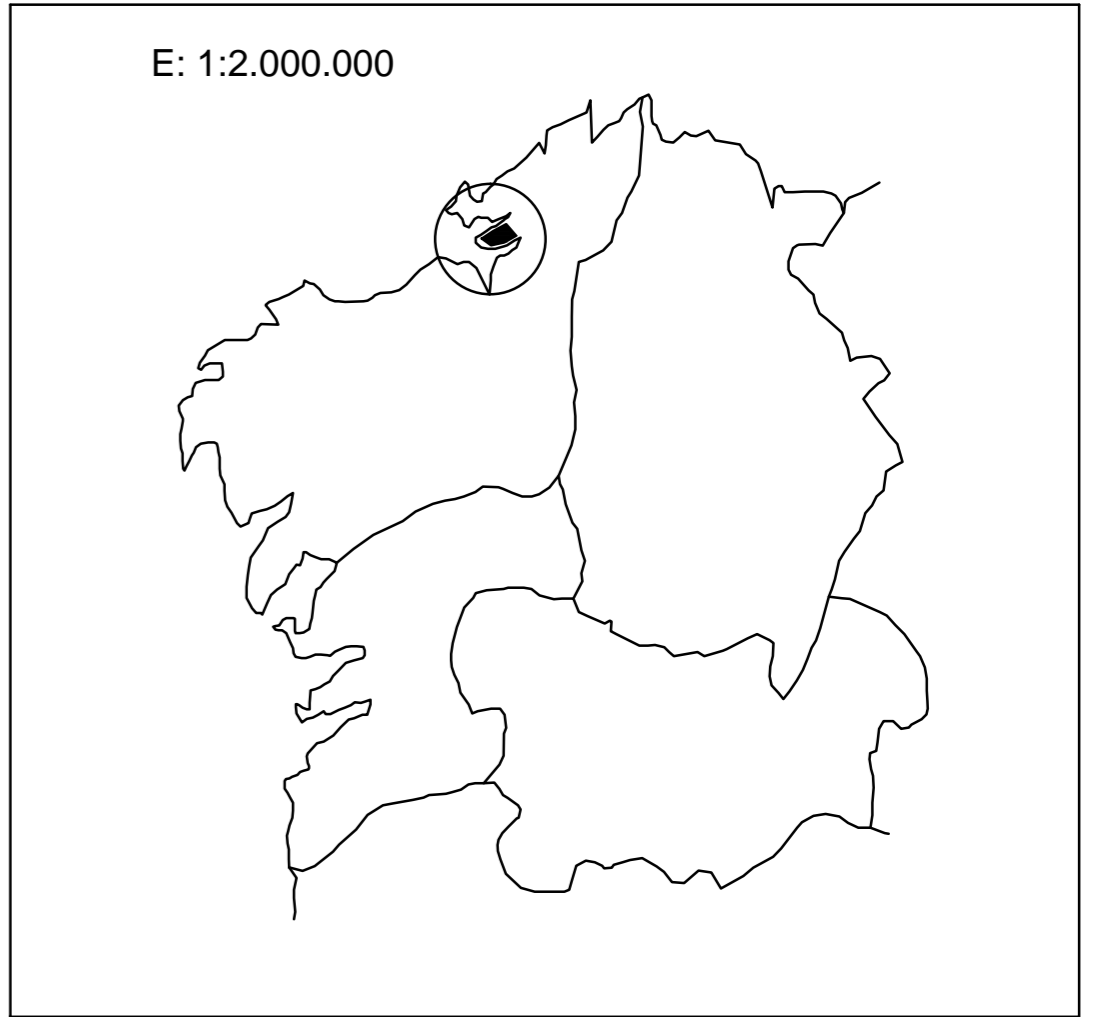
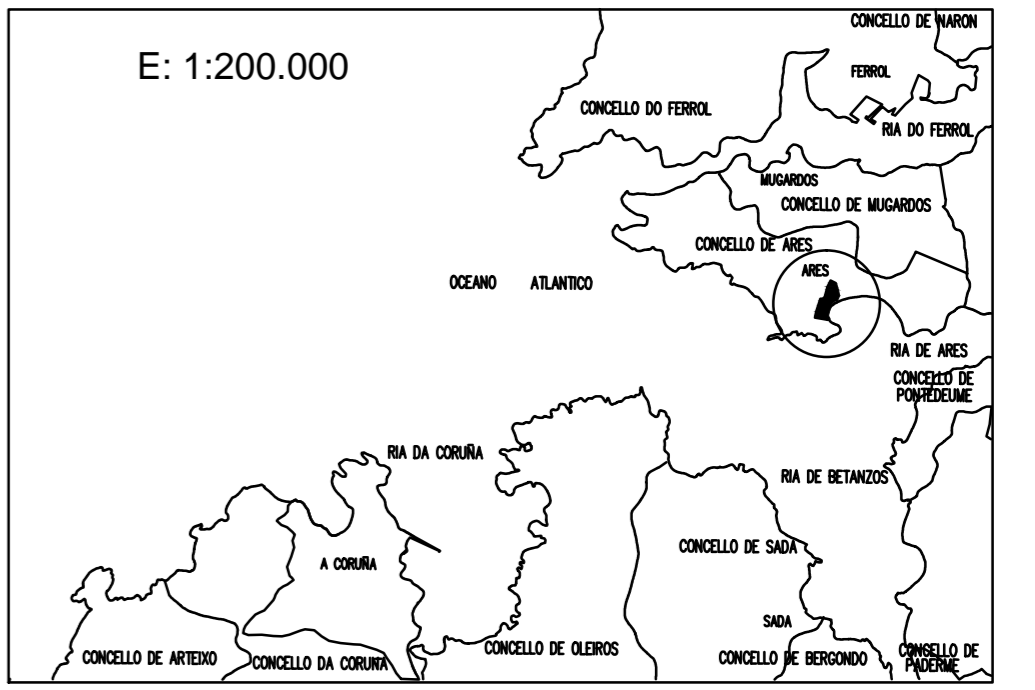
4.44 ESQUEMA UNIFILAR CSA5

4.45 ESQUEMA UNIFILAR CSF1

4.46 ESQUEMA UNIFILAR CSF2

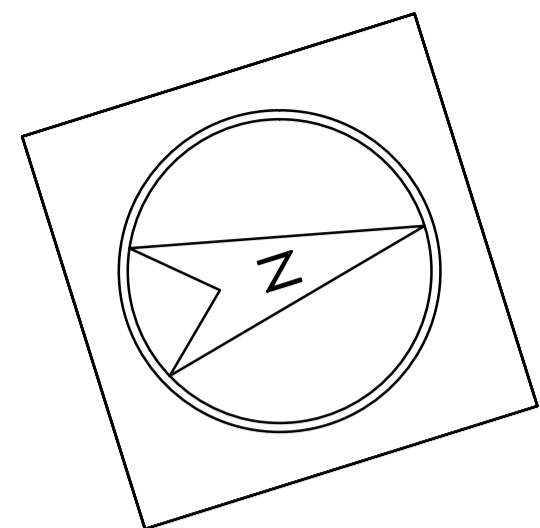
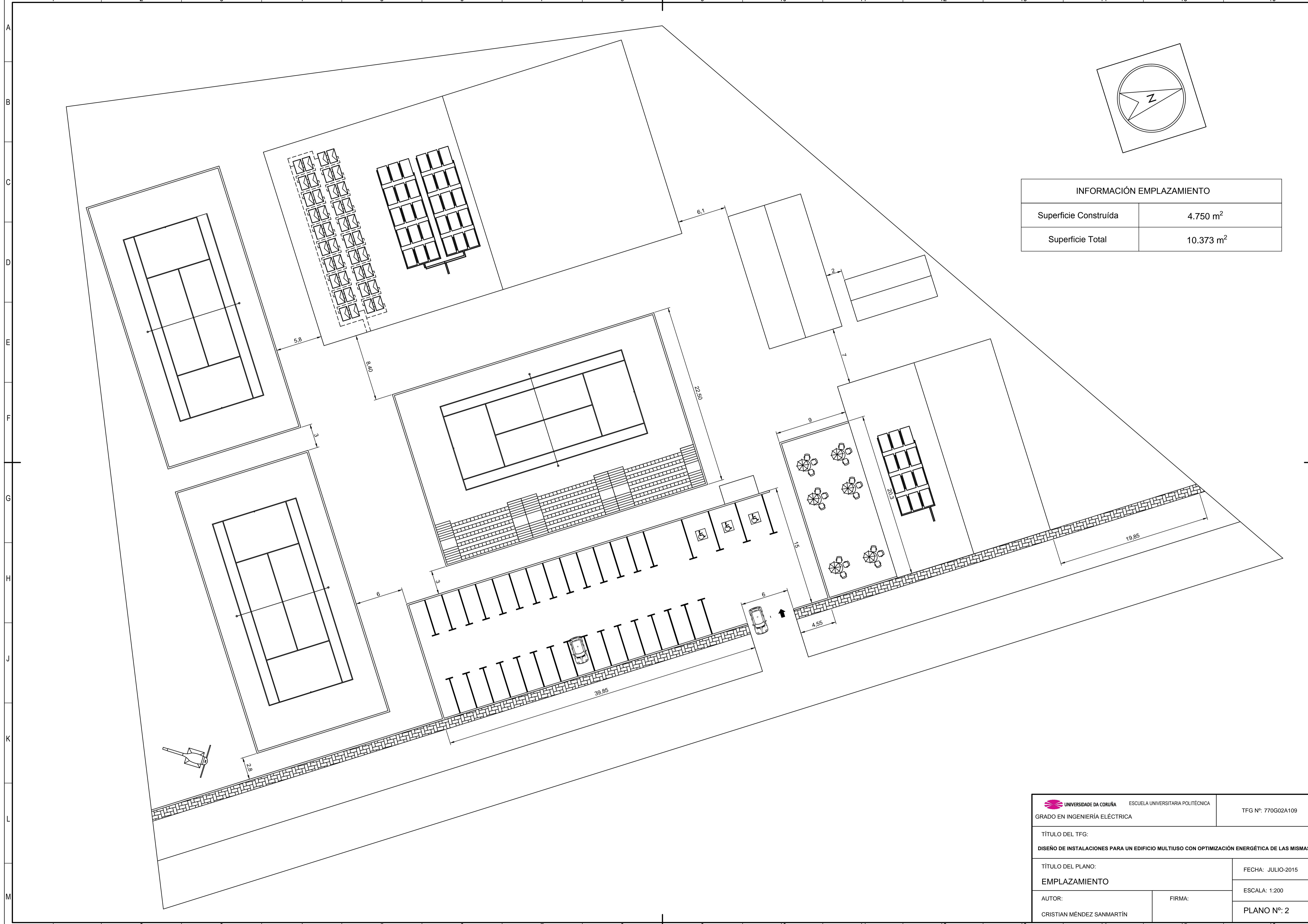
4.47 ESQUEMA UNIFILAR CSF3

4.48 ESQUEMA UNIFILAR CSF4




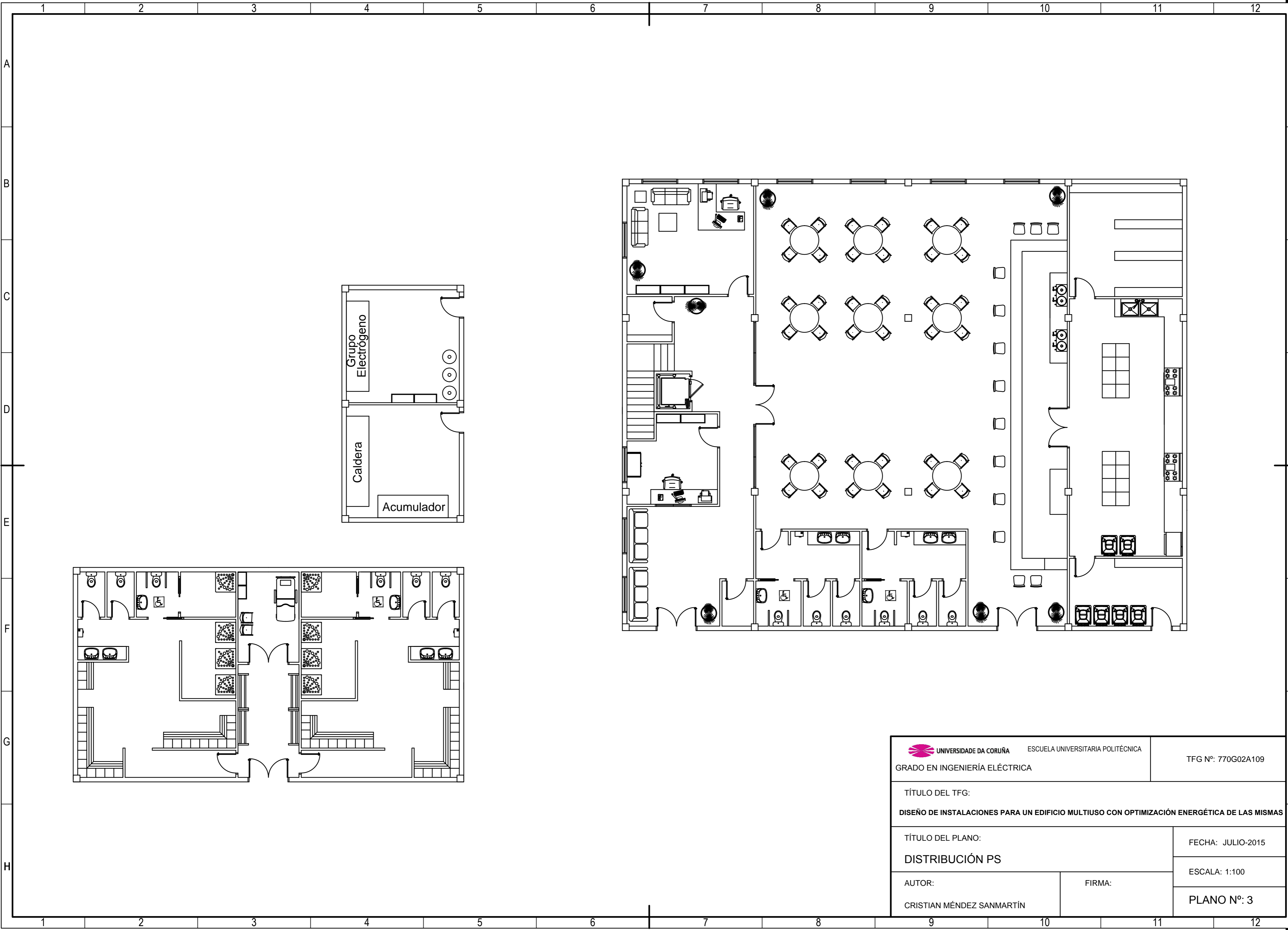
INFORMACIÓN SITUACIÓN	
Referencia Catastral	15004A01400096
Localización	Polígono 14 Parcela 96 Reguieiro Cego Ares (A Coruña)
Clase	Rústico
Superficie	10.373 m ²


UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
SITUACIÓN		ESCALA: 1:10000
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 1
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

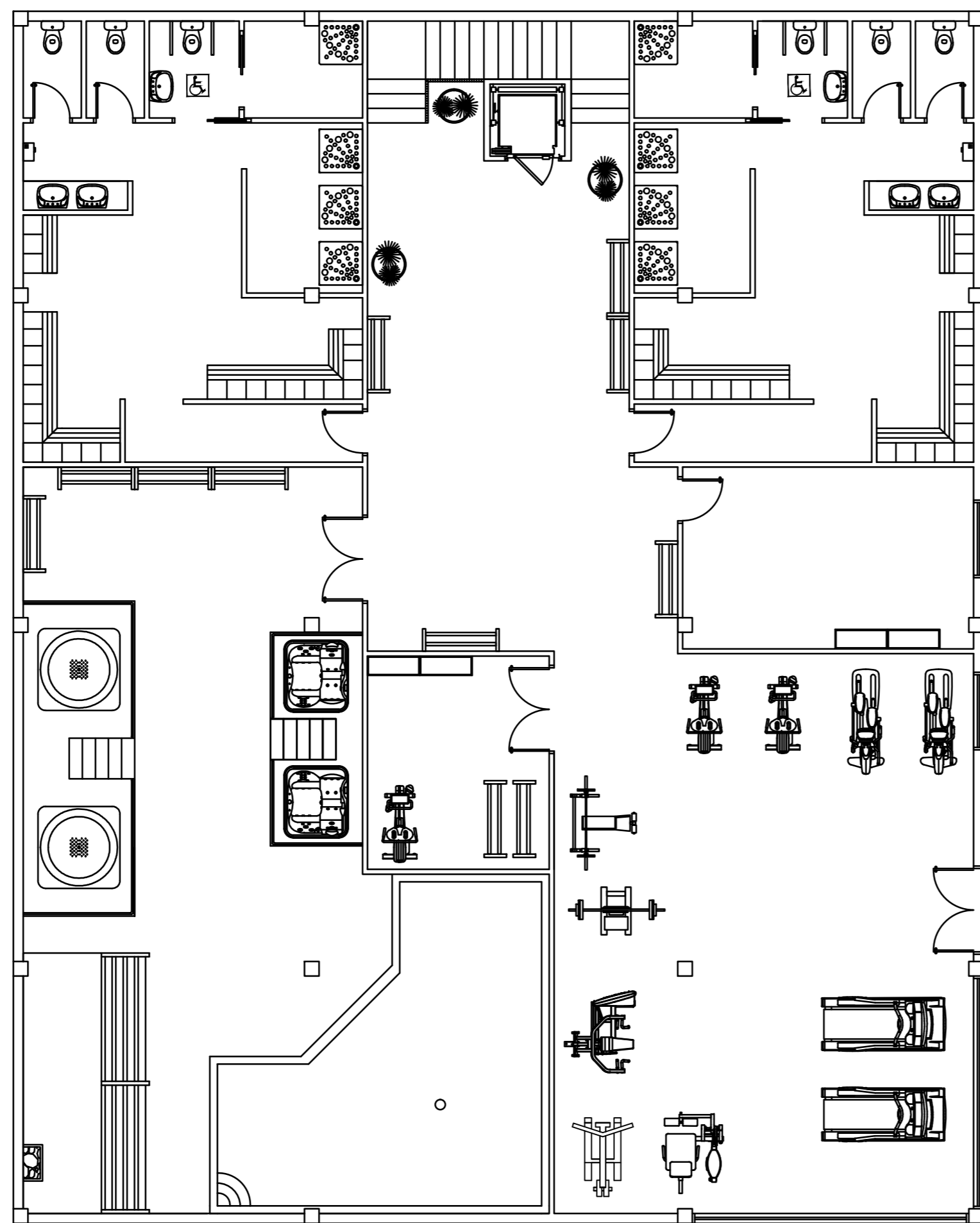



INFORMACIÓN EMPLAZAMIENTO	
Superficie Construída	4.750 m ²
Superficie Total	10.373 m ²

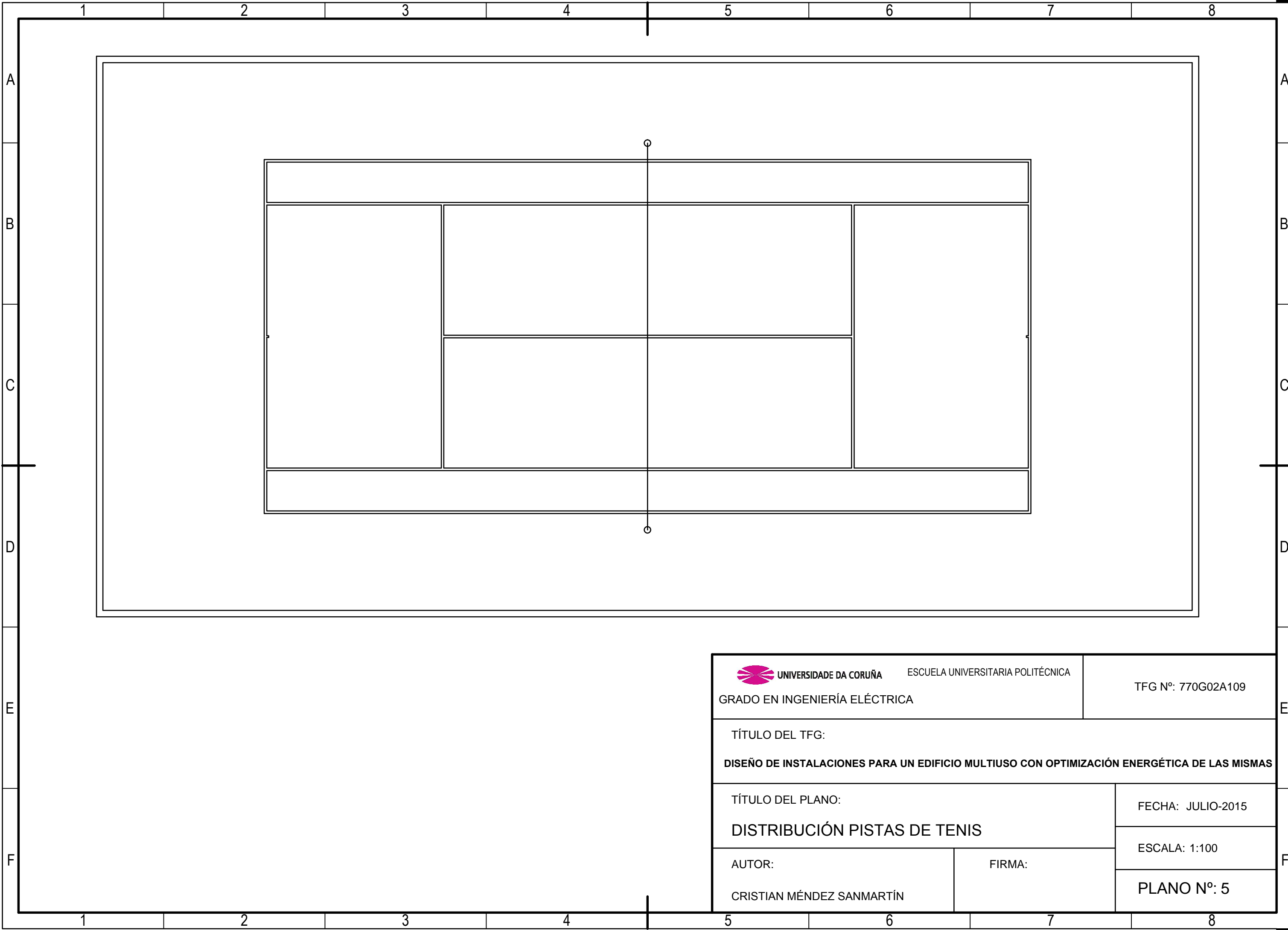
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		ESCALA: 1:200
FIRMA:		PLANO Nº: 2



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
DISTRIBUCIÓN PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 3
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
DISTRIBUCIÓN PB		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 4
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TFG Nº: 770G02A109

TÍTULO DEL TFG:
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS

TÍTULO DEL PLANO:
DISTRIBUCIÓN PISTAS DE TENIS

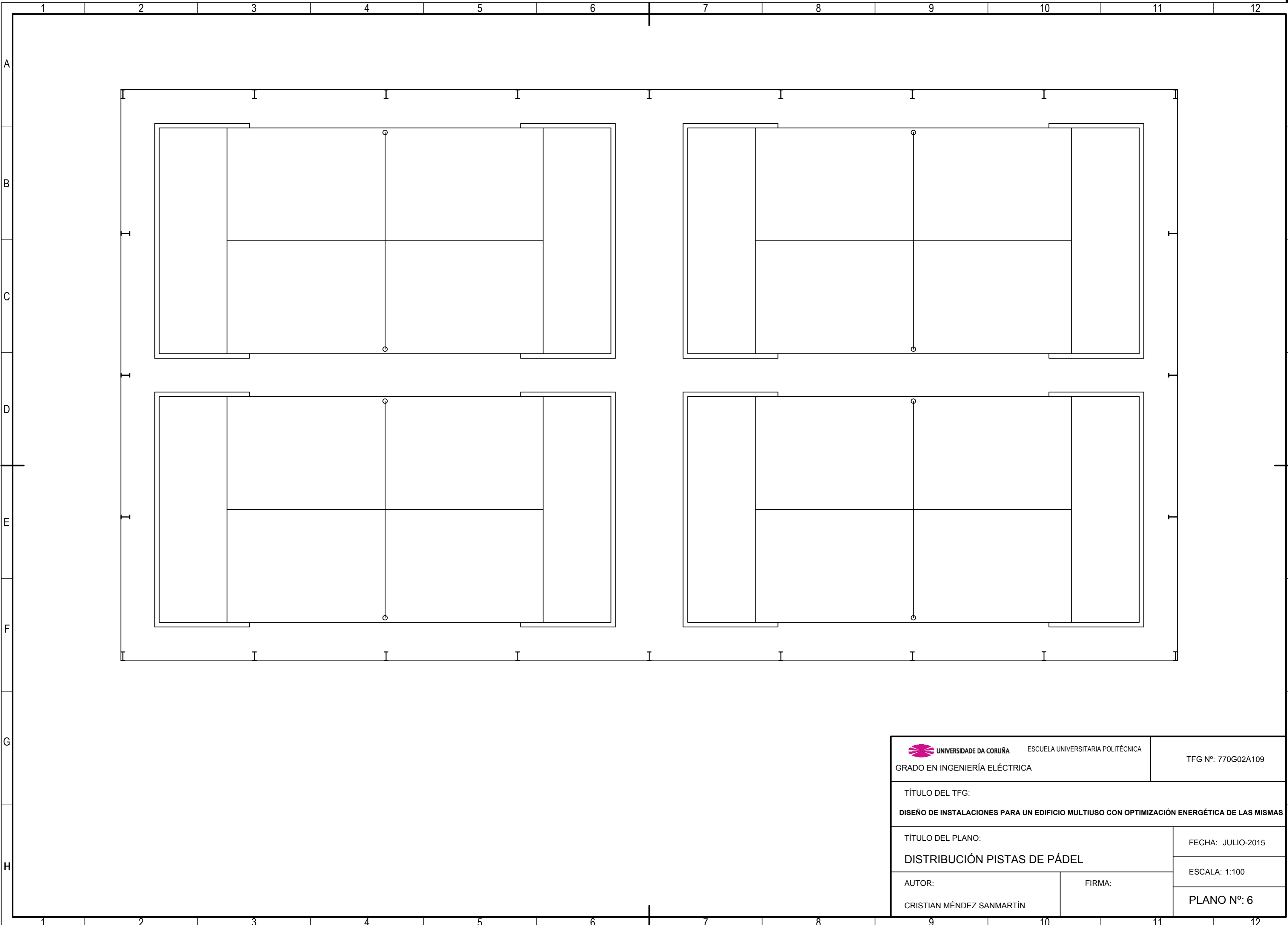
FECHA: JULIO-2015

ESCALA: 1:100

AUTOR:
 CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

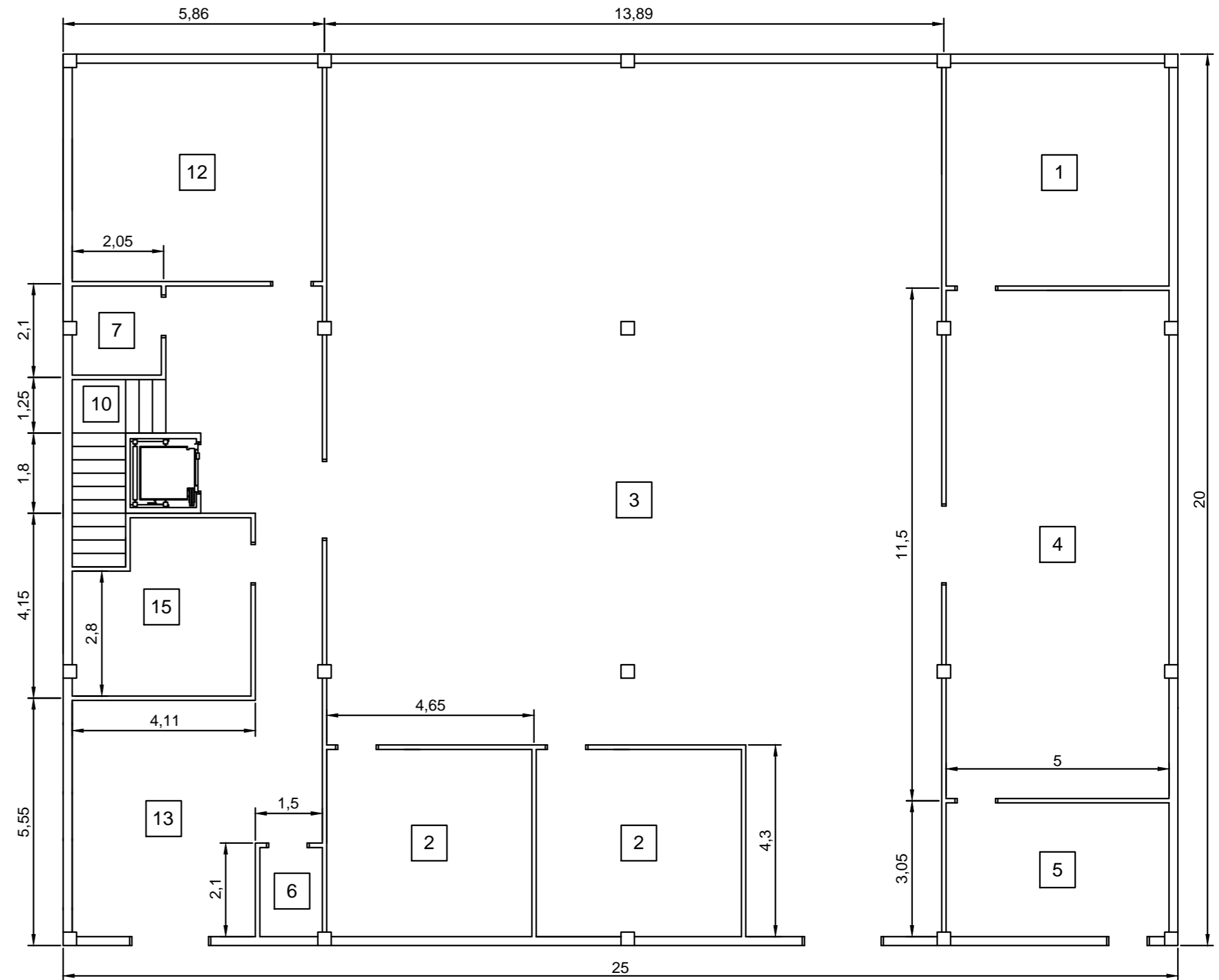
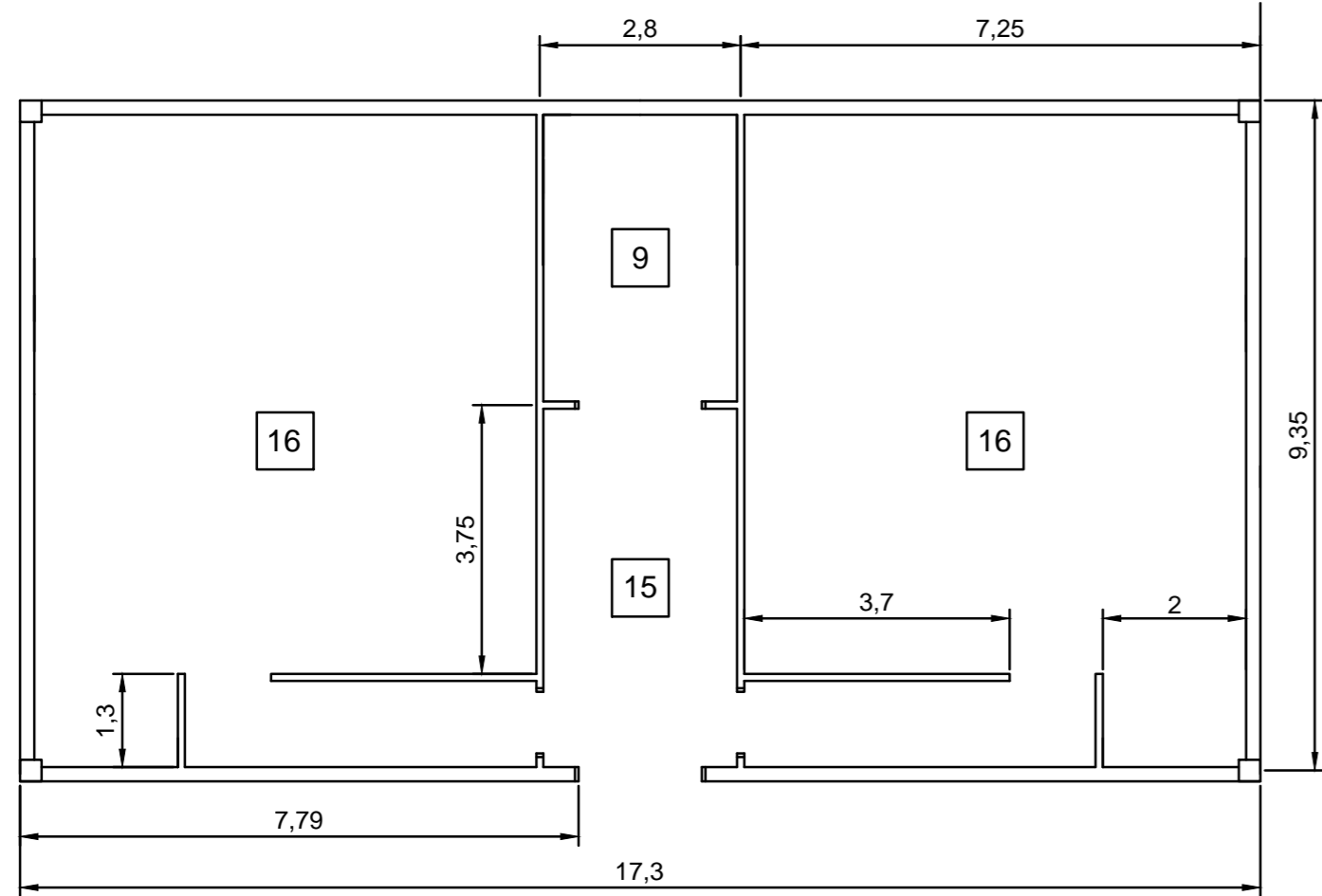
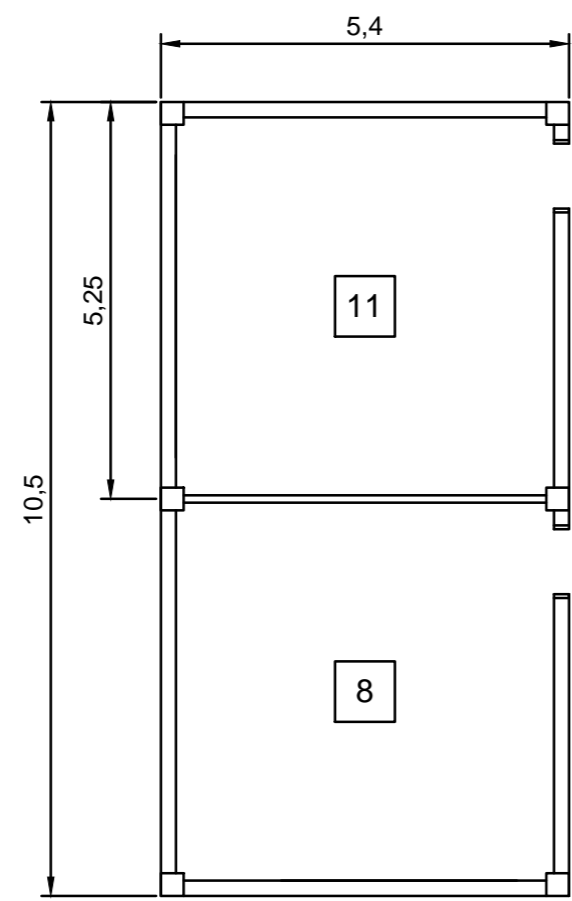
FIRMA:


PLANO Nº: 5

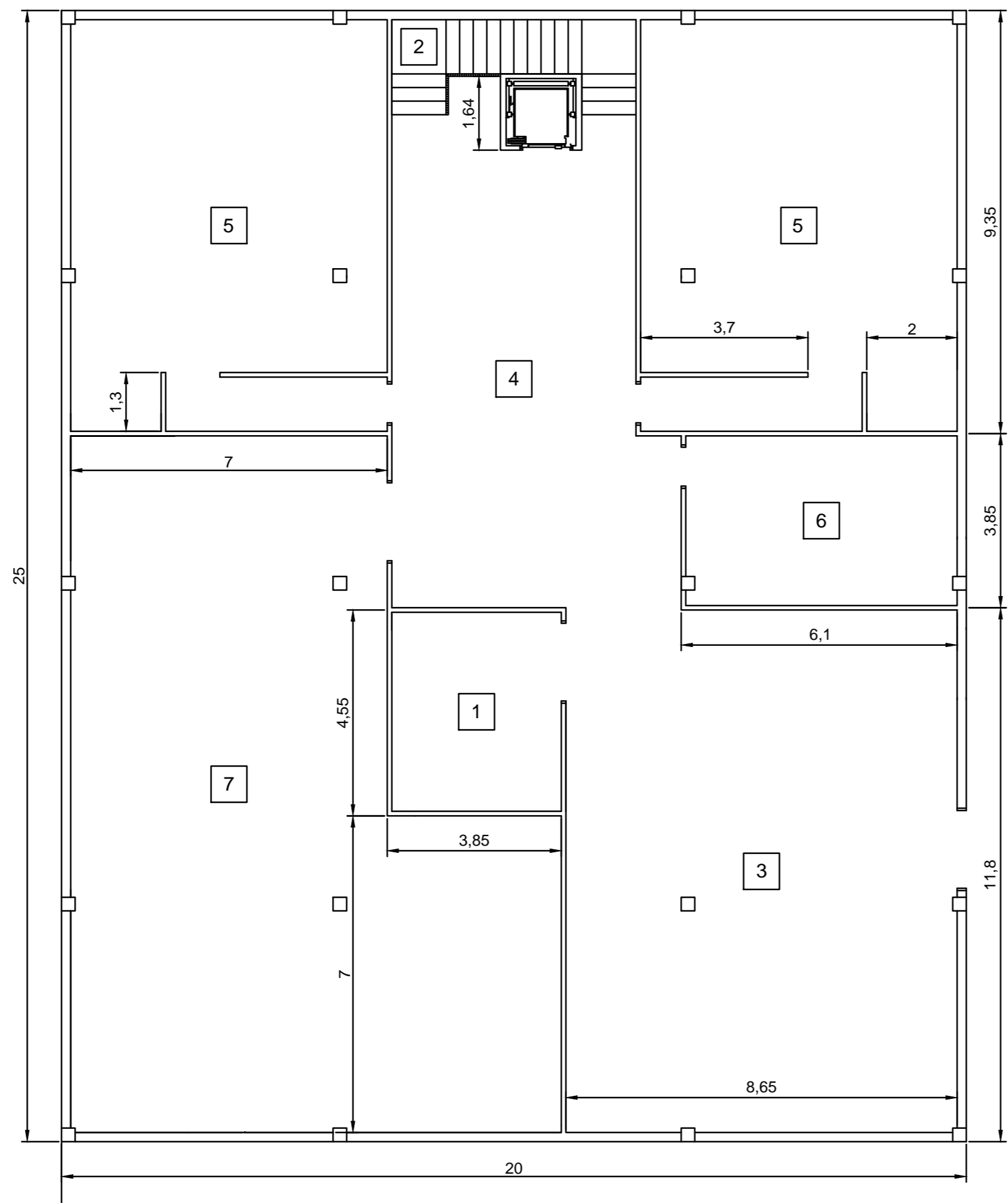


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
DISTRIBUCIÓN PISTAS DE PÁDEL		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 6
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		


LEYENDA SUPERFICIES					
1	Almacén	25 m ²	9	Enfermería	11 m ²
2	Baño Cafetería	14,50 m ²	10	Escaleras	8,75 m ²
3	Cafetería	230 m ²	11	Grupo Electrónico	25 m ²
4	Cocina	58 m ²	12	Oficina	27,50 m ²
5	Cuarto de Basuras	15 m ²	13	Pasillo Principal	49,25 m ²
6	Cuarto de Contadores	3 m ²	14	Pasillo Vestuarios Ext.	13,50 m ²
7	Cuarto de Limpieza	3,50 m ²	15	Recepción	14,50 m ²
8	Cuarto de Instalaciones	25 m ²	16	Vestuario	42,50 m ²

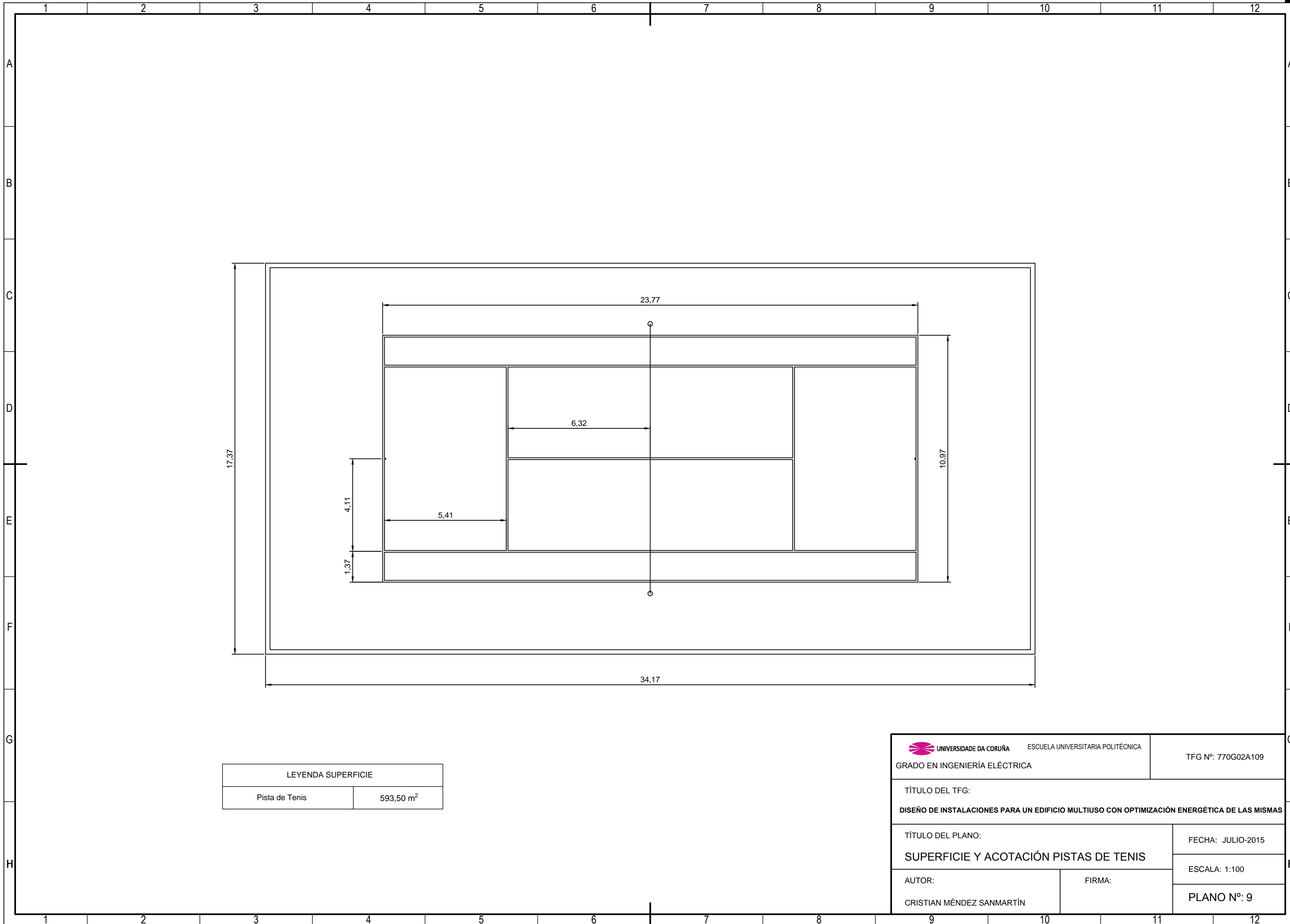


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 7
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		




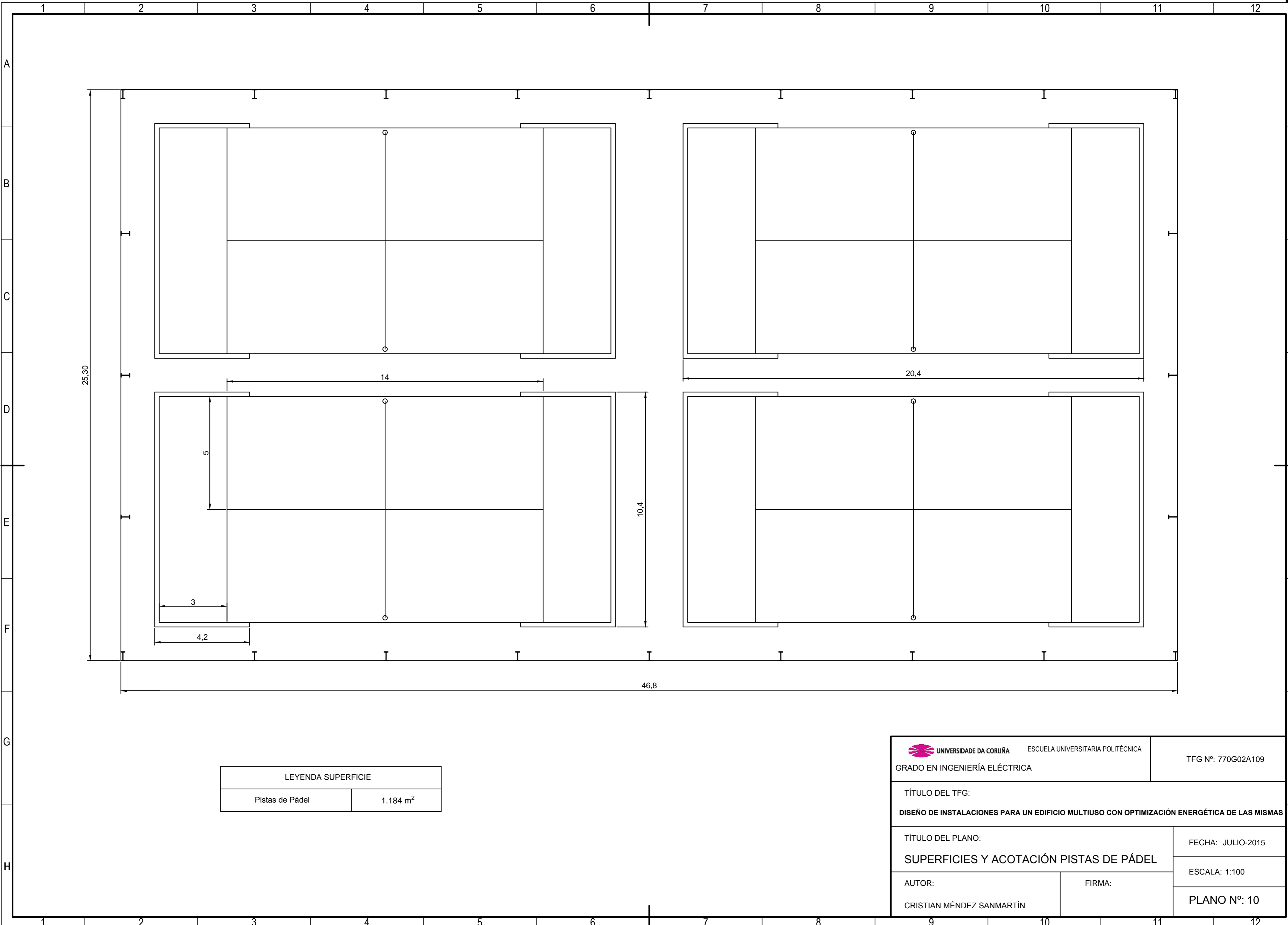
LEYENDA SUPERFICIES		
1	Almacén Mat. Deportivo	16,50 m ²
2	Escaleras	8,75 m ²
3	Gimnasio	100 m ²
4	Pasillo Inferior	63,50 m ²
5	Vestuario	42,50 m ²
6	Zona de Baile	22,50 m ²
7	Zona Spa	134,75 m ²

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PB		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 8
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



LEYENDA SUPERFICIE	
Pista de Tenis	593,50 m ²

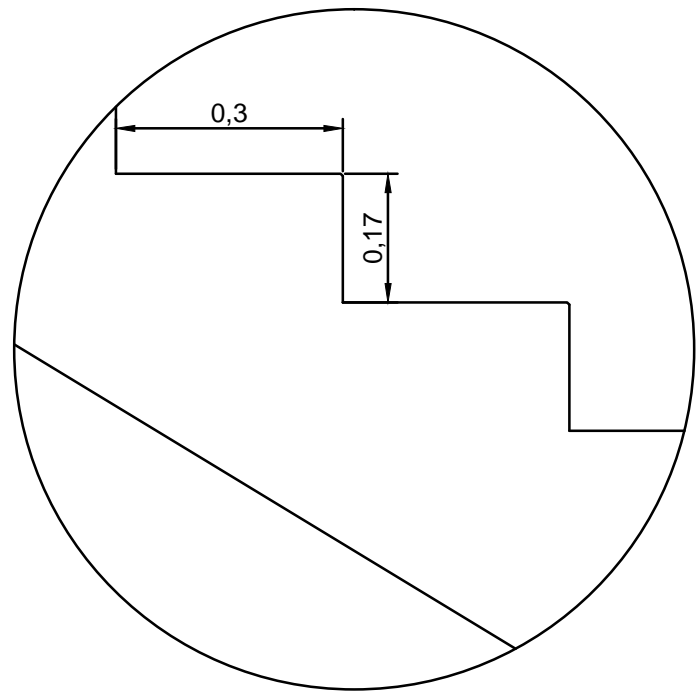
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
SUPERFICIE Y ACOTACIÓN PISTAS DE TENIS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 9
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



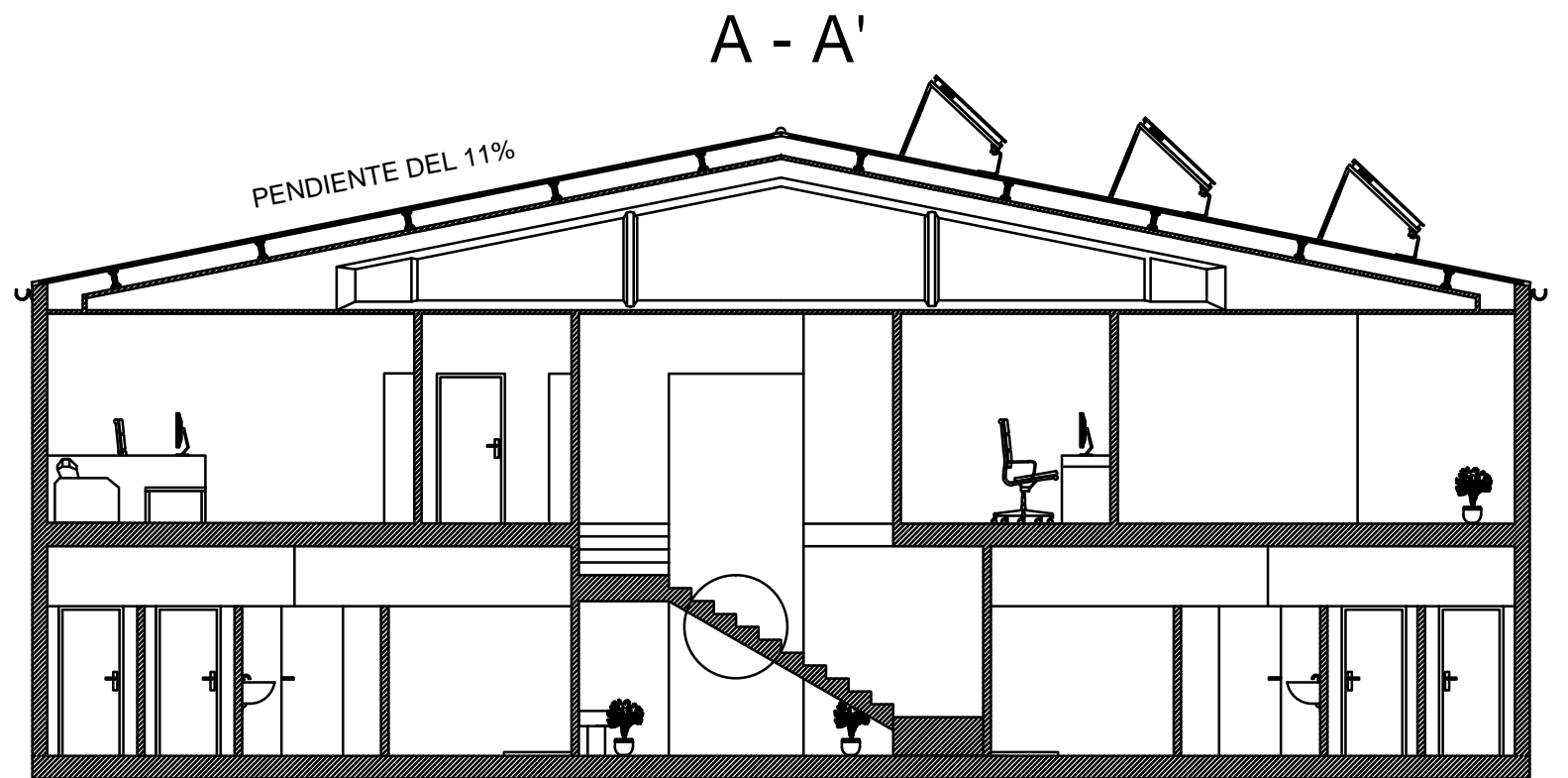
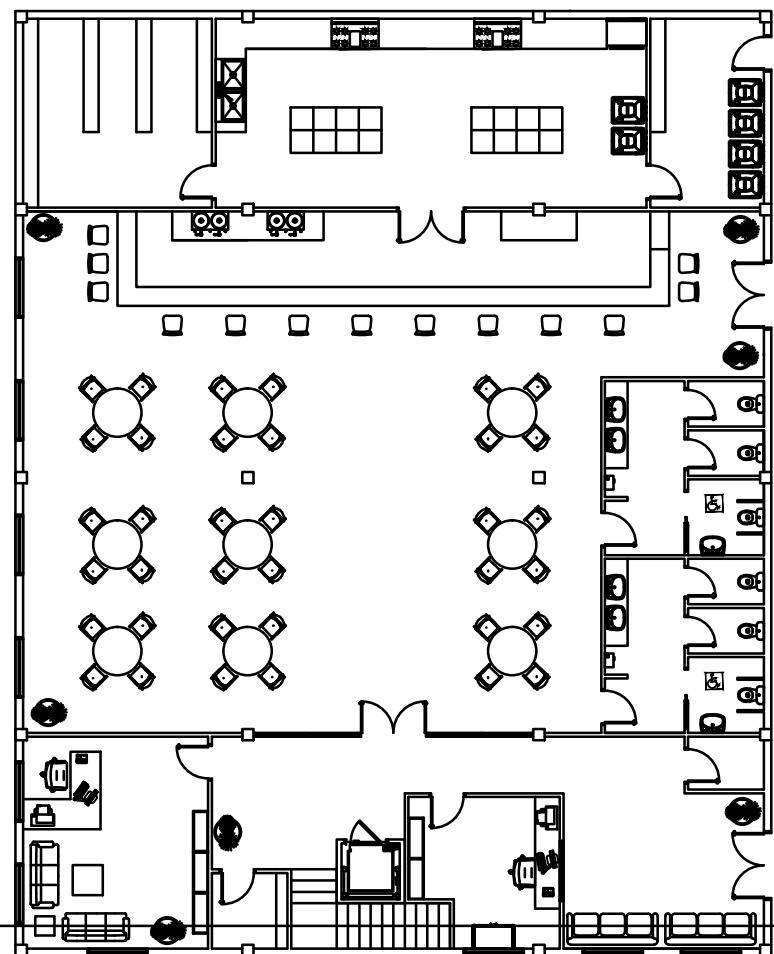
LEYENDA SUPERFICIE	
Pistas de Pádel	1.184 m ²

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
SUPERFICIES Y ACOTACIÓN PISTAS DE PÁDEL		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 10
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

DETALLE DE ESCALERA E: 1:10
(COTAS EN M)

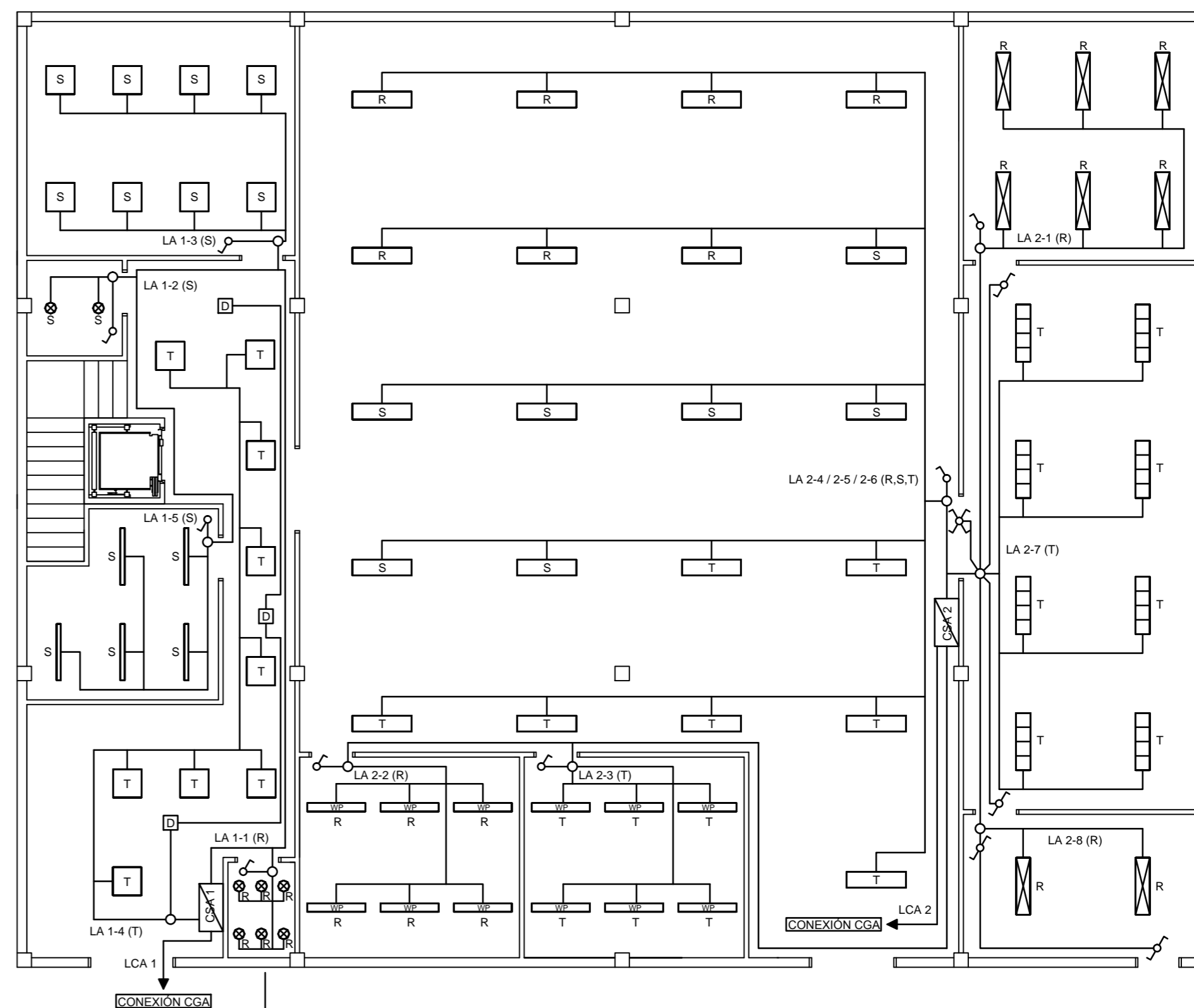
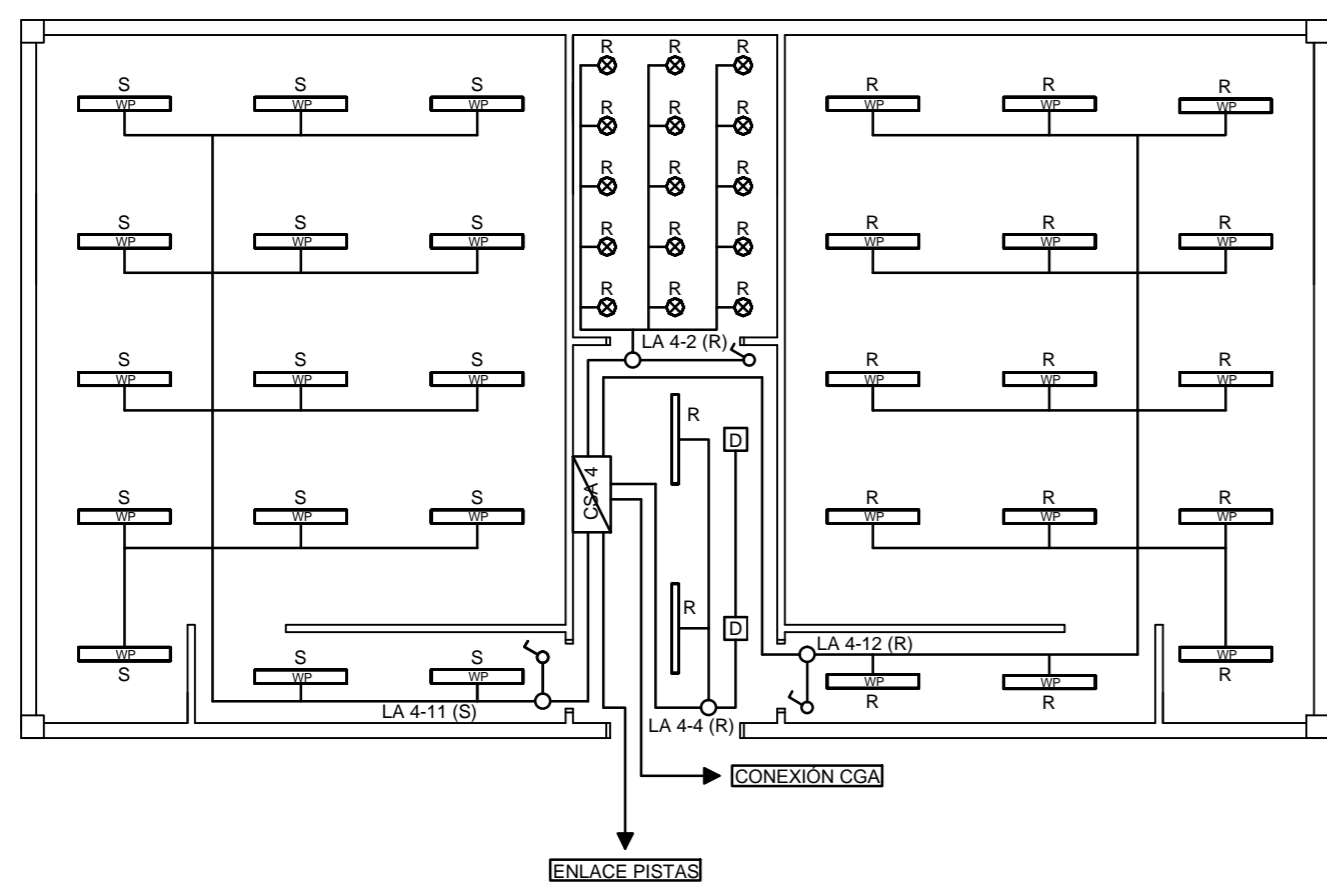
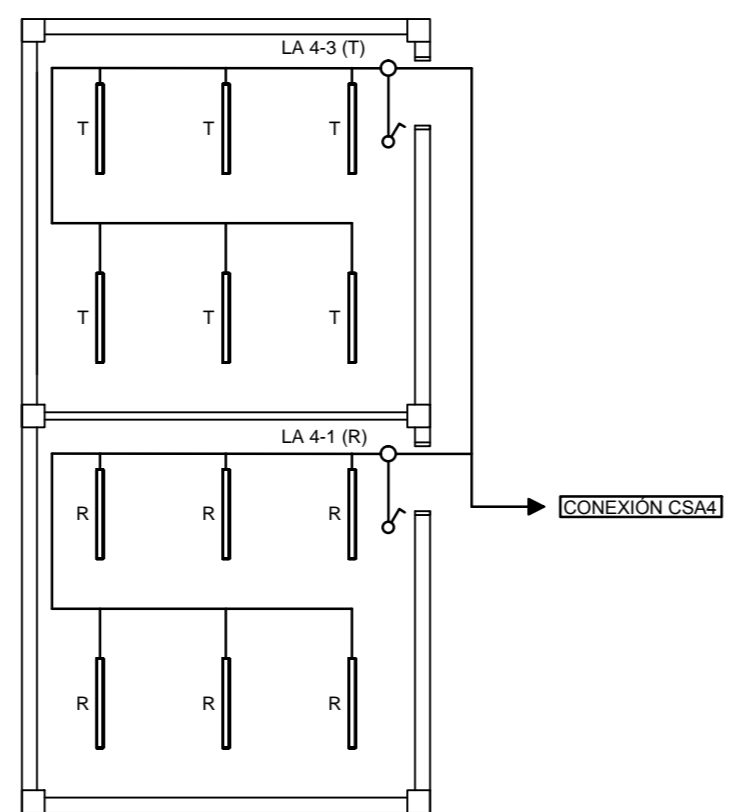


PLANTA EDIFICIO E: 1:200

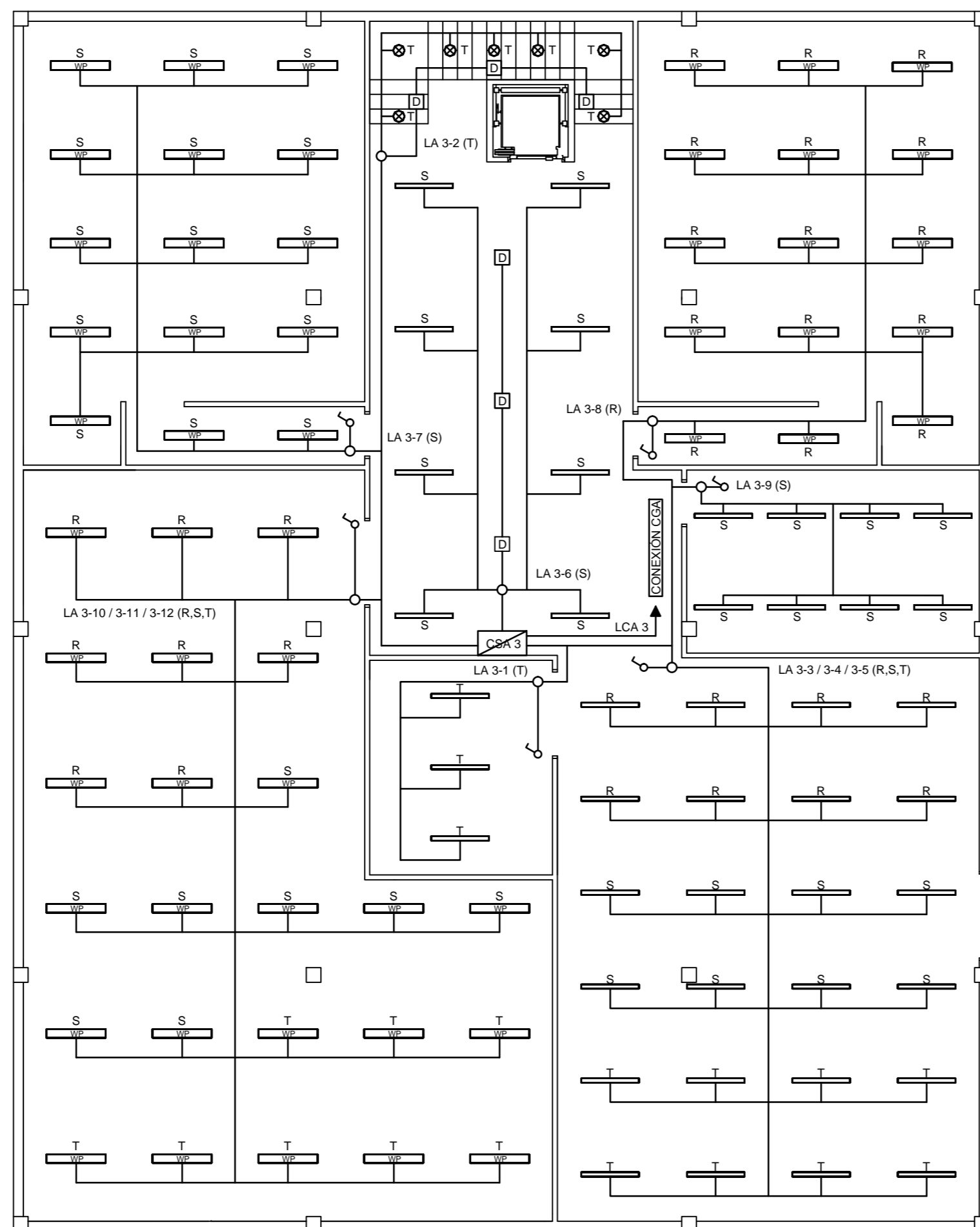


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: SECCIÓN EDIFICIO PRINCIPAL		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		ESCALA: 1:100
FIRMA:		PLANO Nº: 11

LEYENDA ALUMBRADO			
	Cuadro General de Alumbrado		Indicador de Direccion de Linea
	Cuadro Secundario de Alumbrado		Philips RC160V W60L60 1xLED34/830 de 52 W o Similar
	Línea de Alumbrado bajo tubo XLPE		Philips BBS417 W9L120 1xLED24/840 LIN-PC de 25 W o Similar
	Interruptor Unipolar		Philips BPS460 W33L124 1xLED48/830 AC-MLO de 51 W o Similar
	Conmutador Unipolar de Dos Posiciones		Philips RC160V W30L120 1xLED34/830 de 52 W o Similar
	Conmutador de Cruce		Philips CR200B 2xTL5-54W HFP GT de 118 W o Similar
	Caja de Derivación		Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830 de 15 W o Similar
	Detector de Presencia		Philips 332TSW 1xTL5-28W HFP A P (WaterProof) de 32 W o Similar

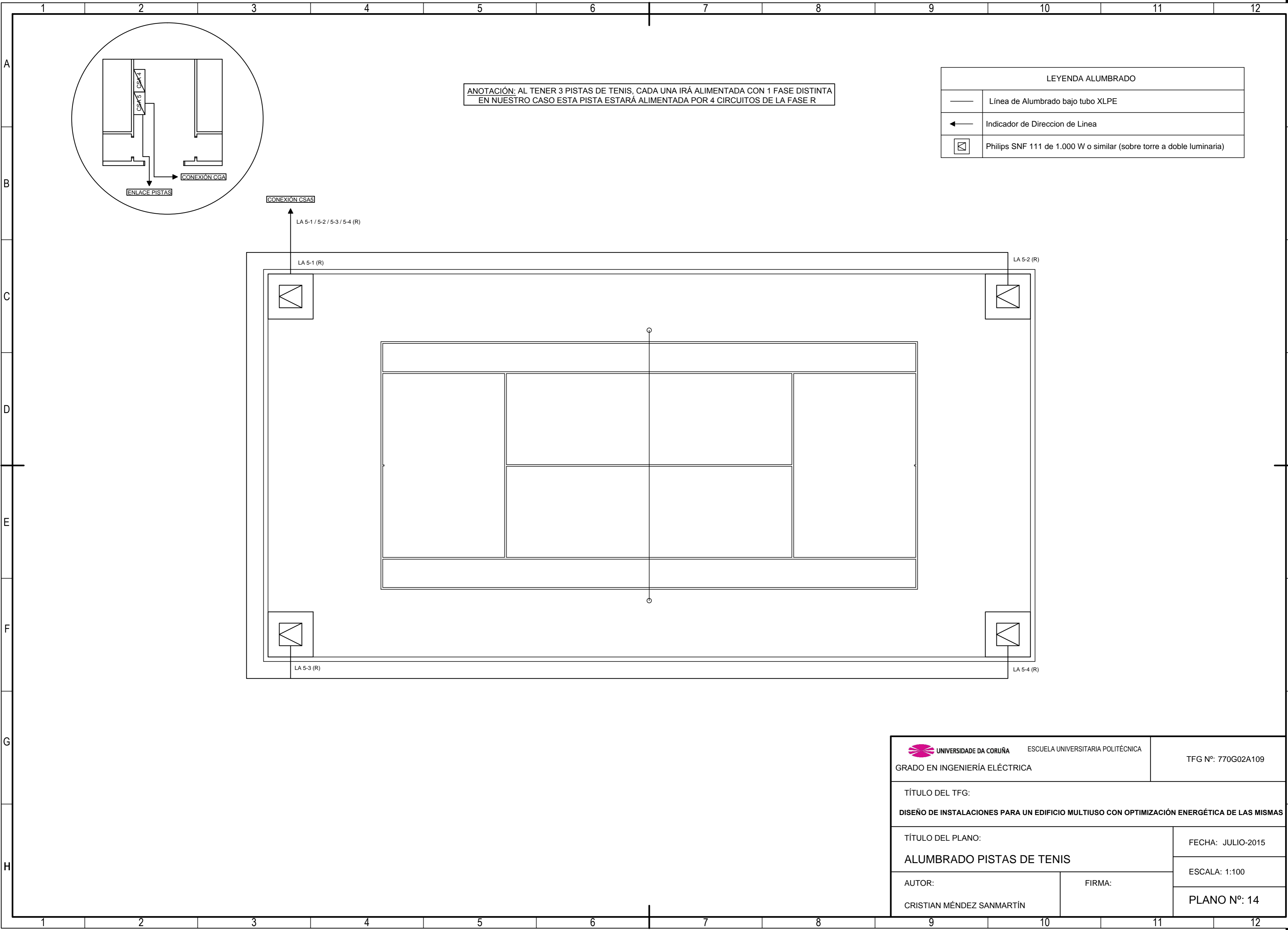


UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ALUMBRADO PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 12
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



LEYENDA ALUMBRADO	
	Cuadro Secundario de Alumbrado
	Línea de Alumbrado bajo tubo XLPE
	Interruptor Unipolar
	Caja de Derivación
	Detector de Presencia
	Indicador de Direccion de Linea
	Philips BBS417 W9L120 1xLED24/840 LIN-PC de 25 W o Similar
	Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830 de 15 W o Similar
	Philips 332TSW 1xTL5-28W HFP A P (WaterProof) de 32 W o Similar

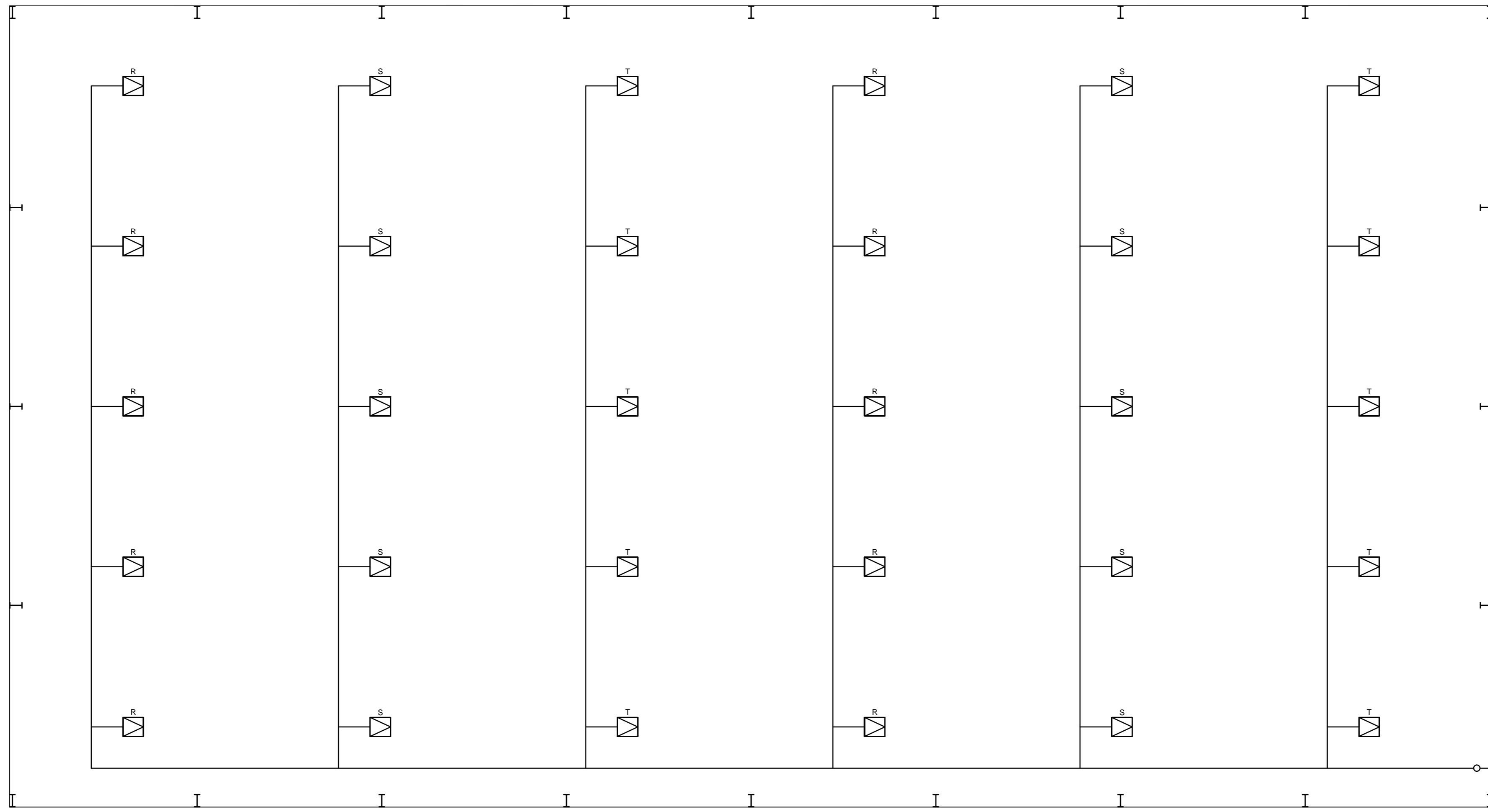
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ALUMBRADO PB		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: 1:100
		PLANO Nº: 13



ANOTACIÓN: AL TENER 3 PISTAS DE TENIS, CADA UNA IRÁ ALIMENTADA CON 1 FASE DISTINTA EN NUESTRO CASO ESTA PISTA ESTARÁ ALIMENTADA POR 4 CIRCUITOS DE LA FASE R

LEYENDA ALUMBRADO	
	Línea de Alumbrado bajo tubo XLPE
	Indicador de Direccion de Linea
	Philips SNF 111 de 1.000 W o similar (sobre torre a doble luminaria)

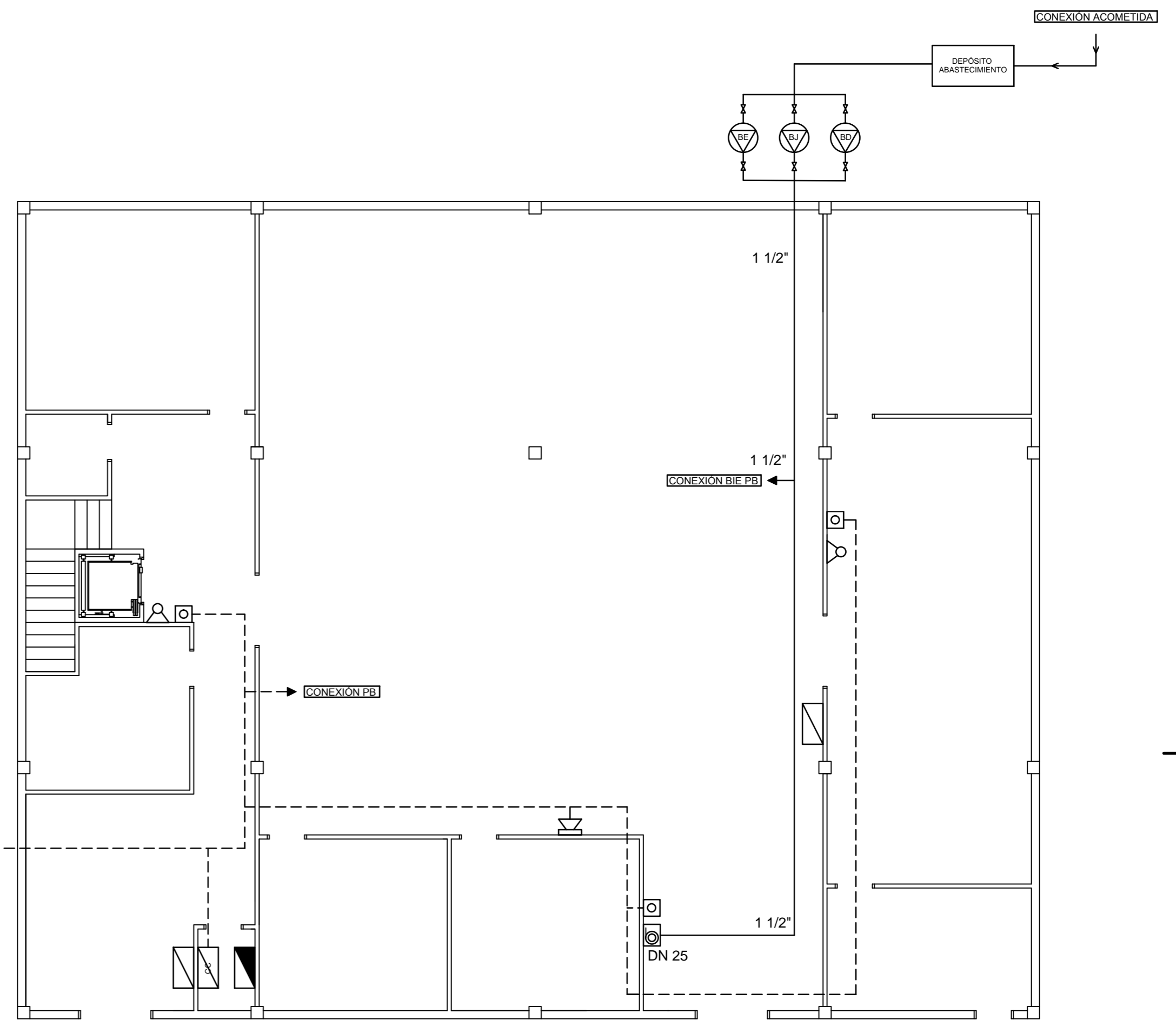
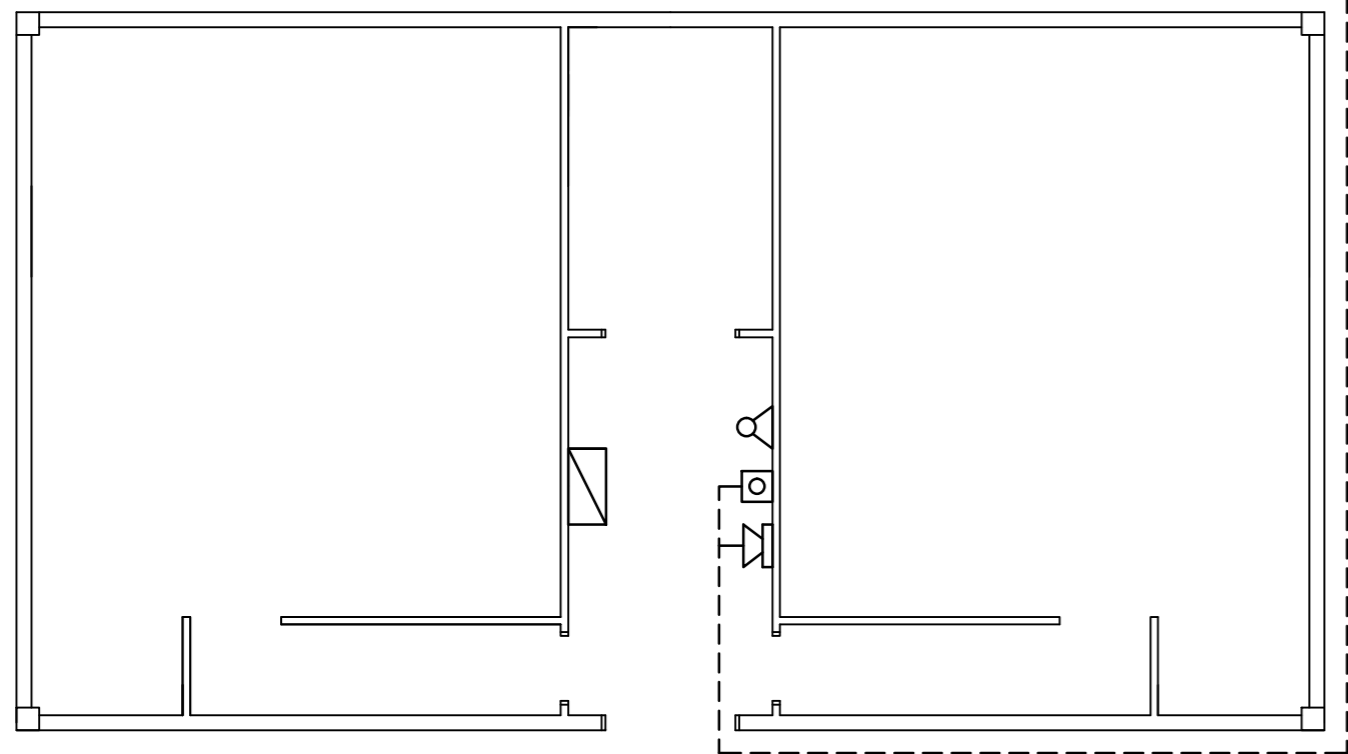
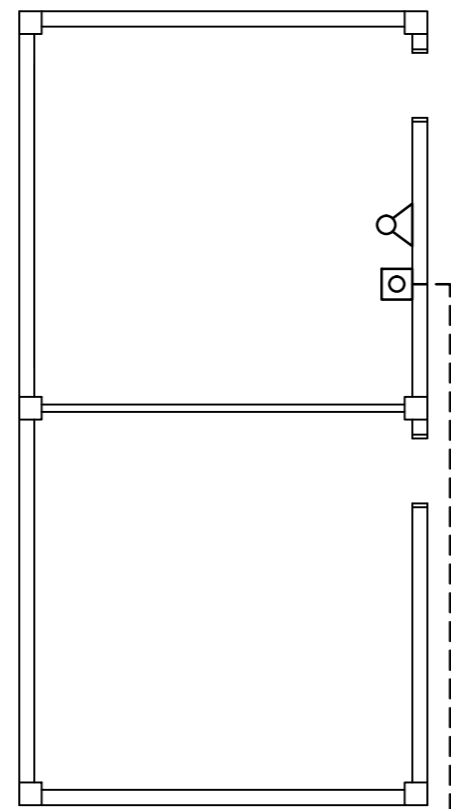
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ALUMBRADO PISTAS DE TENIS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 14
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



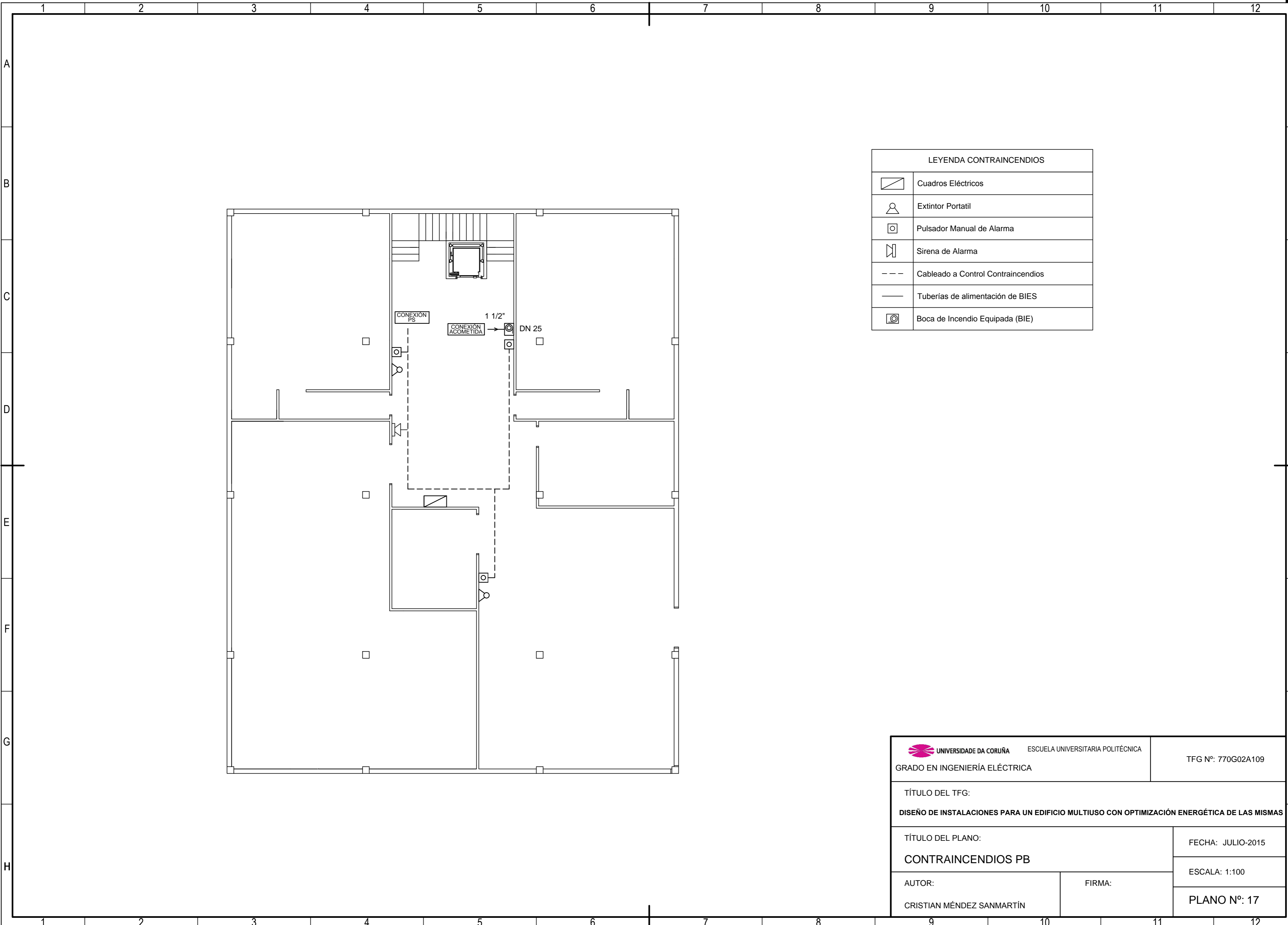
LEYENDA ALUMBRADO	
	Línea de Alumbrado bajo tubo XLPE
	Indicador de Direccion de Linea
	Philips BY461P 1 x LED240S/740 MB GC de 292 W o Similar

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A109
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ALUMBRADO PISTAS DE PÁDEL		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		ESCALA: 1:100
FIRMA:		PLANO Nº: 15

LEYENDA CONTRAINCENDIOS			
	Cuadros Eléctricos		Boca de Incendio Equipada (BIE)
	Panel de Control Contraincendios		Bomba Principal Eléctrica
	Extintor Portatil		Bomba Jokey
	Pulsador Manual de Alarma		Bomba Principal Diésel
	Sirena de Alarma		Válvula de Paso
	Cableado a Control Contraincendios		Depósito de Abastecimiento
	Tuberías de alimentación de BIES		








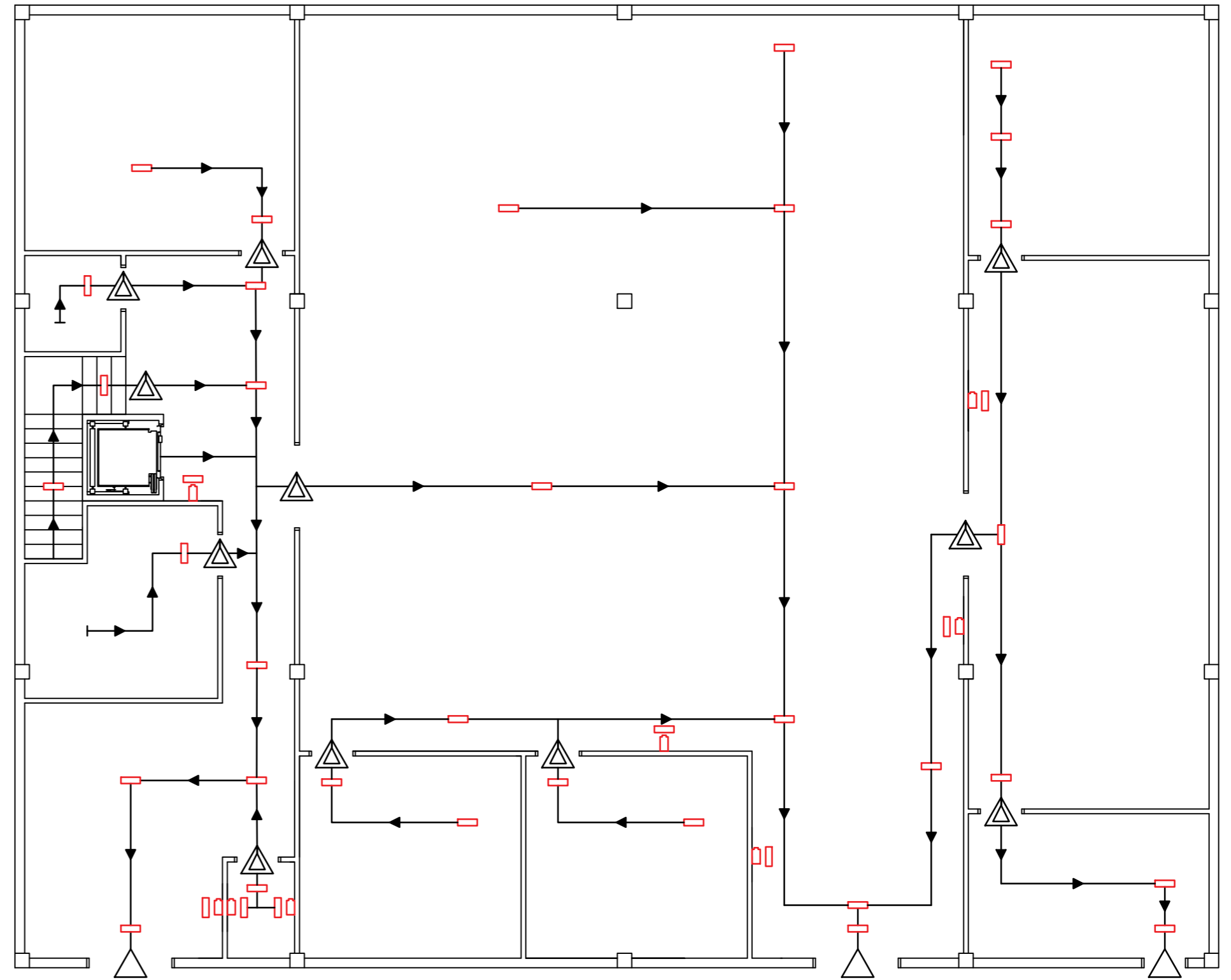
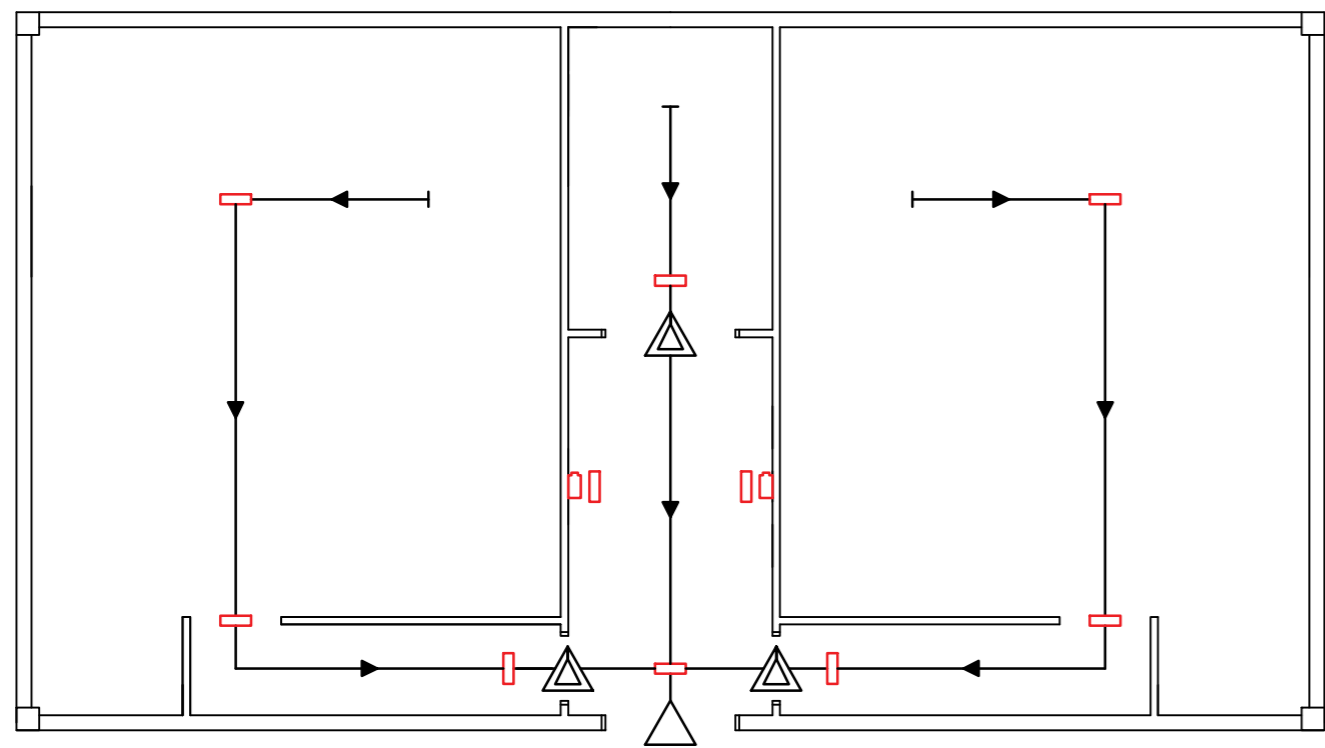
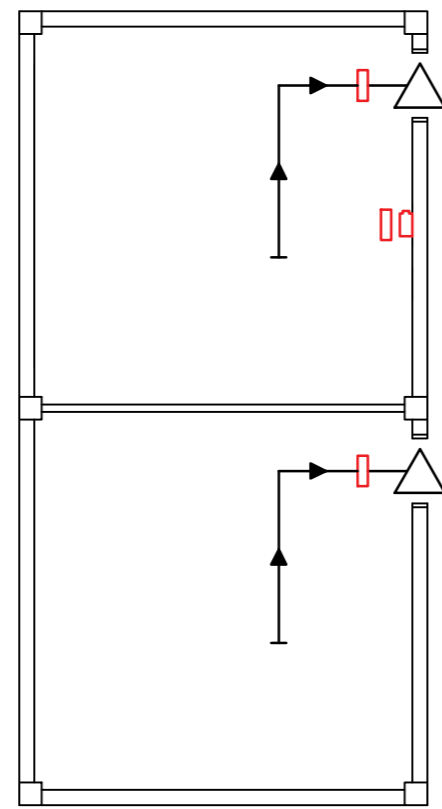
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
CONTRAINCENDIOS PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 16
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



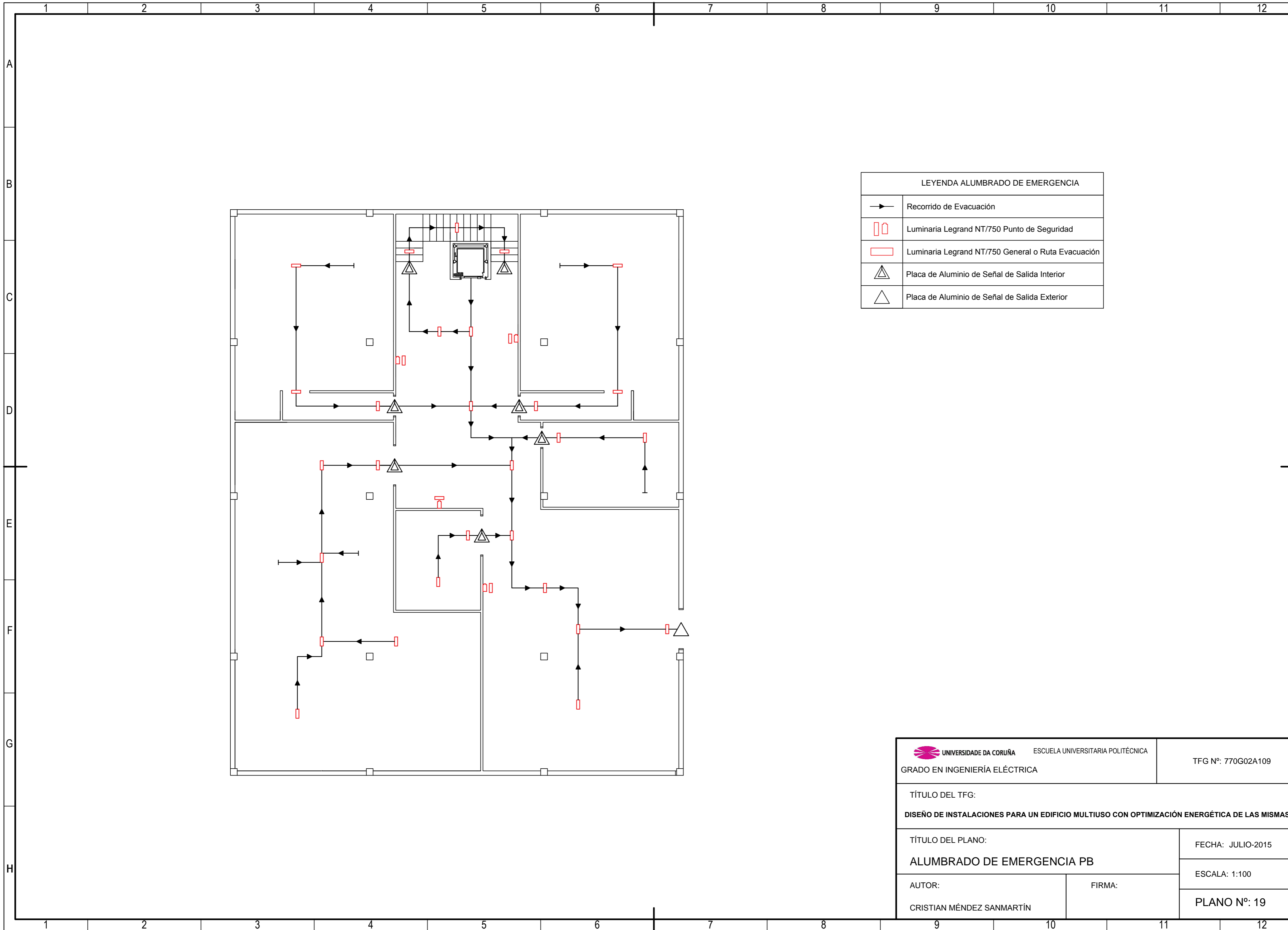
LEYENDA CONTRAINCENDIOS	
	Cuadros Eléctricos
	Extintor Portatil
	Pulsador Manual de Alarma
	Sirena de Alarma
	Cableado a Control Contraincendios
	Tuberías de alimentación de BIES
	Boca de Incendio Equipada (BIE)

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
CONTRAINCENDIOS PB		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 17
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		


LEYENDA ALUMBRADO DE EMERGENCIA	
	Recorrido de Evacuación
	Luminaria Legrand NT/750 Punto de Seguridad
	Luminaria Legrand NT/750 General o Ruta Evacuación
	Placa de Aluminio de Señal de Salida Interior
	Placa de Aluminio de Señal de Salida Exterior



 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ALUMBRADO DE EMERGENCIA PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 18
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

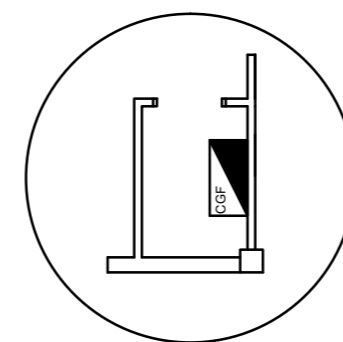
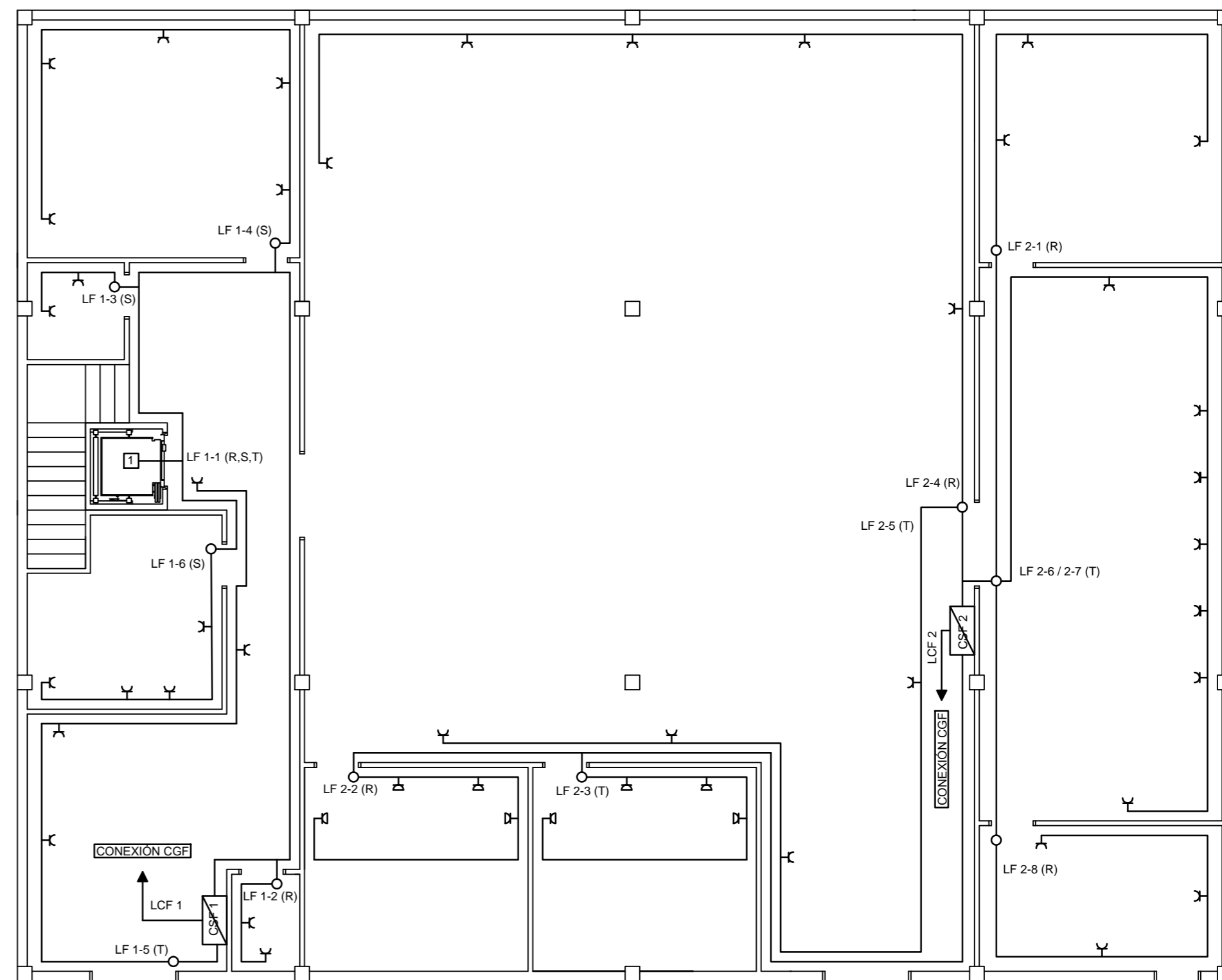
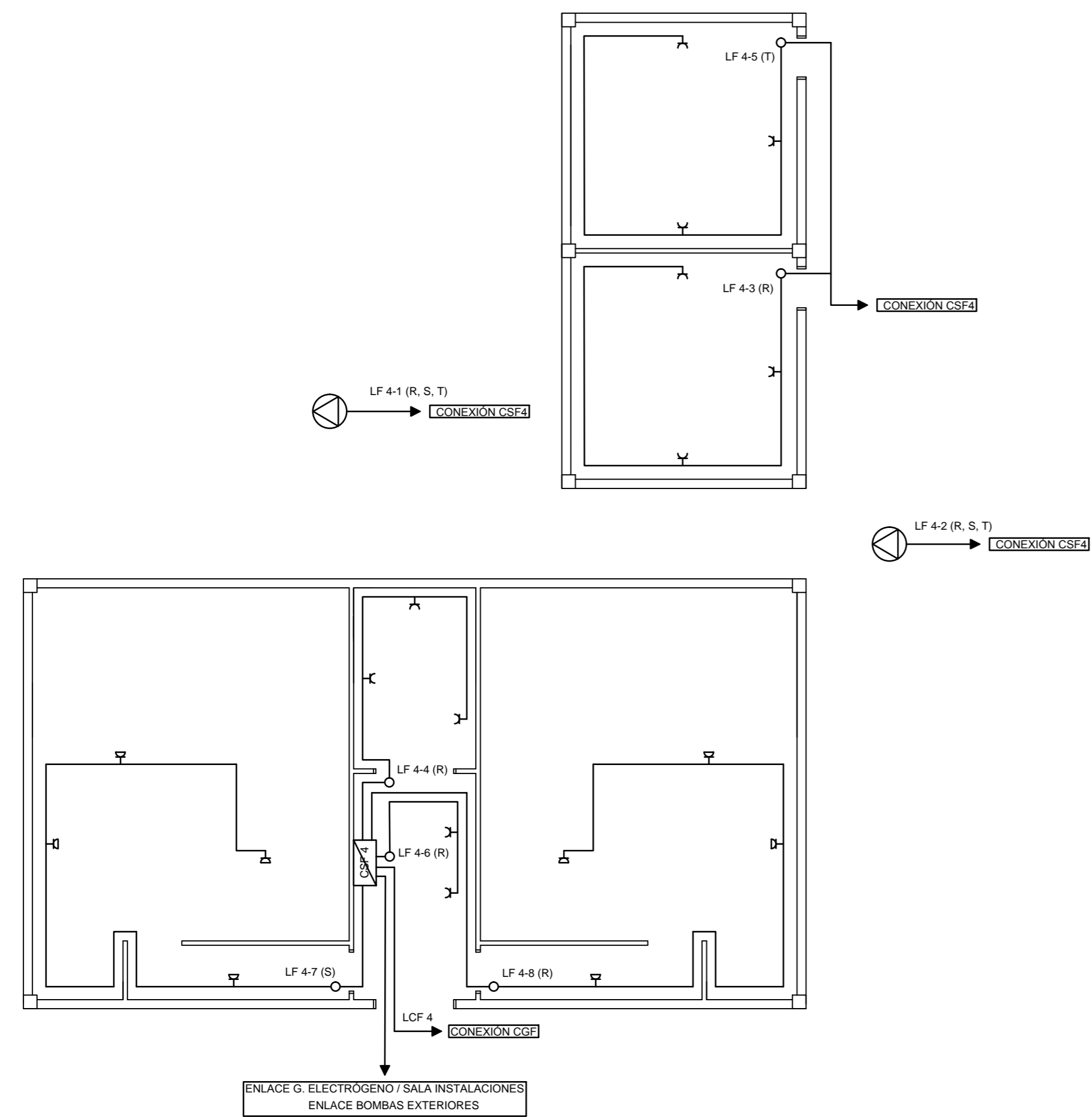


LEYENDA ALUMBRADO DE EMERGENCIA	
→	Recorrido de Evacuación
□	Luminaria Legrand NT/750 Punto de Seguridad
□	Luminaria Legrand NT/750 General o Ruta Evacuación
△	Placa de Aluminio de Señal de Salida Interior
△	Placa de Aluminio de Señal de Salida Exterior

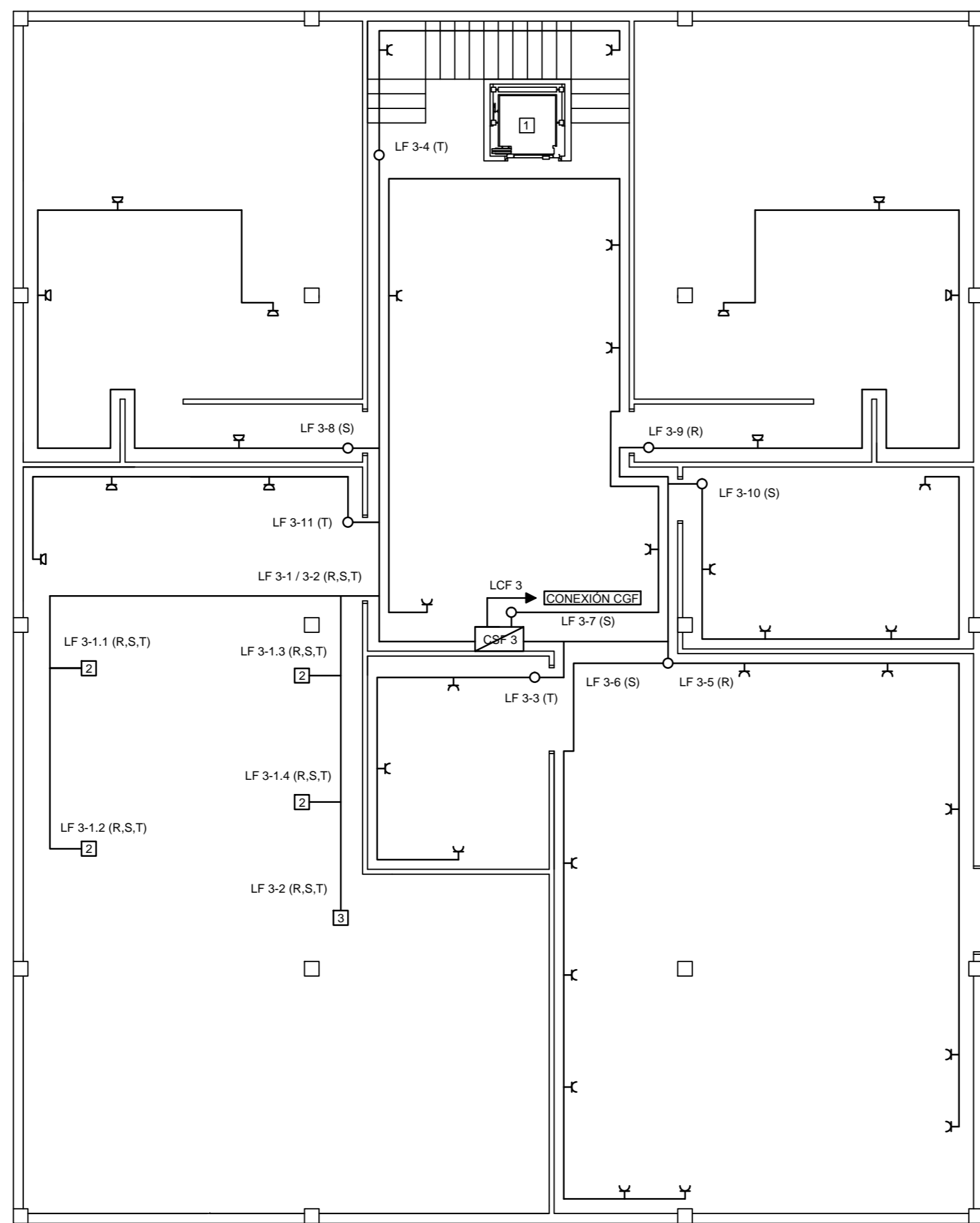
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ALUMBRADO DE EMERGENCIA PB		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 19
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

LEYENDA FUERZA	
	Cuadro General de Fuerza
	Cuadro Secundario de Fuerza
	Línea de Fuerza Bajo Tubo XLPE
	Toma de Corriente Monofásica 16 A con TT
	Toma de Corriente Monofásica 16 A (WP) con TT
	Toma de Corriente Monofásica 25 A con TT
	Caja de Derivación
	Indicador de Dirección de Línea

LEYENDA MAQUINARIA	
	Ascensor ITA - I
	Bomba Hidráulica



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
FUERZA PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 20
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



LEYENDA FUERZA	
	Cuadro Secundario de Fuerza
	Línea de Fuerza Bajo Tubo XLPE
	Toma de Corriente Monofasica 16 A con TT
	Toma de Corriente Monofasica 16 A (WP) con TT
	Caja de Derivación
	Indicador de Direccion de Linea

LEYENDA MAQUINARIA	
	Ascensor ITA - I
	Bombas de HidroMasaje
	Bomba de Piscinas

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
FUERZA PB		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 21
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

A

B

C

D

E

F

G

H

A

B

C

D

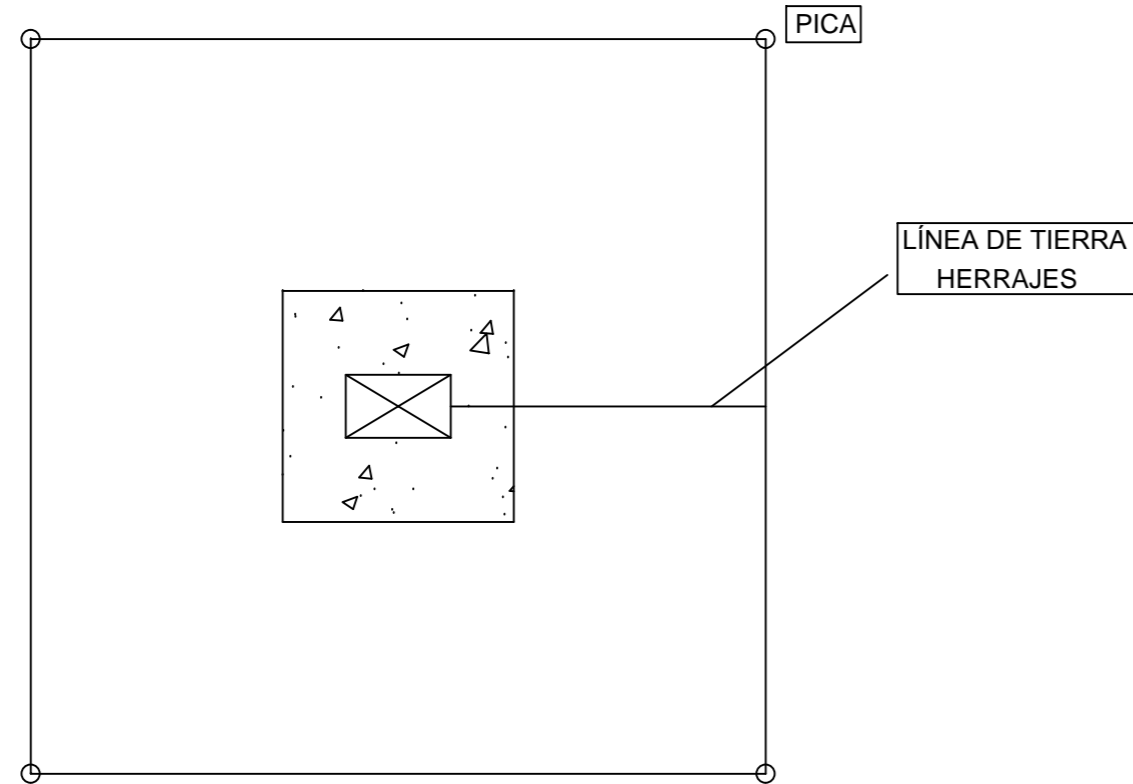
E

F

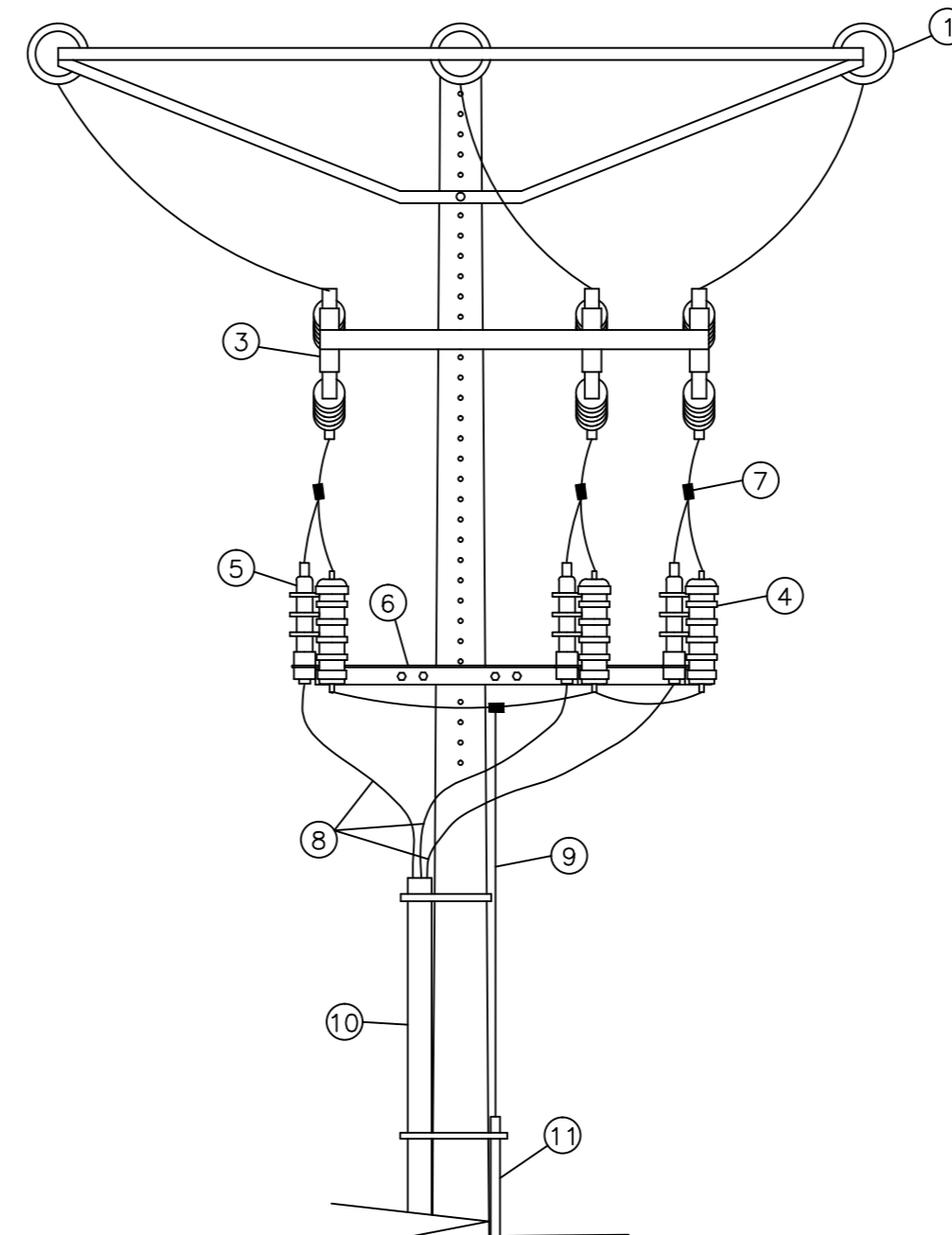
G

H

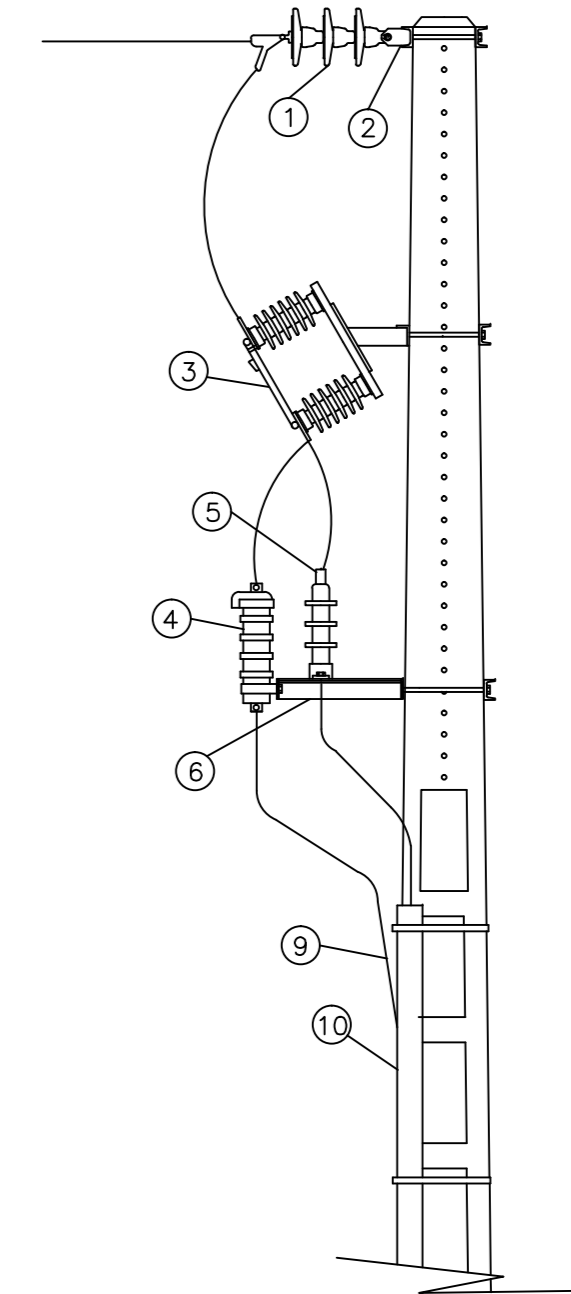
TOMA DE TIERRA



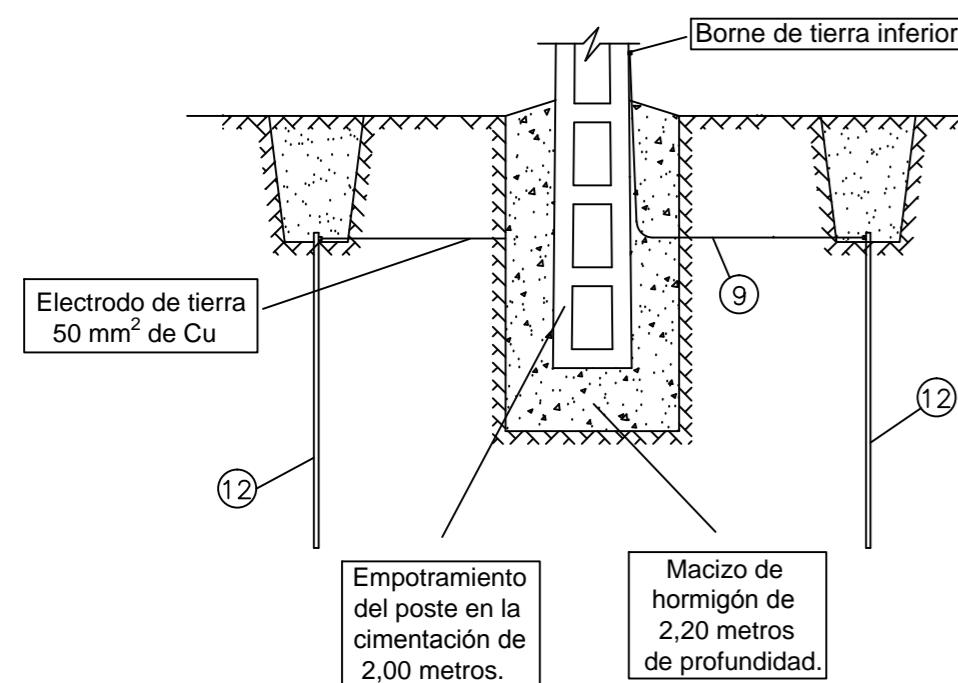
ALZADO POSTE



PERFIL POSTE



DETALLE DE LA CIMENTACION

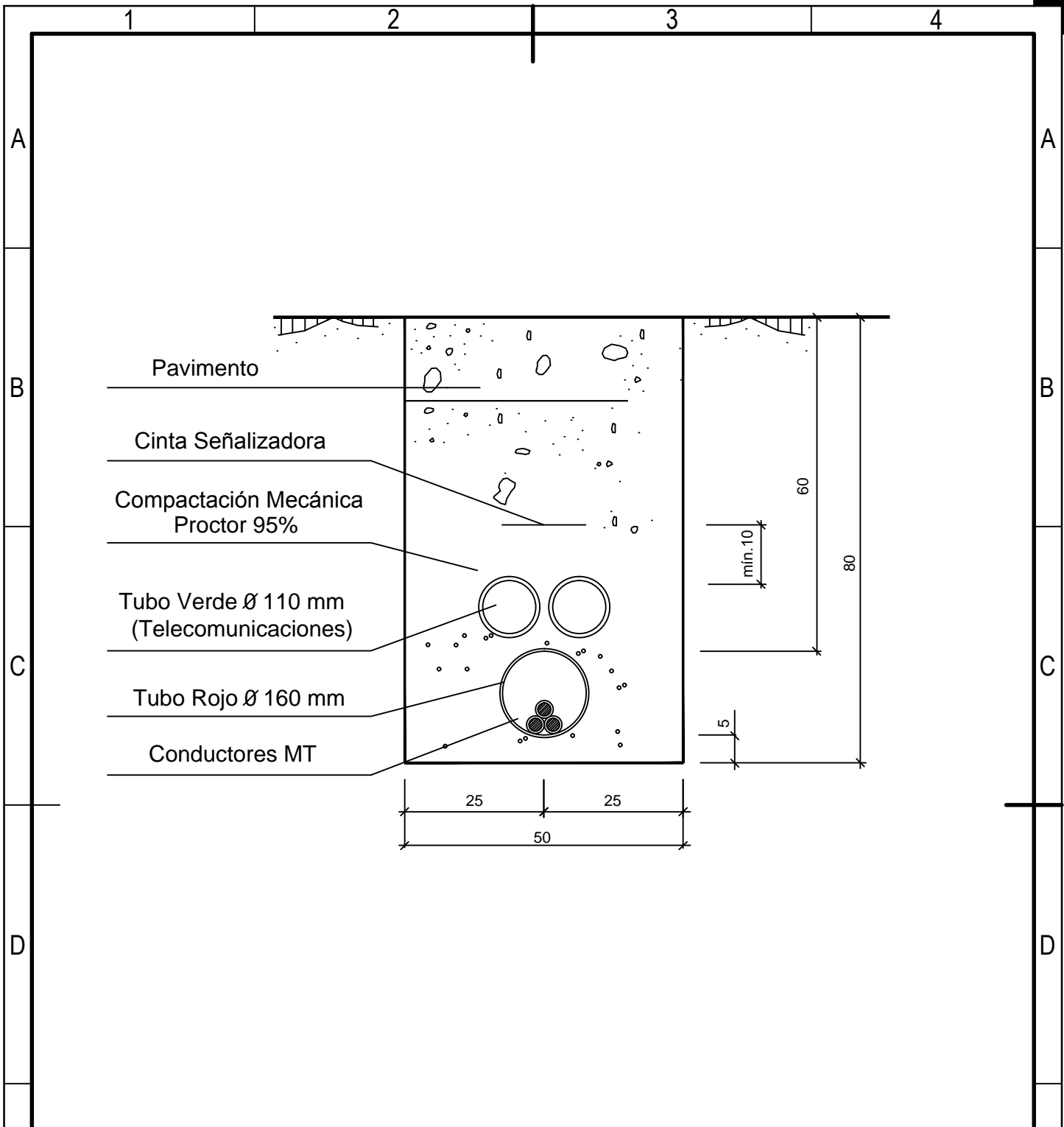


LEYENDA LÍNEA AÉREA MT - ENTRONQUE

①	Cadena de Amarre con Alargadera y Grapa.	⑦	Conexión Cuña Ampact AL-AL.
②	Cruceta Recta CR-1.	⑧	Cable RHU 12 / 20 kV (95 mm ²).
③	Seccionador.	⑨	Red de Tierras, Conductor (50 mm ²).
④	Autoválvula PR / 24kV / 10kA.	⑩	Tubo Plástico de Protección.
⑤	Terminación cable RHV 12 / 20kV.	⑪	Tubo de Plástico Rígido.
⑥	Herraje Soporte de Autoválvulas y Terminales	⑫	Pica de Acero Cobrizado de 2 m.

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
LÍNEA AÉREA MT - ENTRONQUE		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 22
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

TFG Nº: 770G02A109

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

TÍTULO DEL TFG:

DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS

TÍTULO DEL PLANO:

LÍNEA SUBTERRÁNEA MT

FECHA: JULIO-2015

ESCALA: 1:10

AUTOR:

CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

FIRMA:

PLANO Nº: 23

1

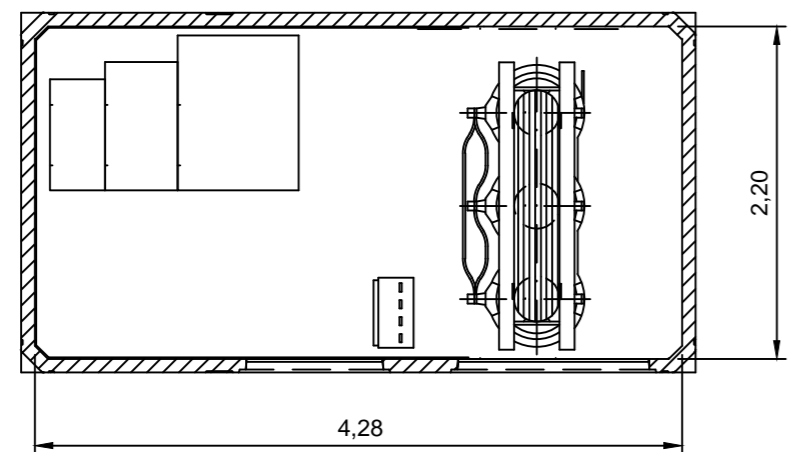
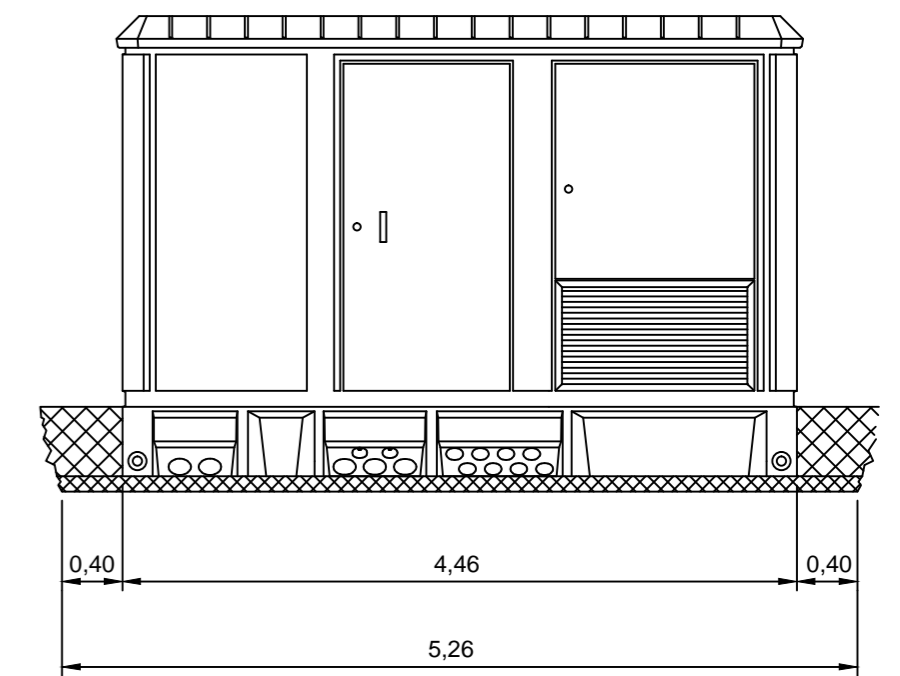
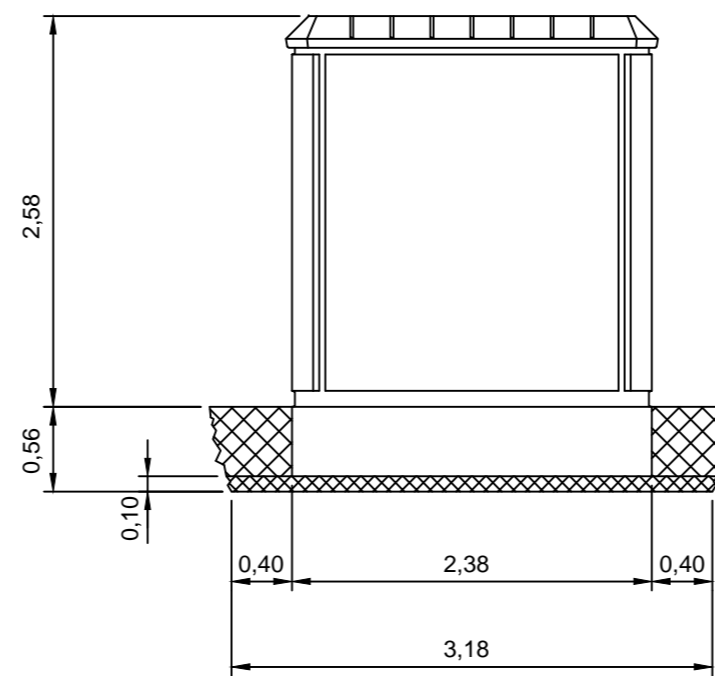
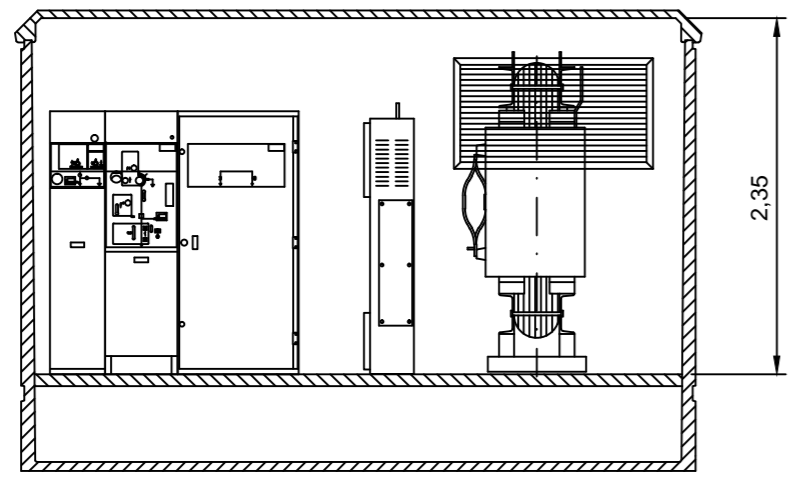
2

3

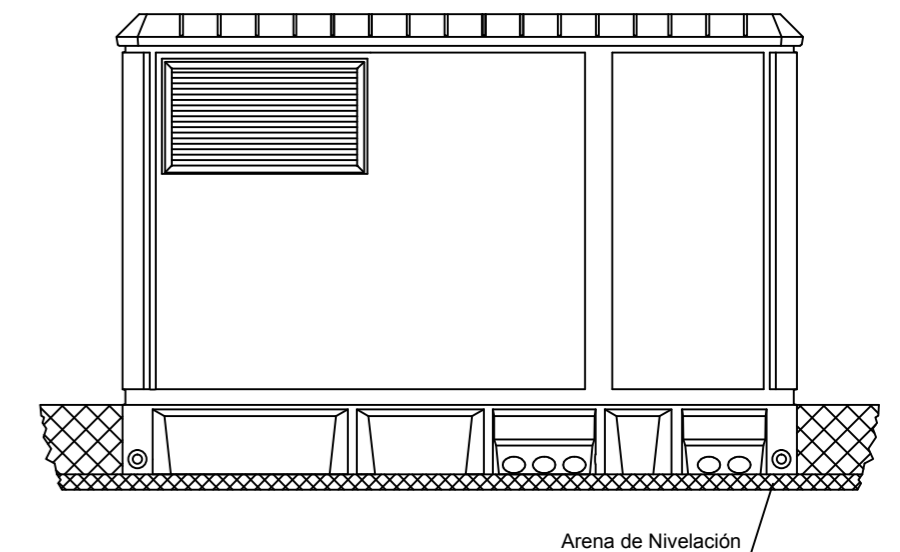
4

F

F

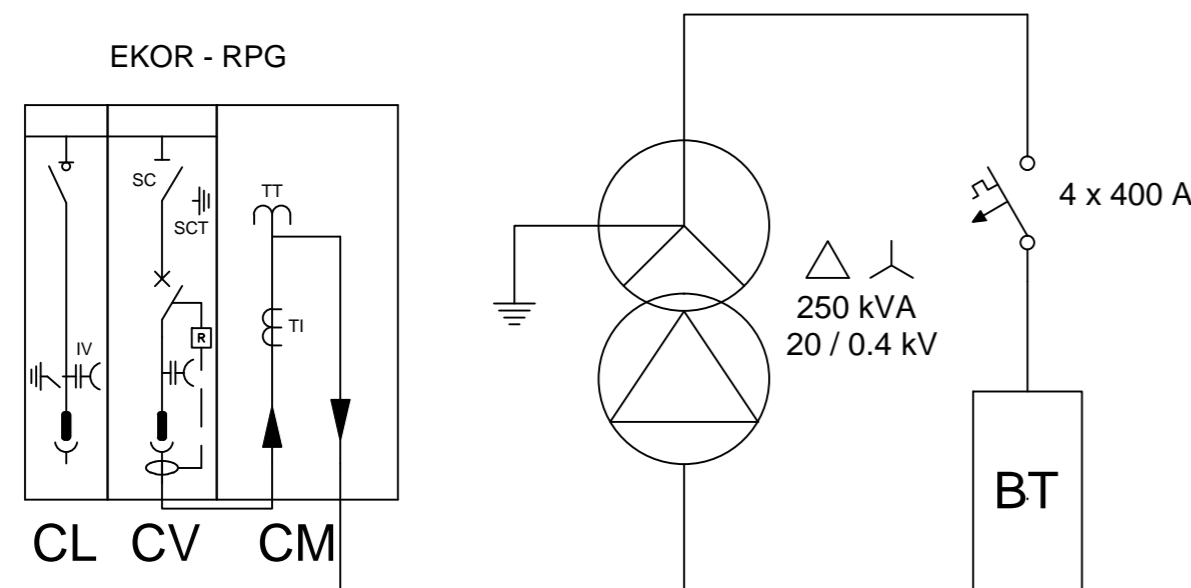


LEYENDA TRANSFORMADOR	
CL	Celda de Línea CGMCOSMOS - L.
CV	Celda de Protección CGMCOSMOS - V.
CM	Celda de Medida CGMCOSMOS - M.
IV	Indicador de presencia de tensión.
SC	Seccionador en SF ₆ .
SCT	Interruptor y Seccionador Puesta a Tierra en SF ₆ .
TT	Transformador de tensión de medida ($\frac{22.000}{\sqrt{3}} / \frac{110}{\sqrt{3}}$).
TI	Transformador de intensidad de medida (5-10 / 5).

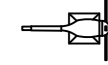



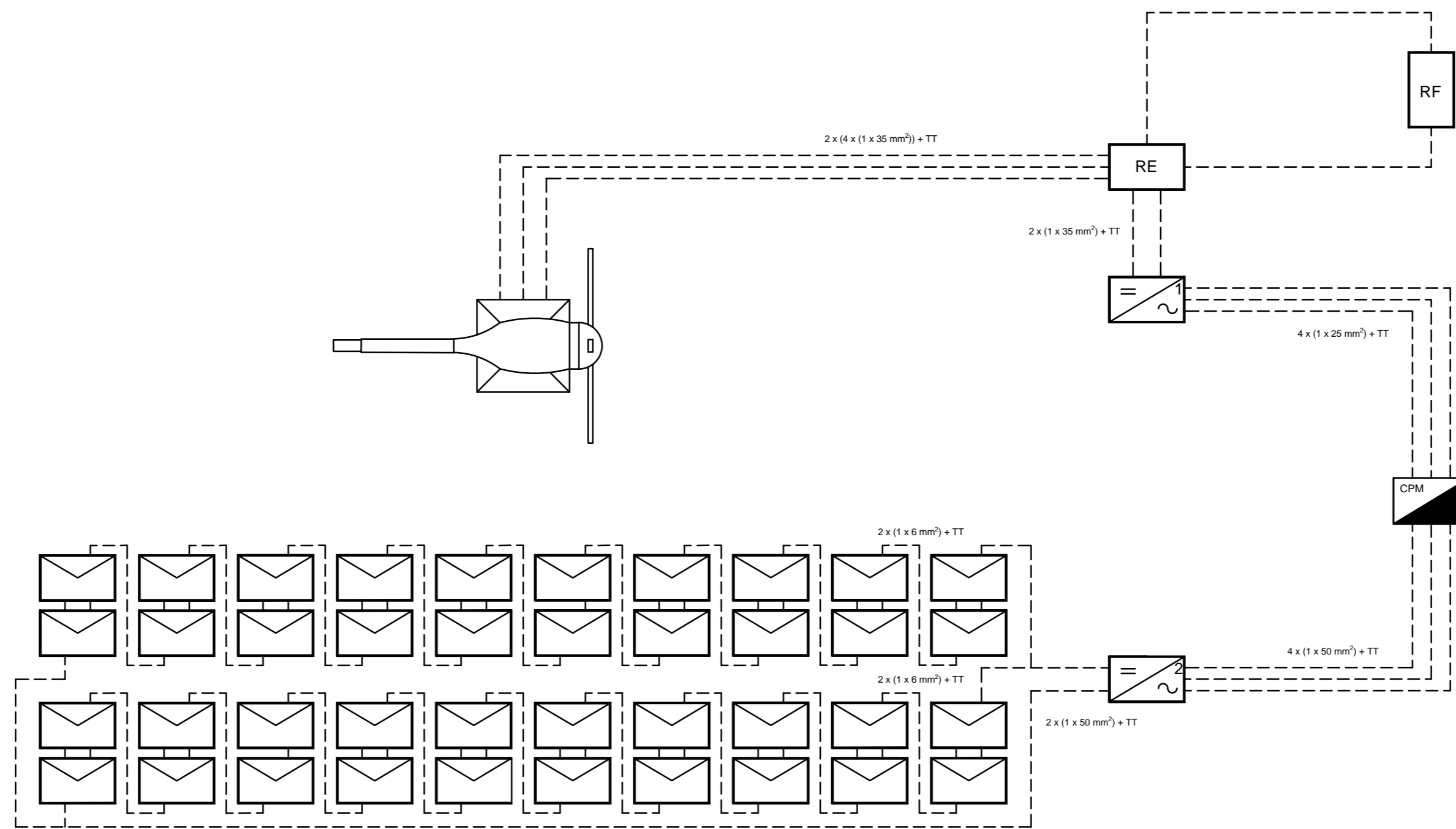
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
5,26 m (ancho) x 3,18 m (fondo) x 0,56 m (profundidad)

ESQUEMA ELÉCTRICO

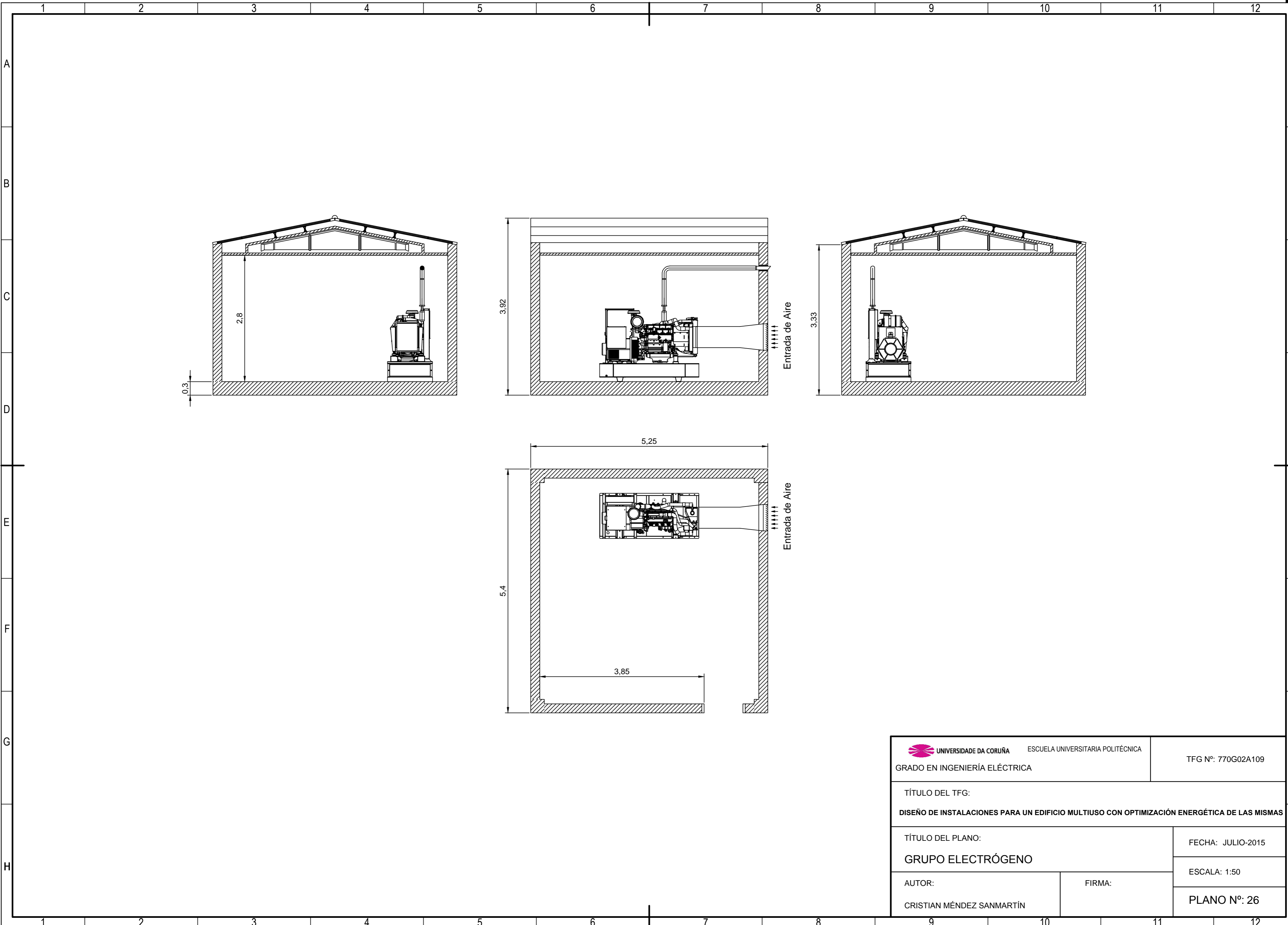


UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		ESCALA: 1:50
FIRMA:		PLANO Nº: 24

LEYENDA GENERACIÓN HÍBRIDA			
---	Líneas de Fuerza	RE	Regulador Eólico W4B-120C o Similar
3 AC	Línea Corriente Alterna Trifásica	RF	Resistencia de Frenado
DC	Línea Corriente Continua	☐~	Inversor Trifásico Aurora PVI 6000 o Similar
	Generador Mini-Eólico Enair 70 o Similar	☐~	Inversor Trifásico Zigor Solar XTR3-15 o Similar
	Panel Solar ATERSA A-260P GSE o Similar	☐/	Cuadro General de Protección y Medida

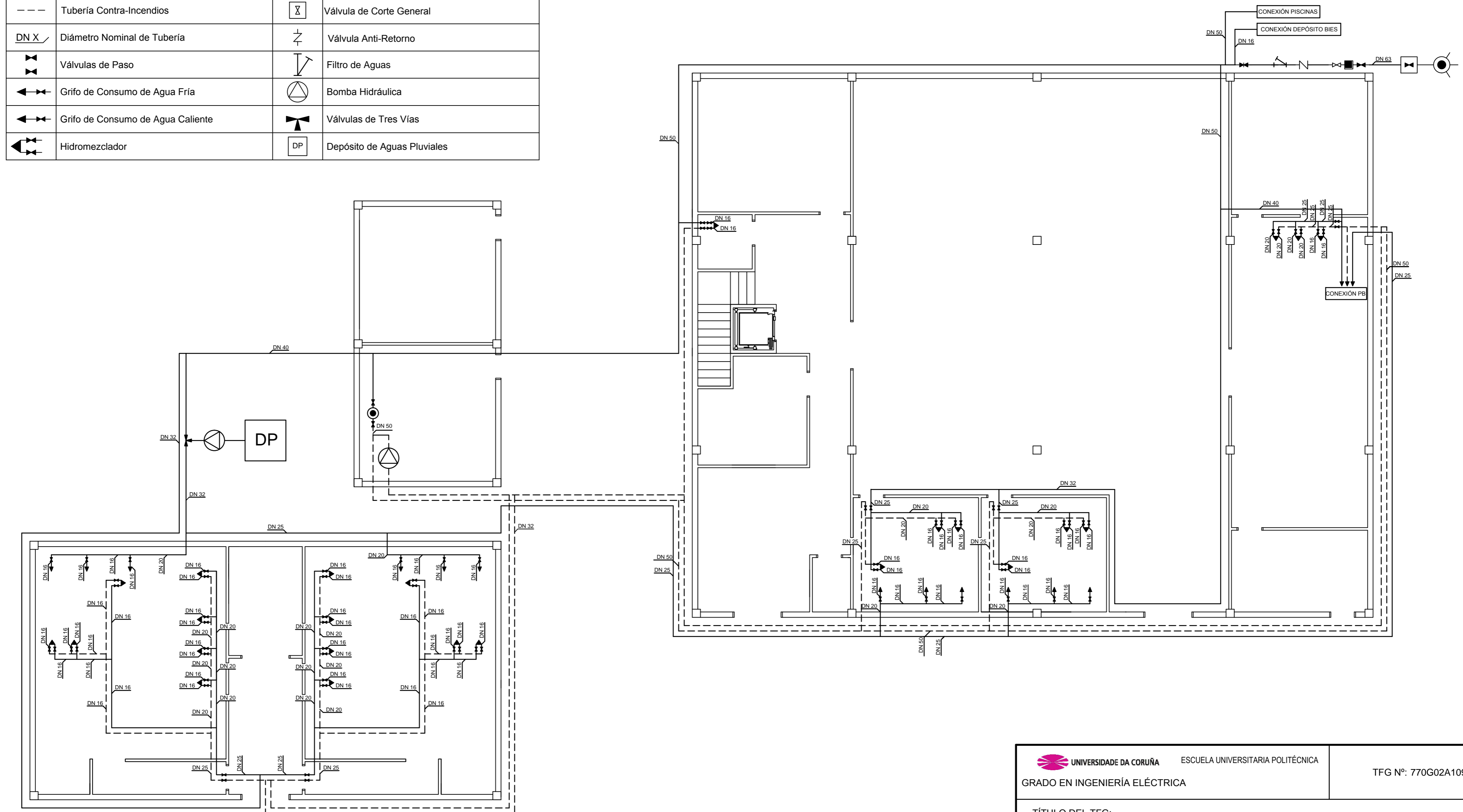


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA GENERACIÓN HÍBRIDA		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 25

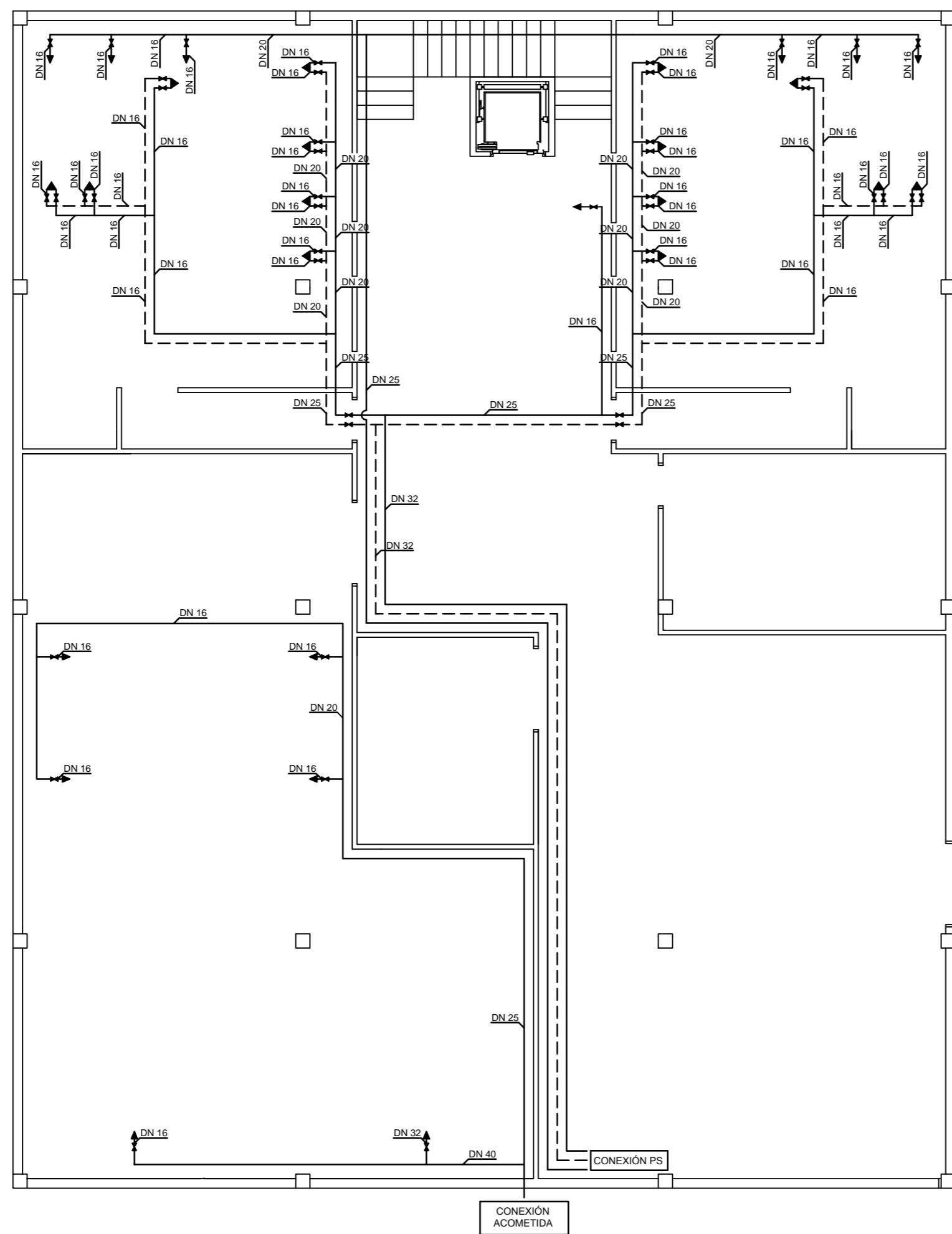


 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
GRUPO ELECTRÓGENO		ESCALA: 1:50
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 26
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		


LEYENDA FONTANERÍA			
	Tubería Agua Fría		Acometida de Agua
	Tubería Agua Caliente		Contador General
	Tubería Contra-Incendios		Válvula de Corte General
	Diámetro Nominal de Tubería		Válvula Anti-Retorno
	Válvulas de Paso		Filtro de Aguas
	Grifo de Consumo de Agua Fría		Bomba Hidráulica
	Grifo de Consumo de Agua Caliente		Válvulas de Tres Vías
	Hidromezclador		Depósito de Aguas Pluviales

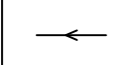





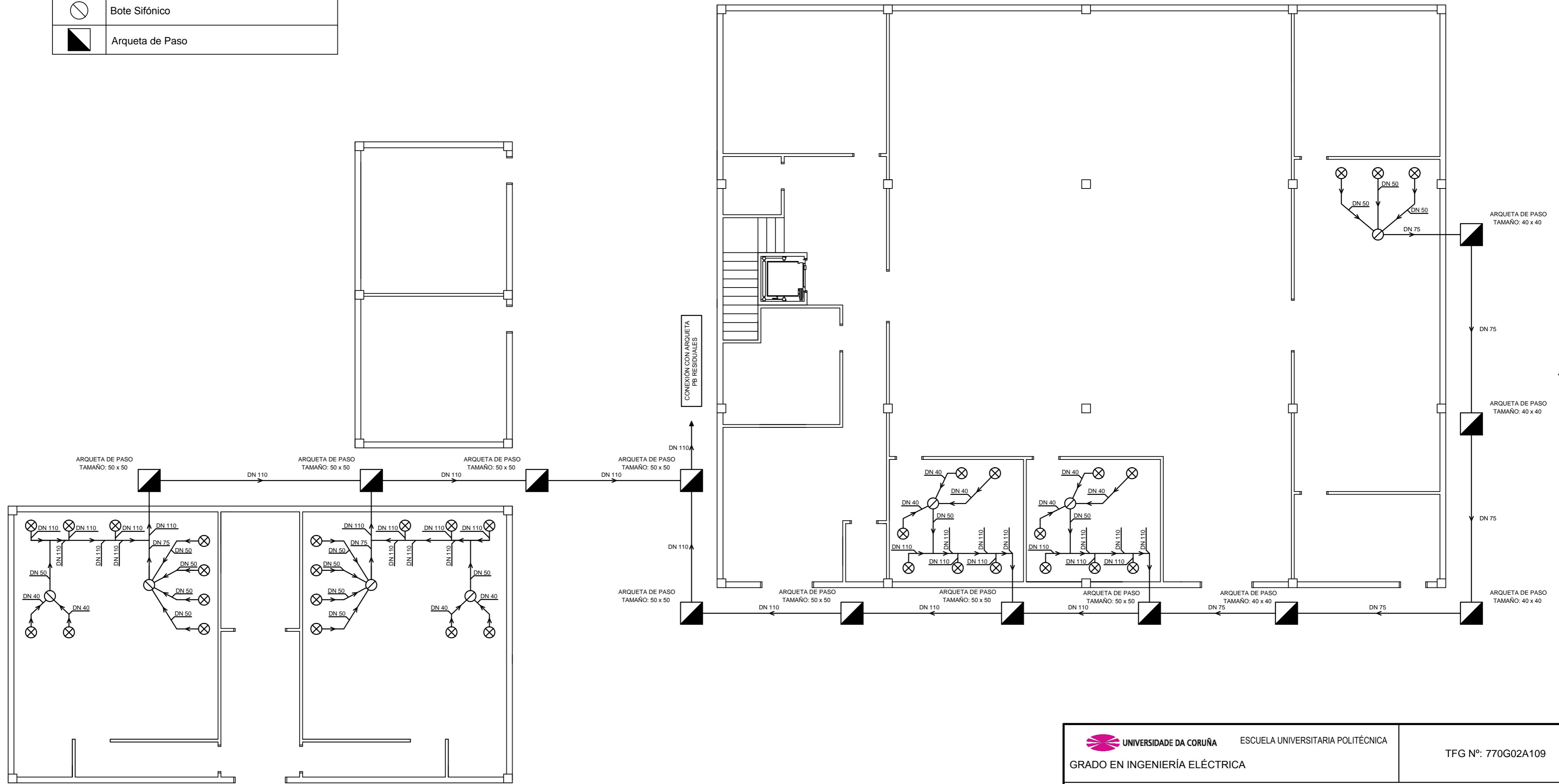
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
FONTANERÍA PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 27
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		




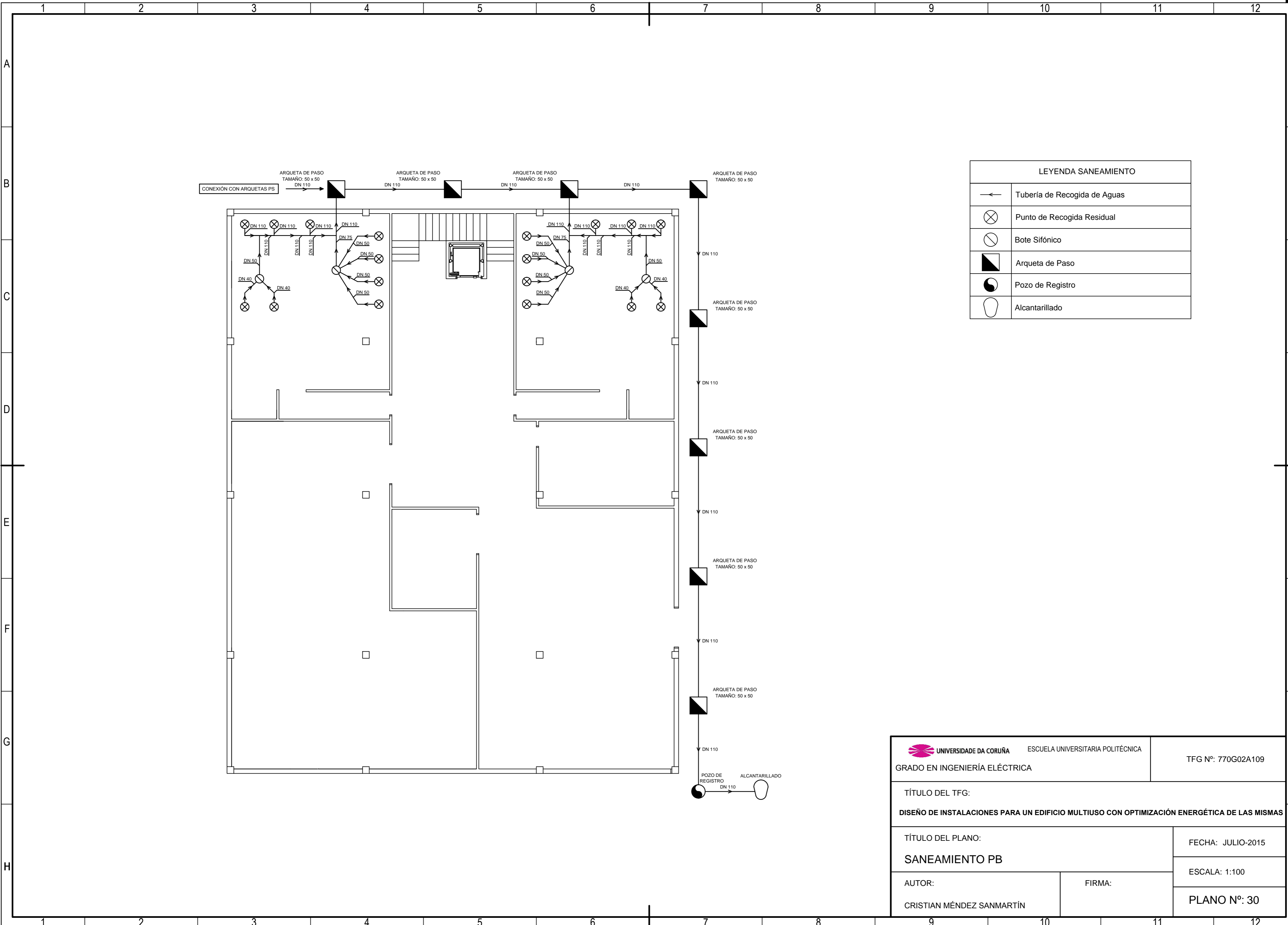
LEYENDA FONTANERÍA	
—	Tubería Agua Fría
- - -	Tubería A.C.S.
- - -	Tubería Contra-Incendios
DN X /	Diámetro Nominal de Tubería
⌞	Válvulas de Paso
⌞	Grifo de Consumo de Agua Fría
⌞	Grifo de Consumo de A.C.S.
⌞	Hidromezclador

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
FONTANERÍA PB		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 28
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

LEYENDA SANEAMIENTO	
	Tubería de Recogida de Aguas
	Punto de Recogida Residual
	Bote Sifónico
	Arqueta de Paso



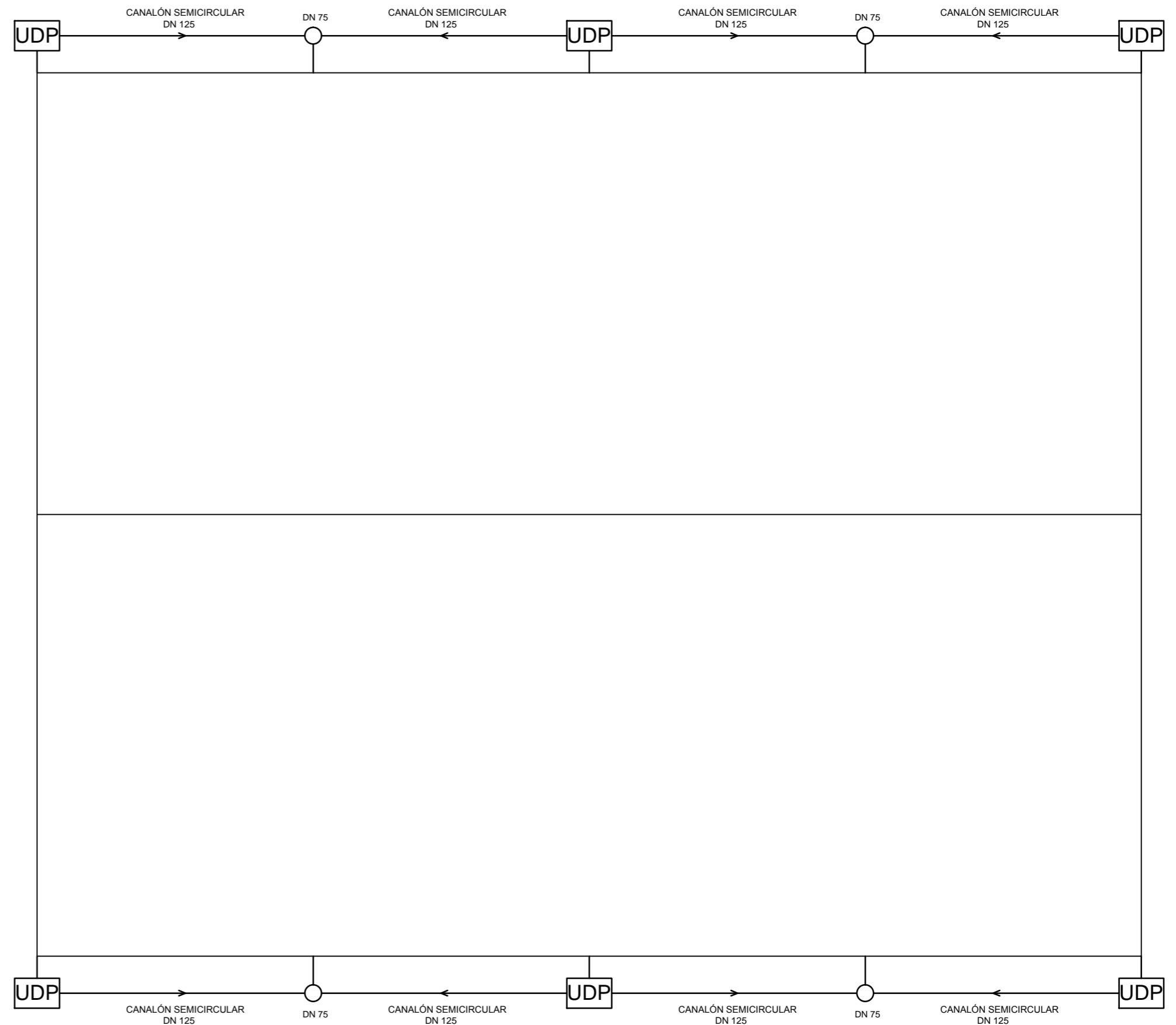
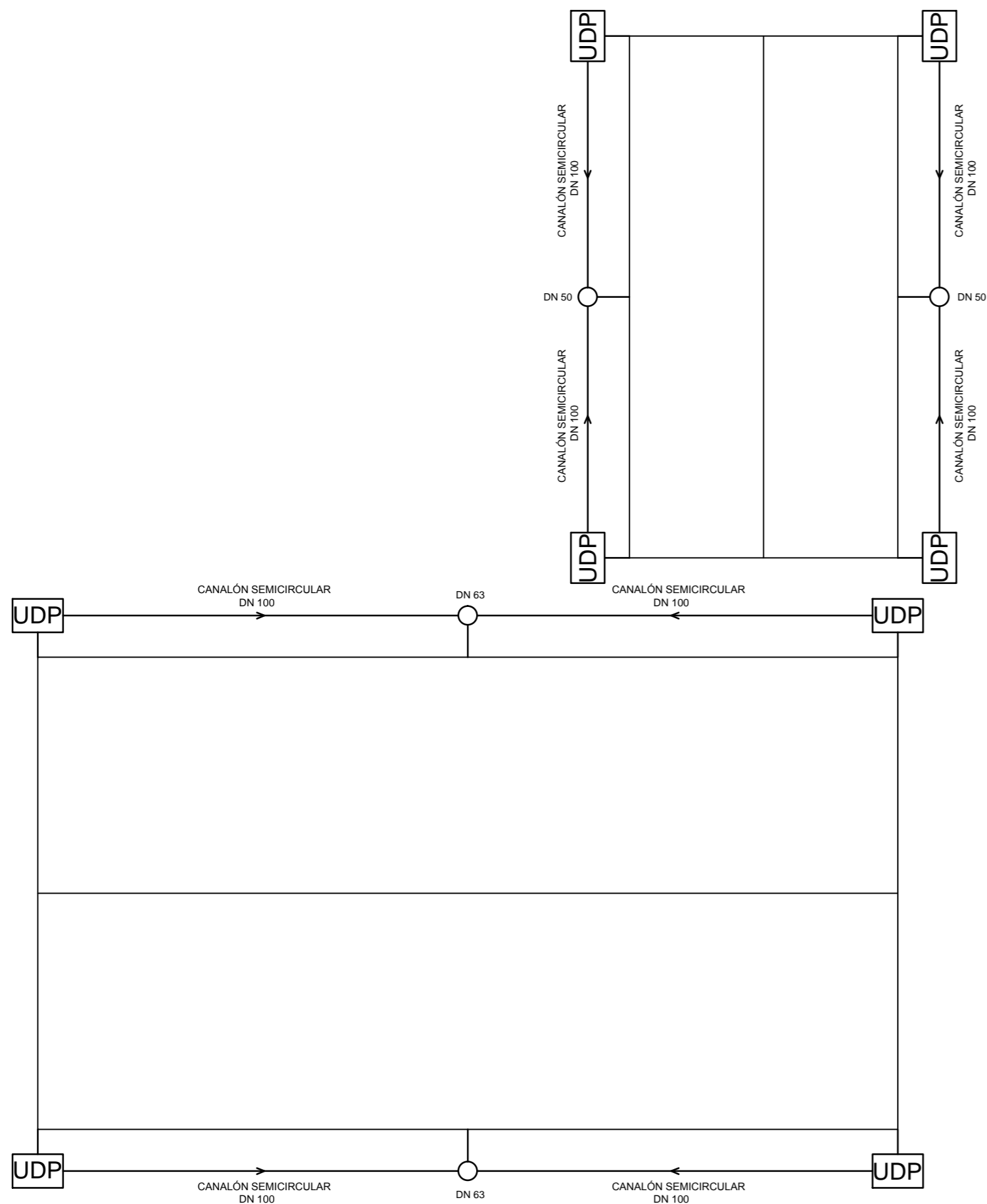
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
SANEAMIENTO PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 29
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



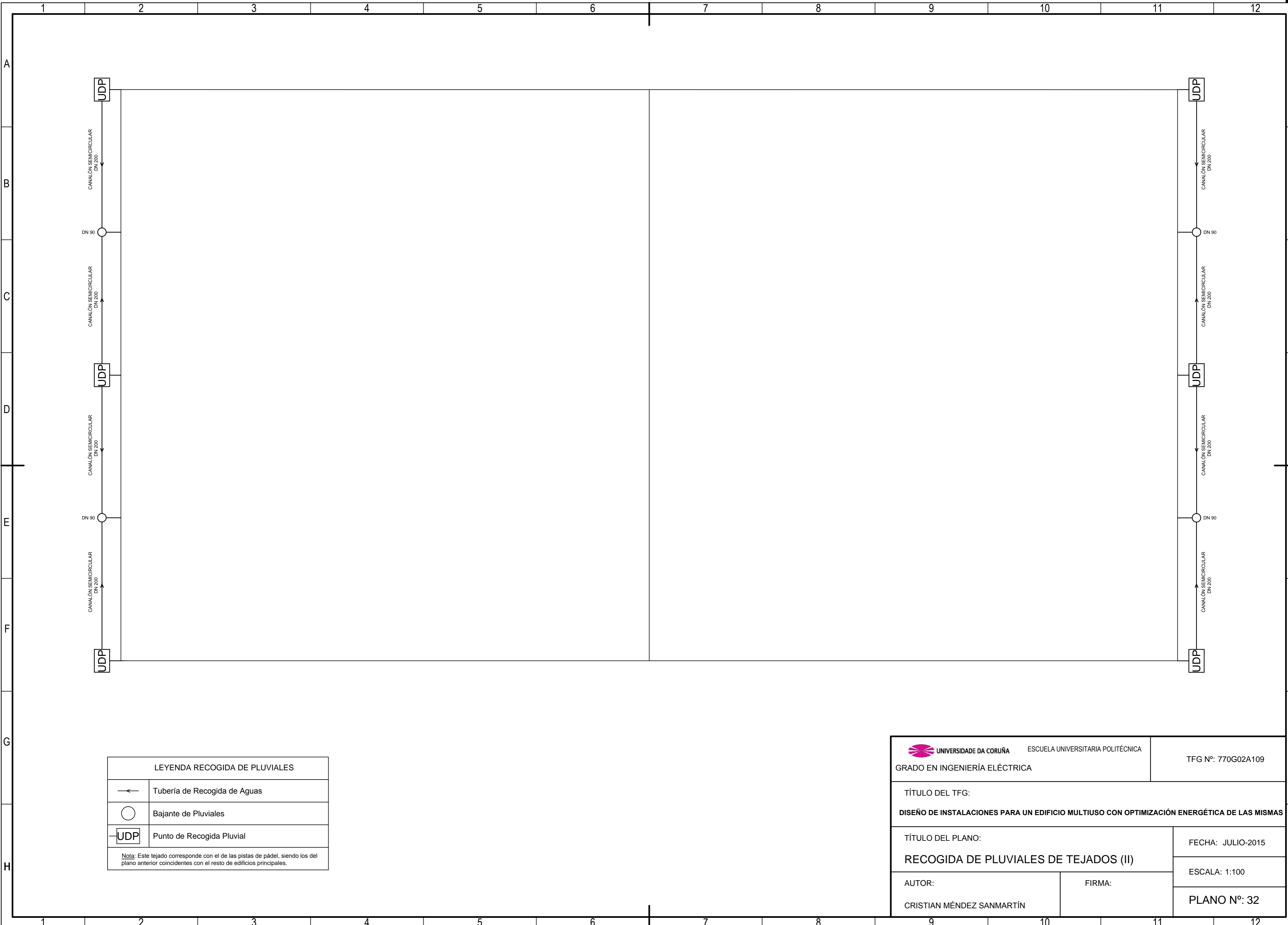
LEYENDA SANEAMIENTO	
	Tubería de Recogida de Aguas
	Punto de Recogida Residual
	Bote Sifónico
	Arqueta de Paso
	Pozo de Registro
	Alcantarillado

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: SANEAMIENTO PB		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		ESCALA: 1:100
FIRMA:		PLANO Nº: 30


LEYENDA RECOGIDA DE PLUVIALES	
←	Tubería de Recogida de Aguas
○	Bajante de Pluviales
UDP	Punto de Recogida Pluvial



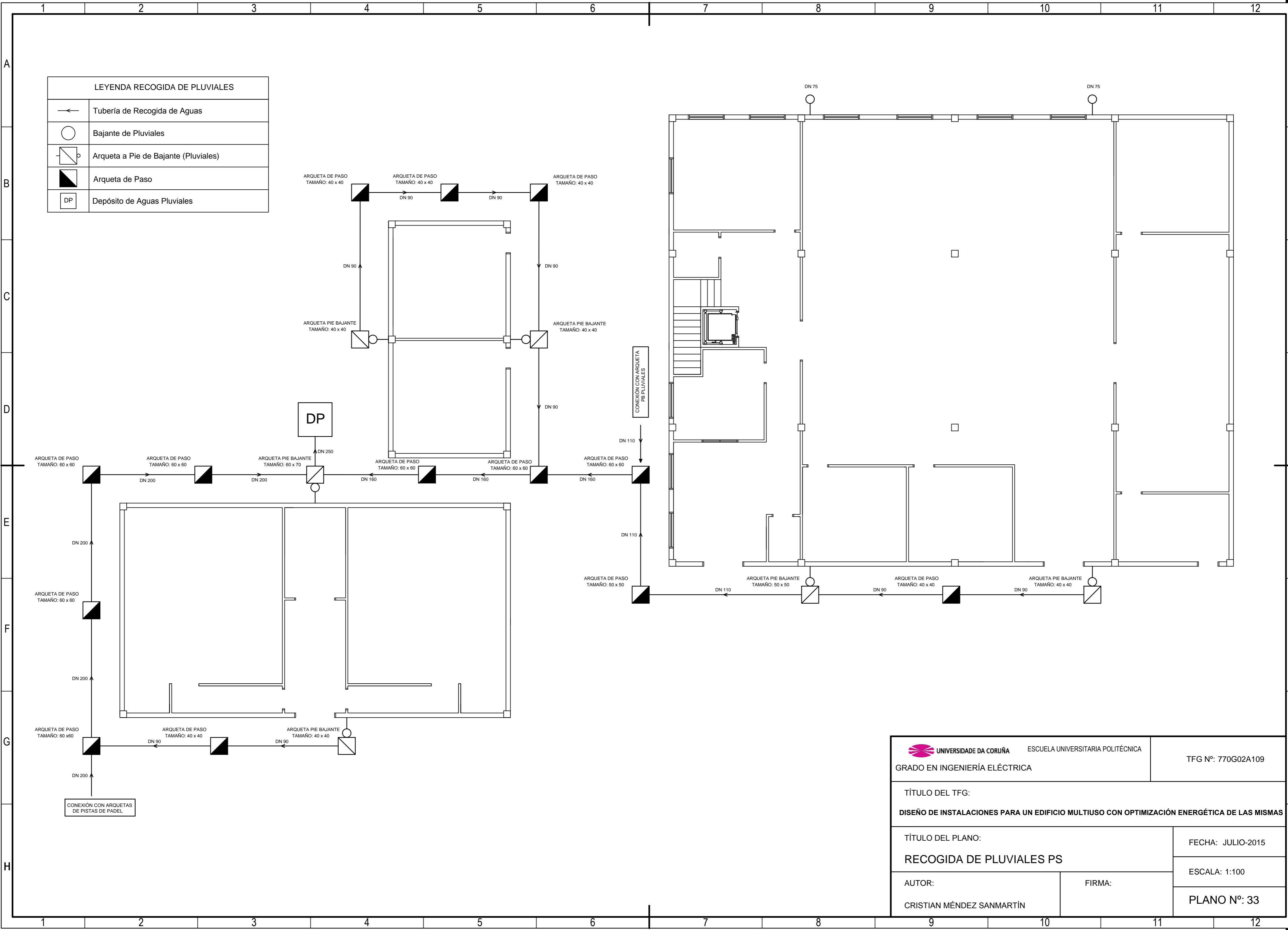
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
RECOGIDO DE PLUVIALES DE TEJADOS (I)		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 31
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



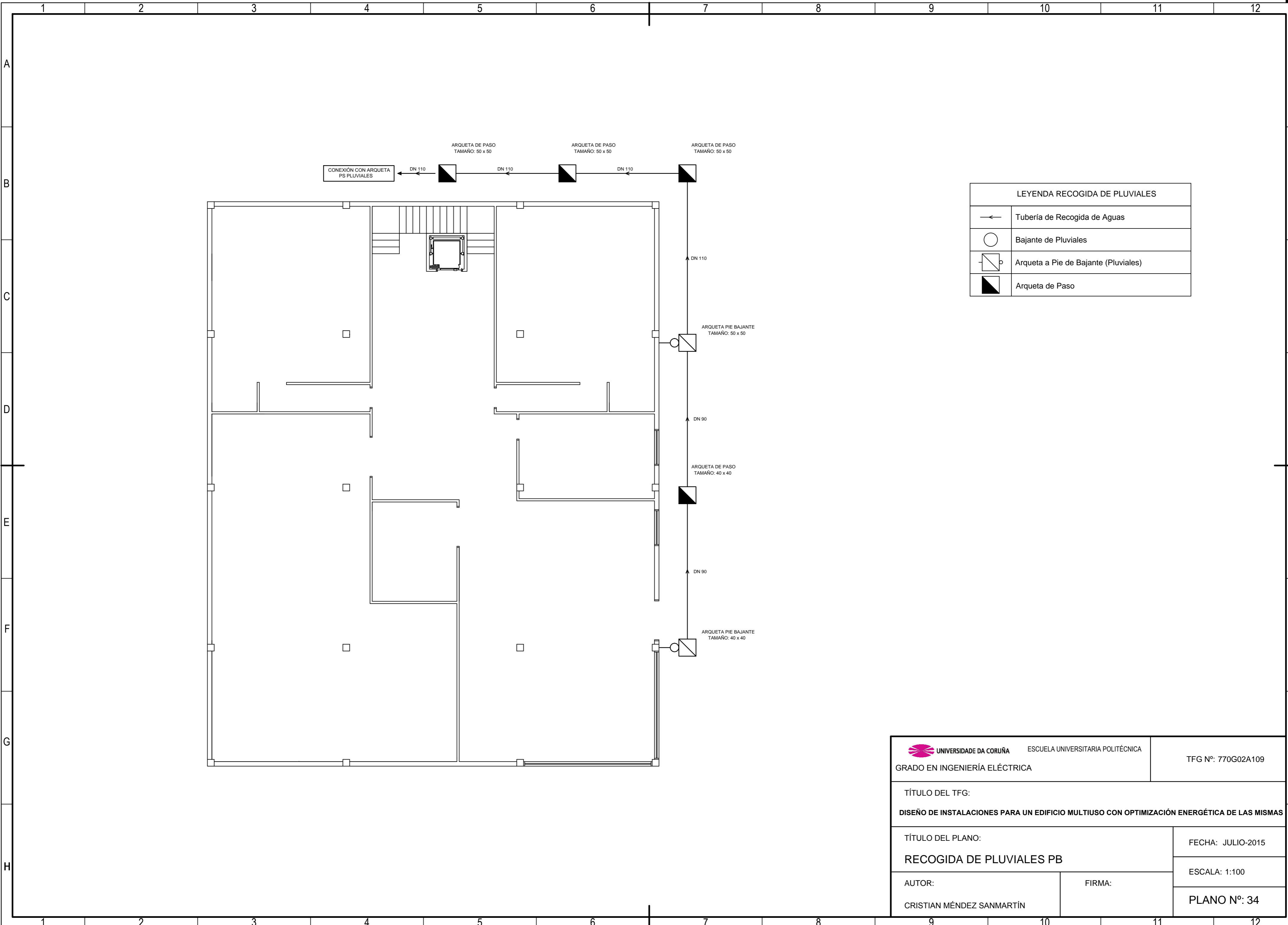
LEYENDA RECOGIDA DE PLUVIALES	
←	Tubería de Recogida de Aguas
○	Bajante de Pluviales
UDP	Punto de Recogida Pluvial
<small>Nota: Este tejado corresponde con el de las pistas de pádel, siendo los del plano anterior coincidentes con el resto de edificios principales.</small>	

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
RECOGIDA DE PLUVIALES DE TEJADOS (II)		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 32
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

LEYENDA RECOGIDA DE PLUVIALES	
	Tubería de Recogida de Aguas
	Bajante de Pluviales
	Arqueta a Pie de Bajante (Pluviales)
	Arqueta de Paso
	Depósito de Aguas Pluviales

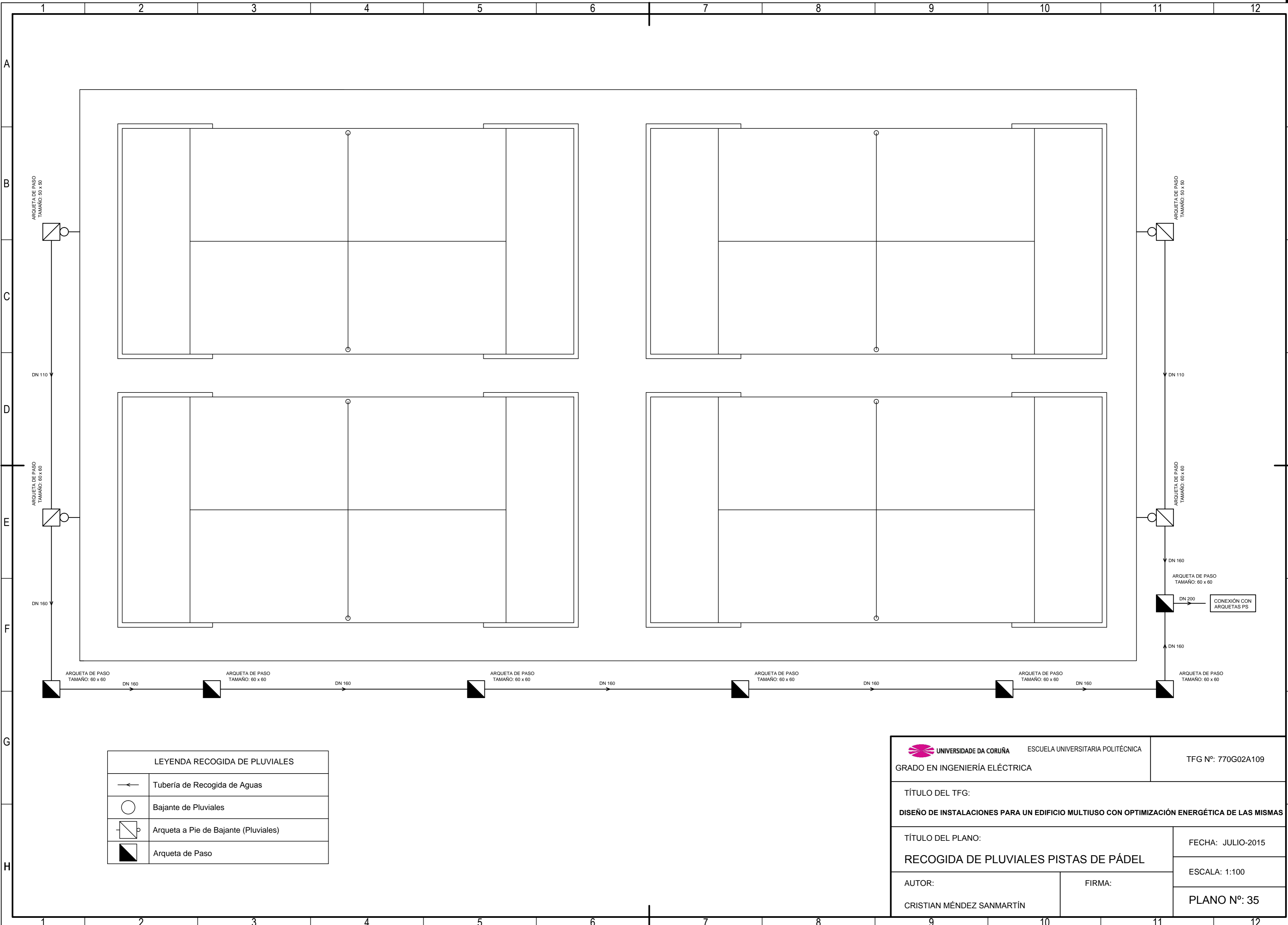


UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
RECOGIDA DE PLUVIALES PS		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 33
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



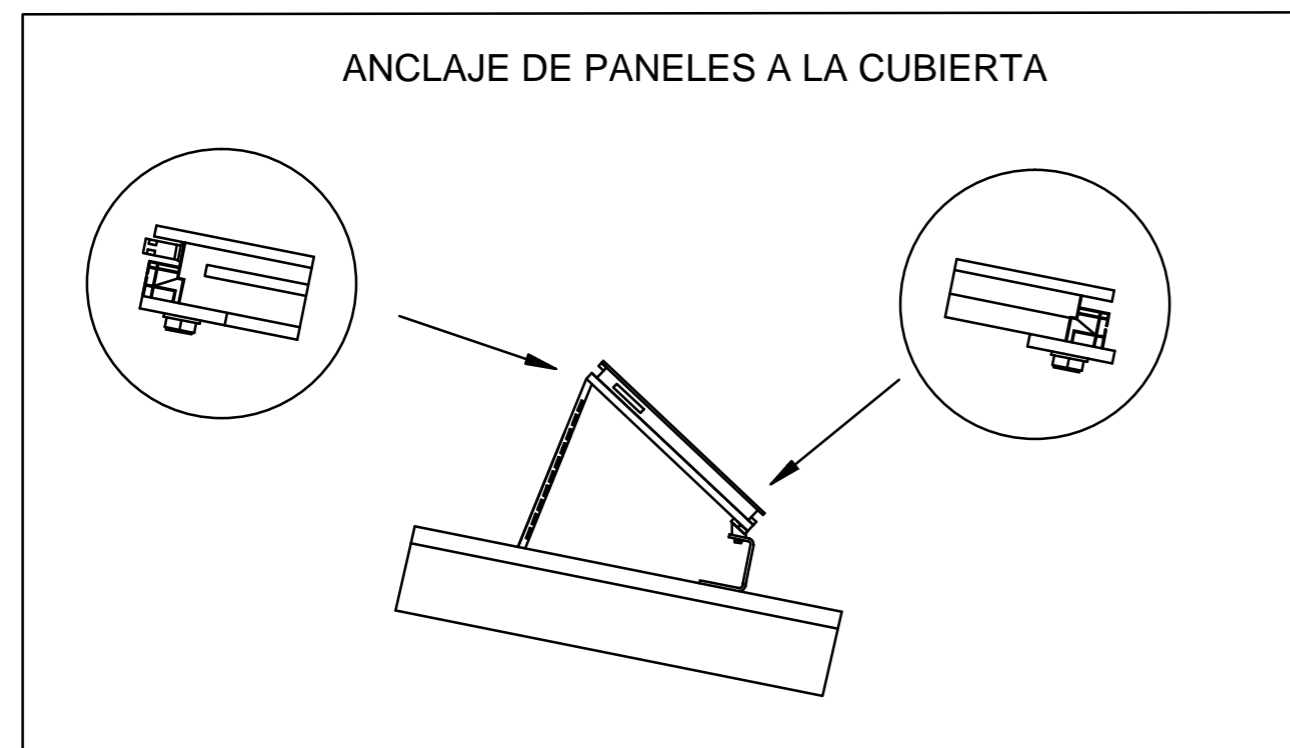
LEYENDA RECOGIDA DE PLUVIALES	
	Tubería de Recogida de Aguas
	Bajante de Pluviales
	Arqueta a Pie de Bajante (Pluviales)
	Arqueta de Paso

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
RECOGIDA DE PLUVIALES PB		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 34
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		

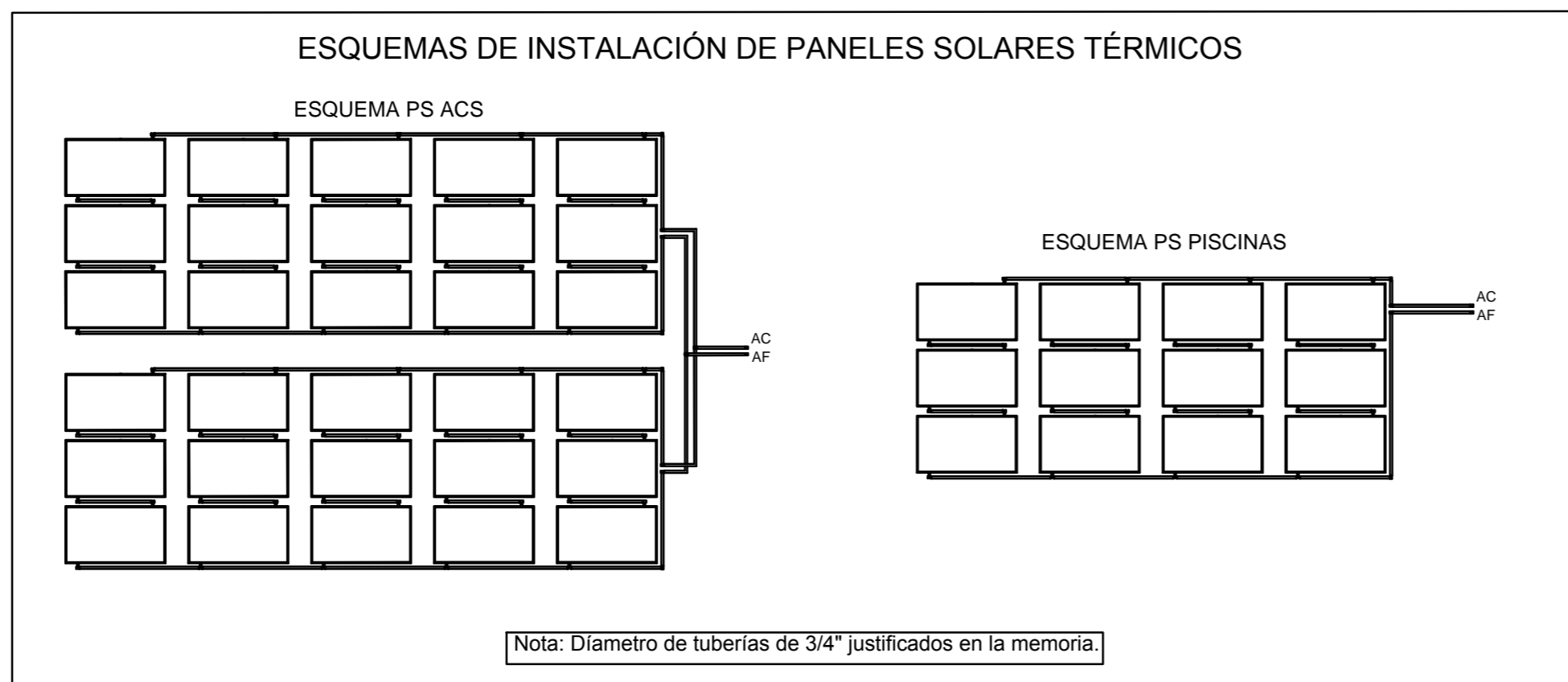
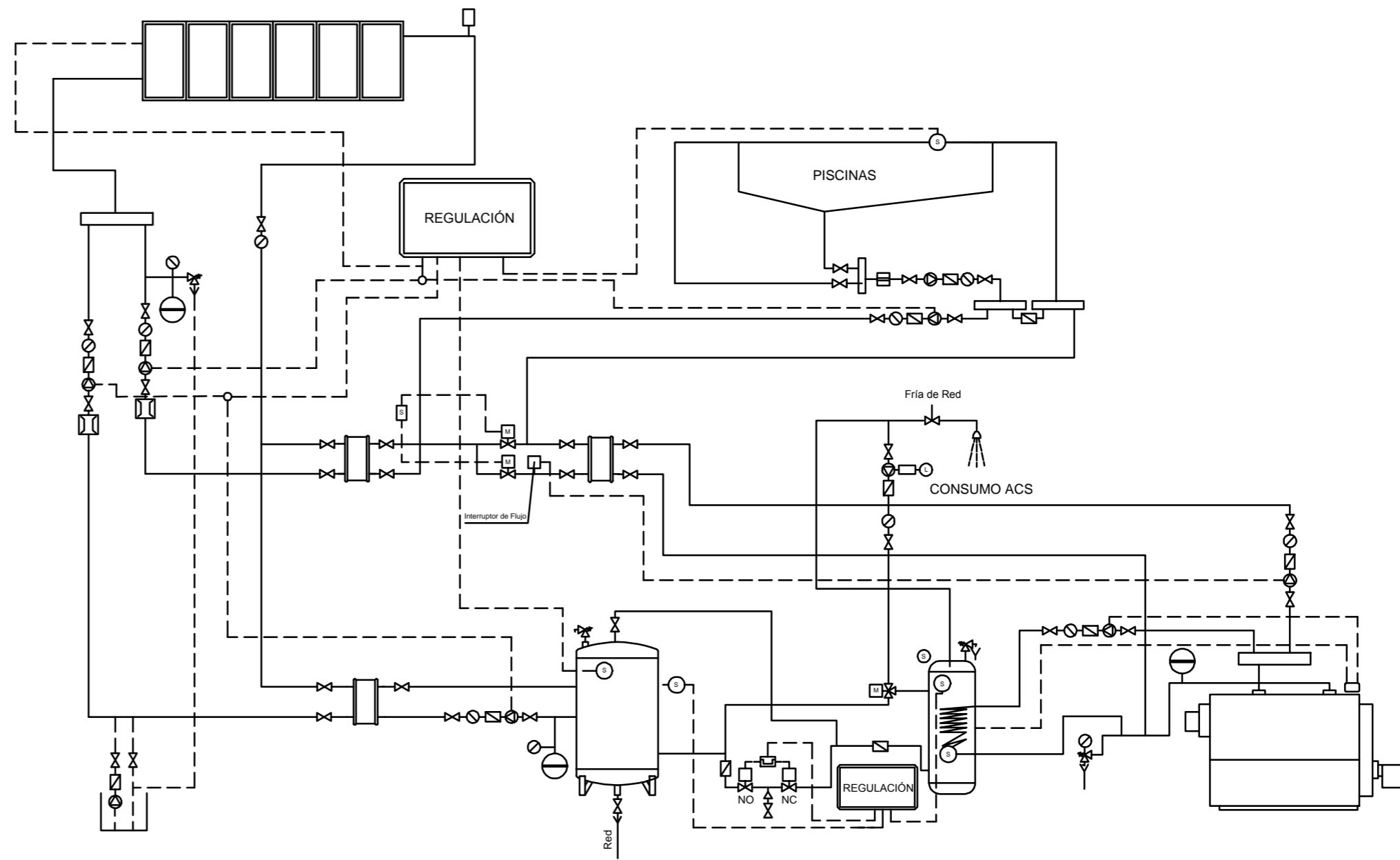


LEYENDA RECOGIDA DE PLUVIALES	
	Tubería de Recogida de Aguas
	Bajante de Pluviales
	Arqueta a Pie de Bajante (Pluviales)
	Arqueta de Paso

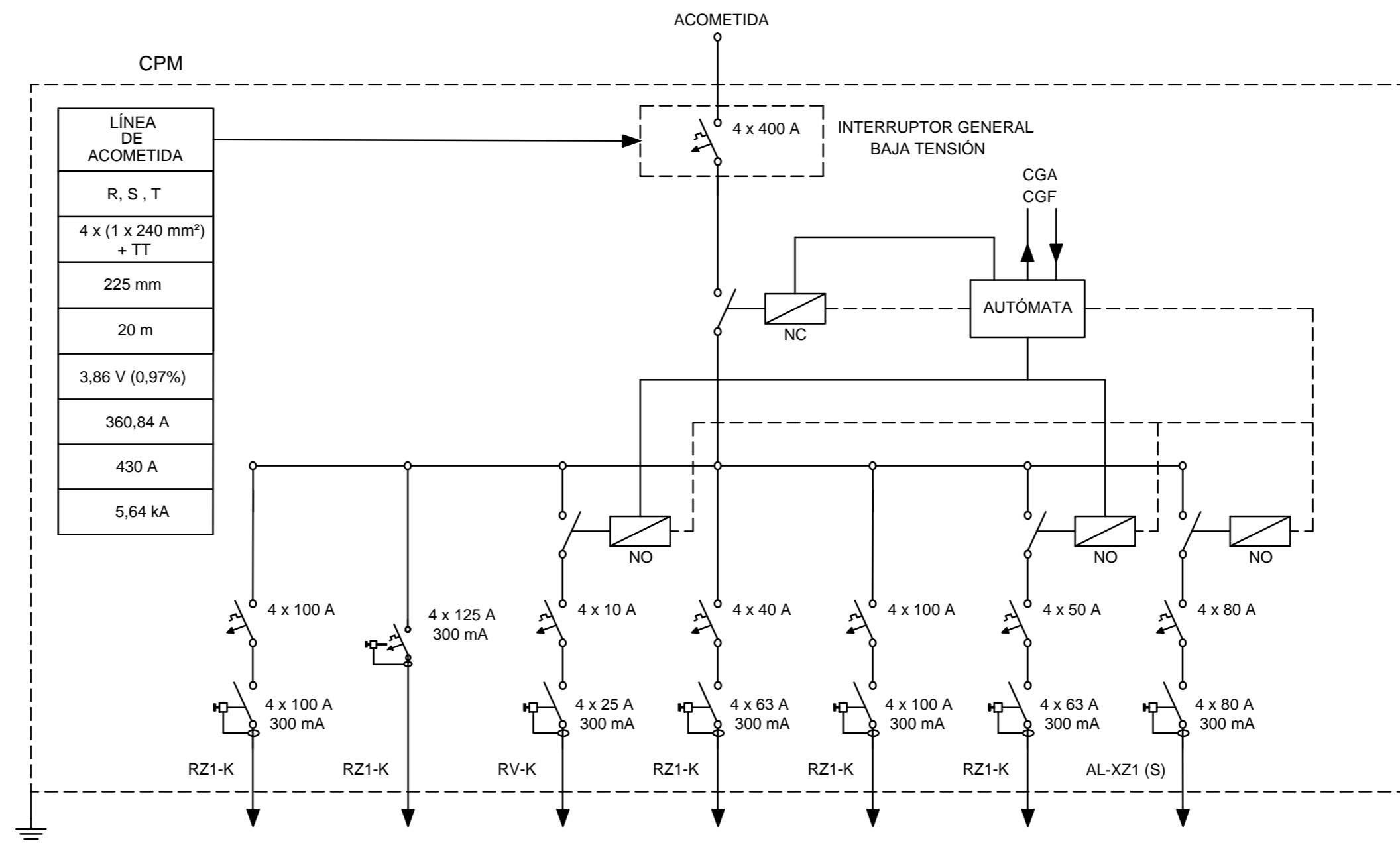
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
RECOGIDA DE PLUVIALES PISTAS DE PÁDEL		ESCALA: 1:100
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 35
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



LEYENDA SOLAR TÉRMICA			
/	Paneles Solares Térmicos	□	Purgador
	Paneles Solares Térmicos	⊙	Bomba de Circulación
□	Acumulador Solar Térmico	⊗	Válvula de Corte Esférico
□	Acumulador de Caldera de Apoyo	⚠	Válvula de Seguridad
□	Caldera de Apoyo	⏪	Válvula Anti-Retorno
□	Intercambiador de Placas	⊗	Válvula de Tres Vías
⊙	Vaso de Expansión	M	Válvula Motorizada
□	Regulador de Caudal	S	Sensores



UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA SOLAR TÉRMICA		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 36



Nota: La Activación del Filtro de Secuencia será por consumo de iluminación en las pistas de tenis para una franja horaria específica. Este permanecerá desactivado en caso de corte de suministro principal ya que sólo se alimentarán los servicios imprescindibles.

Nota: El automático en caso de corte de suministro, activará el suministro auxiliar por medio del grupo electrógeno. Este activará el alumbrado de emergencia y alimentará a los cuadros considerados más importantes, cerrando el resto por medio de contactos NC.

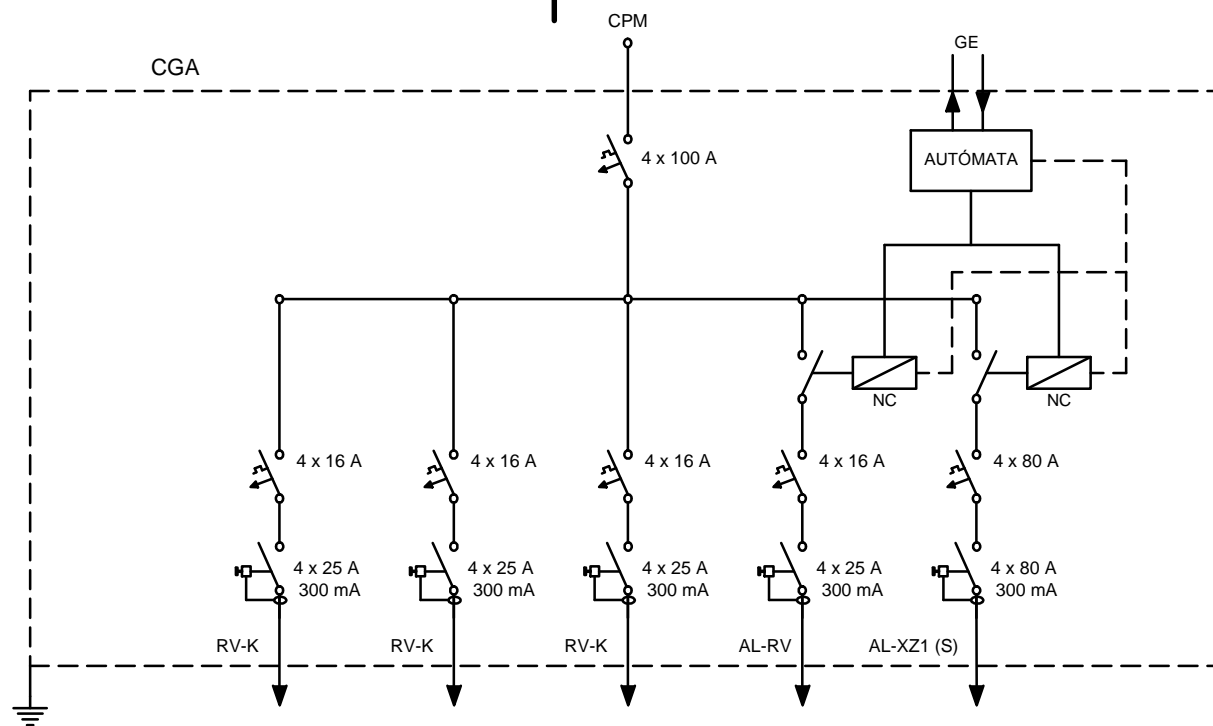
Nota: Los cortocircuitos indicados en los esquemas unifilares serán los cortocircuitos calculados en las líneas, que serán coincidentes con los cuadros alimentados aguas abajo.

Nota: Se ha tomado el criterio de instalación de bloques diferenciales VIGI para intensidades superiores a 100 A.

	CGA	CGF	ALUMBRADO DE EMERGENCIA	GENERACIÓN HÍBRIDA	FILTRO CONDENSADOR	FILTRO DE SECUENCIA	GRUPO ELECTRÓGENO
NOMBRE DE LA LÍNEA	LCGA	LCGF	LAE	LGH	LFC	LFS	LGE
MONTAJE	B1	B1	B1	B1	B1	B1	Subterráneo
FASE	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
SECCIÓN CONDUCTORES	4 x (1 x 25 mm ²) + TT	4 x (1 x 35 mm ²) + TT	4 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	4 x (1 x 6 mm ²) + TT	4 x (1 x 25 mm ²) + TT	4 x (1 x 10 mm ²) + TT	4 x (1 x 50 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	40 mm	50 mm	16 mm	25 mm	32 mm	32 mm	110 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	0,50 m	0,50 m	0,50 m	0,50 m	0,50 m	0,50 m	21,50 m
CAIDA DE TENSIÓN	0,28 V (0,07%)	0,20 V (0,05%)	0,07 V (0,02%)	0,08 V (0,02%)	0,36 V (0,09%)	0,35 V (0,09%)	5,51 V (1,50%)
INTENSIDAD	88,64 A	101,49 A	1,24 A	37,89 A	72,17 A	43,40 A	63,51 A
INTENSIDAD MÁXIMA	106 A	131 A	18 A	44 A	106 A	60 A	180 A
INTENSIDAD CORTOCIRCUITO	5,62 kA	5,62 kA	5,42 kA	5,64 kA	5,62 kA	5,63 kA	4,88 kA

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Bloque Diferencial VIGI (BV).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

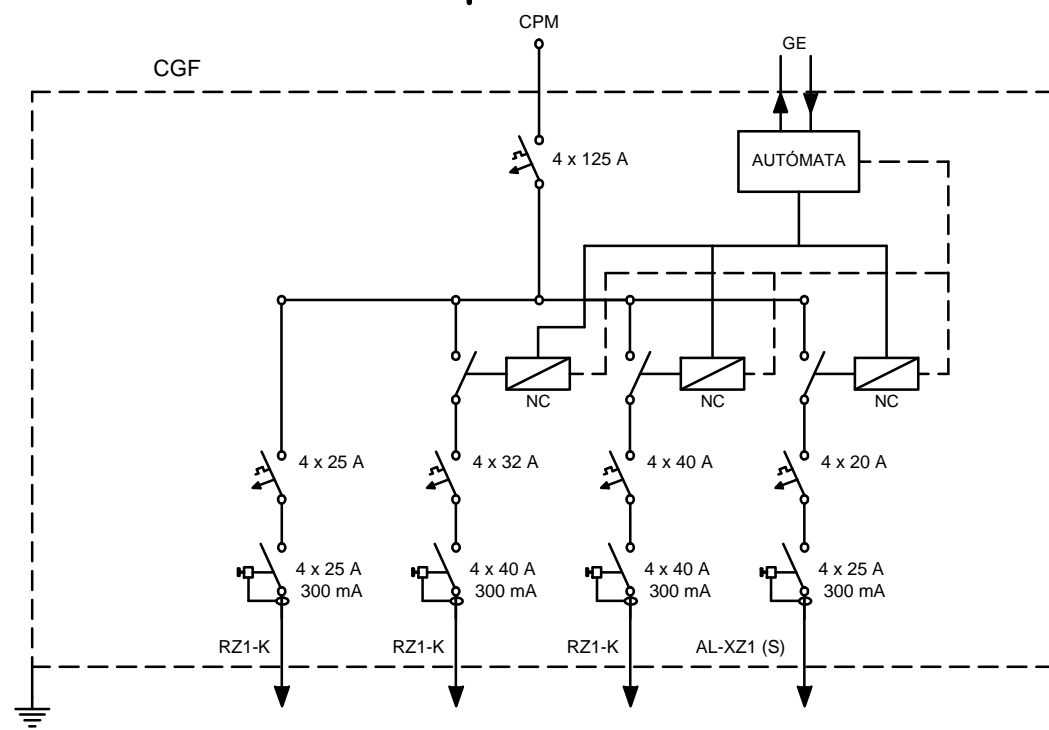
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ESQUEMA UNIFILAR CPM		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 37
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



	CSA 1	CSA 2	CSA 3	CSA 4	CSA 5
NOMBRE DE LA LÍNEA	LCA 1	LCA 2	LCA 3	LCA 4	LCA 5
MONTAJE	A1	A1	A1	Subterráneo	Subterráneo
FASE	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
SECCIÓN CONDUCTORES	4 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	4 x (1 x 4 mm ²) + TT	4 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	4 x (1 x 35 mm ²) + TT	4 x (1 x 120 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	25 mm	20 mm	90 mm	160 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	4,25 m	22,50 m	11,50 m	29,75 m	29,75 m
CAIDA DE TENSIÓN	0,44 V (0,11%)	3,46 V (0,86%)	3,10 V (0,78%)	3,19 V (0,80%)	3,90 V (0,98%)
INTENSIDAD	1,63 A	3,83 A	4,20 A	14,86 A	69,28 A
INTENSIDAD MÁXIMA	22 A	30 A	22 A	150 A	295 A
INTENSIDAD CORTOCIRCUITO	3,95 kA	1,82 kA	2,14 kA	4,20 kA	5,02 kA

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Bloque Diferencial VIGI (BV).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

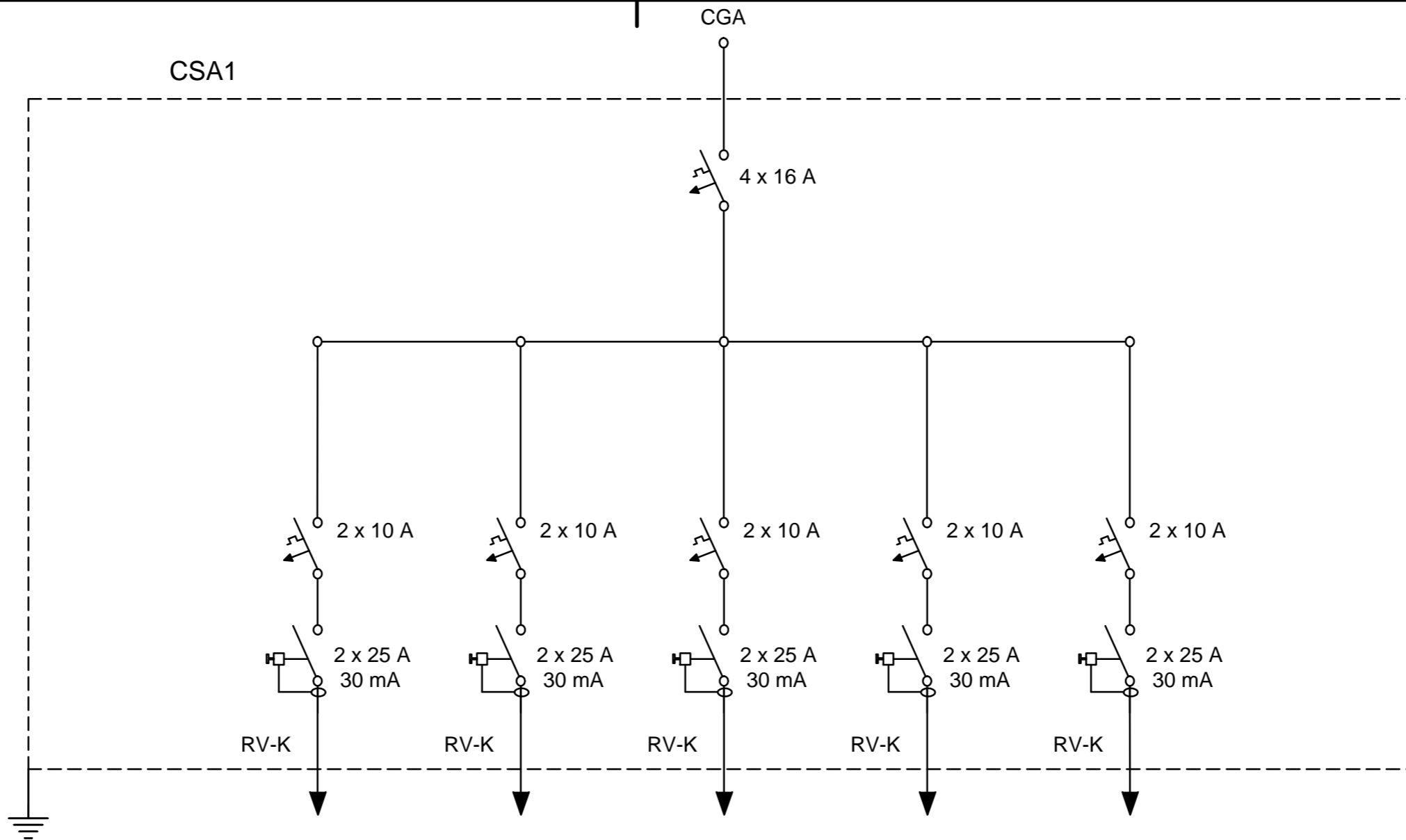
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ESQUEMA UNIFILAR CGA		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 38
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



	CSF 1	CSF 2	CSF 3	CSF 4
NOMBRE DE LA LÍNEA	LCF 1	LCF 2	LCF 3	LCF 4
MONTAJE	A1	A1	A1	Subterráneo
FASE	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
SECCIÓN CONDUCTORES	4 x (1 x 10 mm ²) + TT	4 x (1 x 10 mm ²) + TT	4 x (1 x 10 mm ²) + TT	4 x (1 x 16 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	32 mm	32 mm	32 mm	63 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	4,25 m	22,50 m	11,50 m	31,25 m
CAIDA DE TENSIÓN	1,38 V (0,34%)	7,91 V (1,98%)	5,98 V (1,49%)	5,83 V (1,46%)
INTENSIDAD	23,74 A	25,76 A	38,07 A	13,91 A
INTENSIDAD MÁXIMA	50 A	50 A	50 A	97 A
INTENSIDAD CORTOCIRCUITO	5,27 kA	3,47 kA	4,51 kA	2,87 kA

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

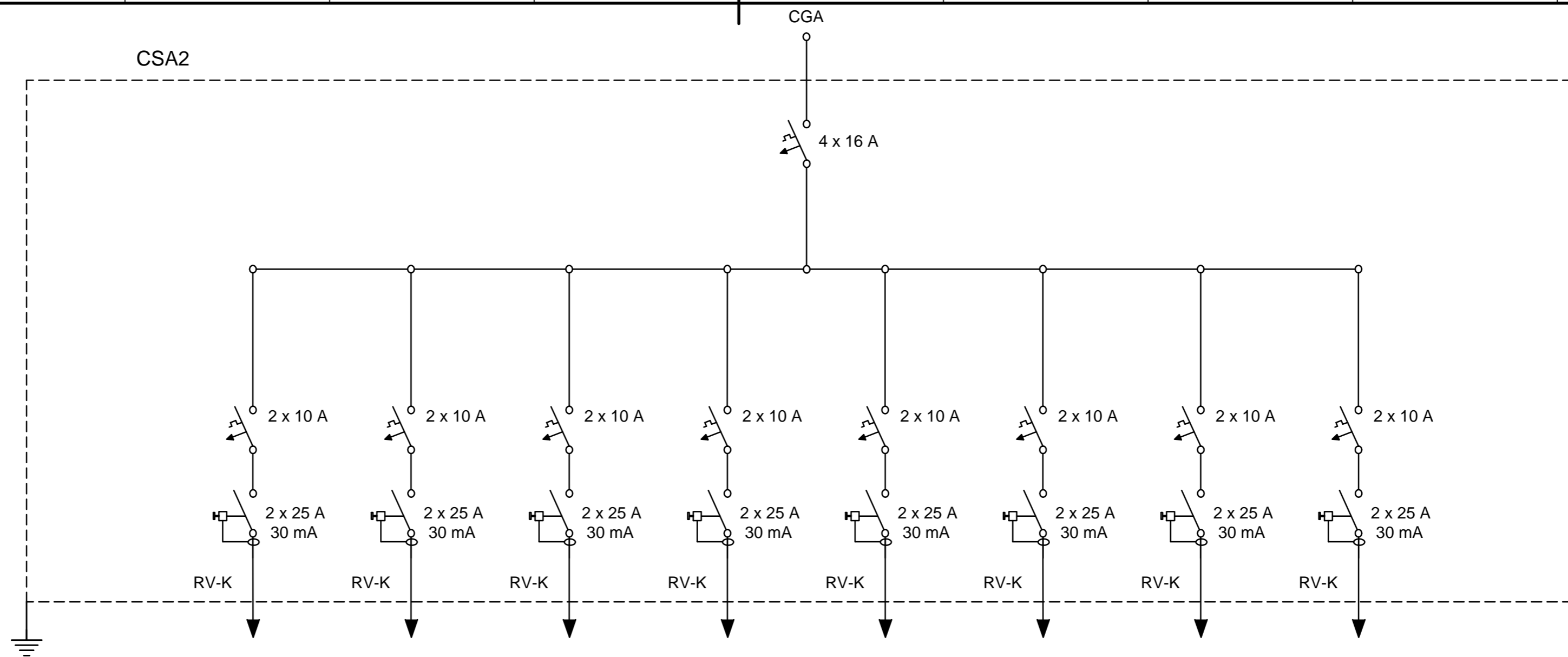
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ESQUEMA UNIFILAR CGF		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 39
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



	Cuarto de Contadores	Cuarto de Limpieza	Oficina	Pasillo Principal	Recepcion
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA 1-1	LA 1-2	LA 1-3	LA 1-4	LA 1-5
MONTAJE	A1	A1	A1	A1	A1
FASE	R	S	S	T	S
SECCIÓN CONDUCTORES	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	11 m	26 m	29 m	24,25 m	38,75 m
CAIDA DE TENSIÓN	0,31 V (0,13%)	0,24 V (0,10%)	3,73 V (1,62%)	3,51 V (1,53%)	1,50 V (0,65%)
INTENSIDAD	0,39 A	0,13 A	1,81 A	2,03 A	0,54 A
INTENSIDAD MÁXIMA	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

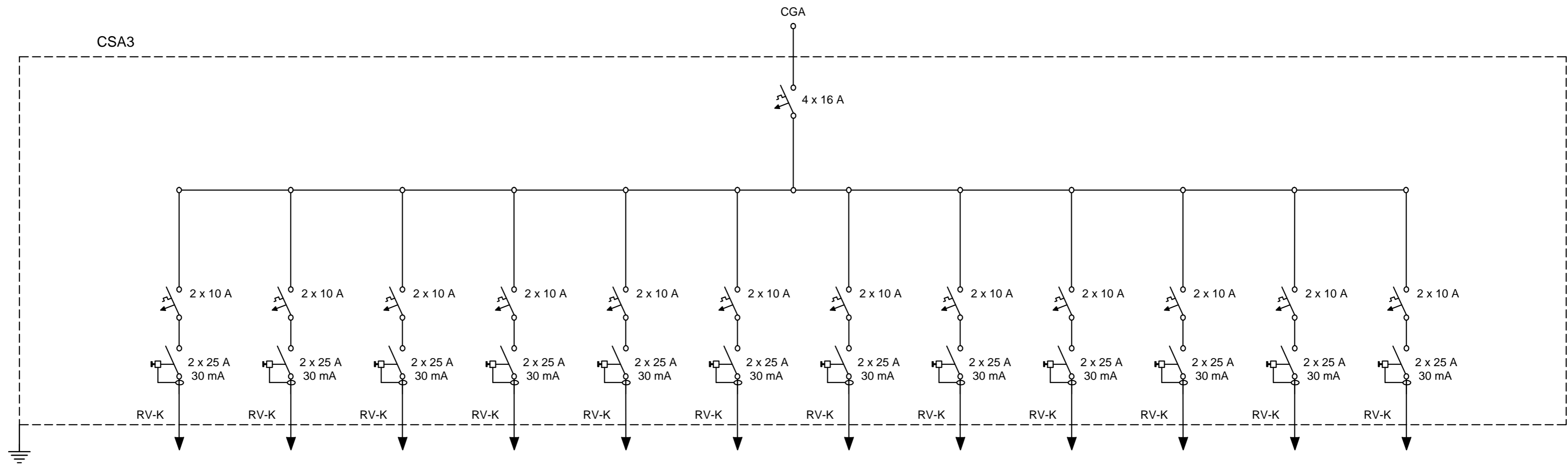
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ESQUEMA UNIFILAR CSA1		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 40
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



	Almacen	Baño Femenino Cafeteria	Baño Maculino Cafeteria	Cafeteria (Fase R)	Cafeteria (Fase S)	Cafeteria (Fase T)	Cocina	Cuarto de Basuras
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA 2-1	LA 2-2	LA 2-3	LA 2-4	LA 2-5	LA 2-6	LA 2-7	LA 2-8
MONTAJE	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
FASE	R	R	T	R	S	T	T	R
SECCIÓN CONDUCTORES	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	25 m	36,75 m	32,50 m	29,25 m	29,25 m	29,25 m	15 m	16,50 m
CAIDA DE TENSIÓN	1,16 V (0,50%)	2,18 V (0,95%)	1,93 V (0,84%)	3,23 V (1,40%)	3,23V (1,40%)	3,23 V (1,40%)	4,38 V (1,90%)	0,53 V (0,23%)
INTENSIDAD	0,65 A	0,83 A	0,83 A	1,55 A	1,55 A	1,55 A	4,10 A	0,45 A
INTENSIDAD MÁXIMA	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

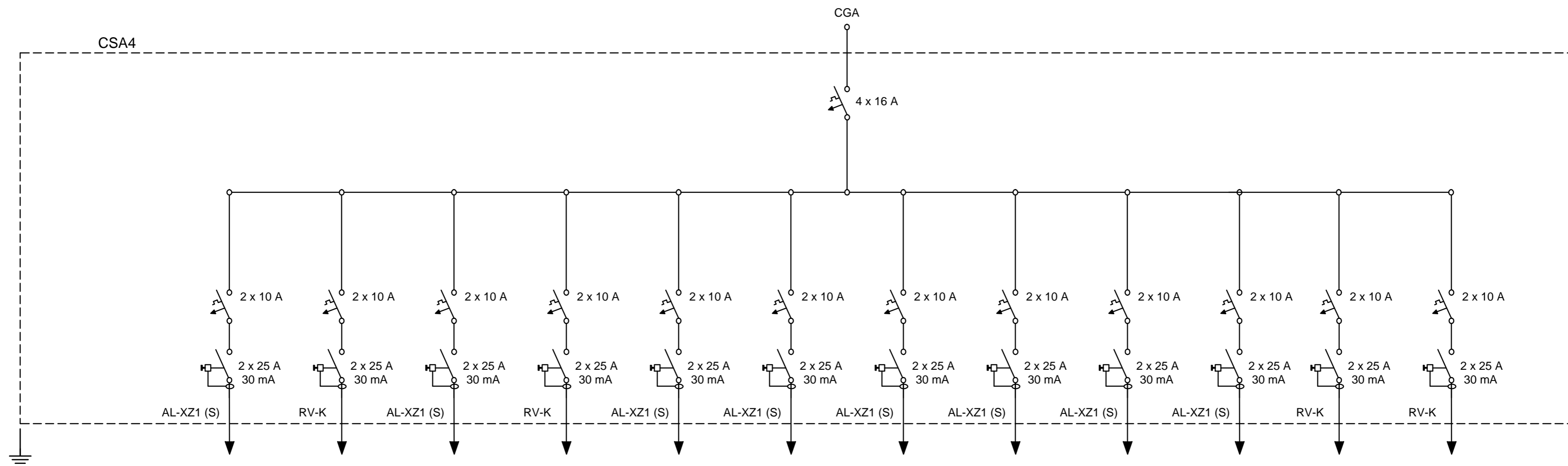
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CSA2		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 41



	Almacen Mat. Deportivo	Escaleras	Gimnasio (Fase R)	Gimnasio (Fase S)	Gimnasio (Fase T)	Pasillo Inferior	Vestuario Femenino Interior	Vestuario Masculino Interior	Zona Baile	Zona Spa (Fase R)	Zona Spa (Fase S)	Zona Spa (Fase T)
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA 3-1	LA 3-2	LA 3-3	LA 3-4	LA 3-5	LA 3-6	LA 3-7	LA 3-8	LA 3-9	LA 3-10	LA 3-11	LA 3-12
MONTAJE	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
FASE	T	T	R	S	T	S	S	R	S	R	S	T
SECCIÓN CONDUCTORES	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm	16 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	16,25 m	27,50 m	26 m	26 m	26 m	16,75 m	26 m	28,50 m	20,25 m	29,75 m	29,75 m	29,75 m
CAIDA DE TENSIÓN	0,38V (0,16%)	0,89 V (0,39%)	1,61 V (0,70%)	1,61 V (0,70%)	1,61 V (0,70%)	1,04 V (0,45%)	3,86 V (1,68%)	4,23 V (1,84%)	1,25 V (0,54%)	2,35 V (1,02%)	2,35 V (1,02%)	2,35 V (1,02%)
INTENSIDAD	0,33 A	0,46 A	0,87 A	0,87 A	0,87 A	0,87 A	2,09 A	2,09 A	0,87 A	1,11 A	1,11 A	1,11 A
INTENSIDAD MÁXIMA	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A	16 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

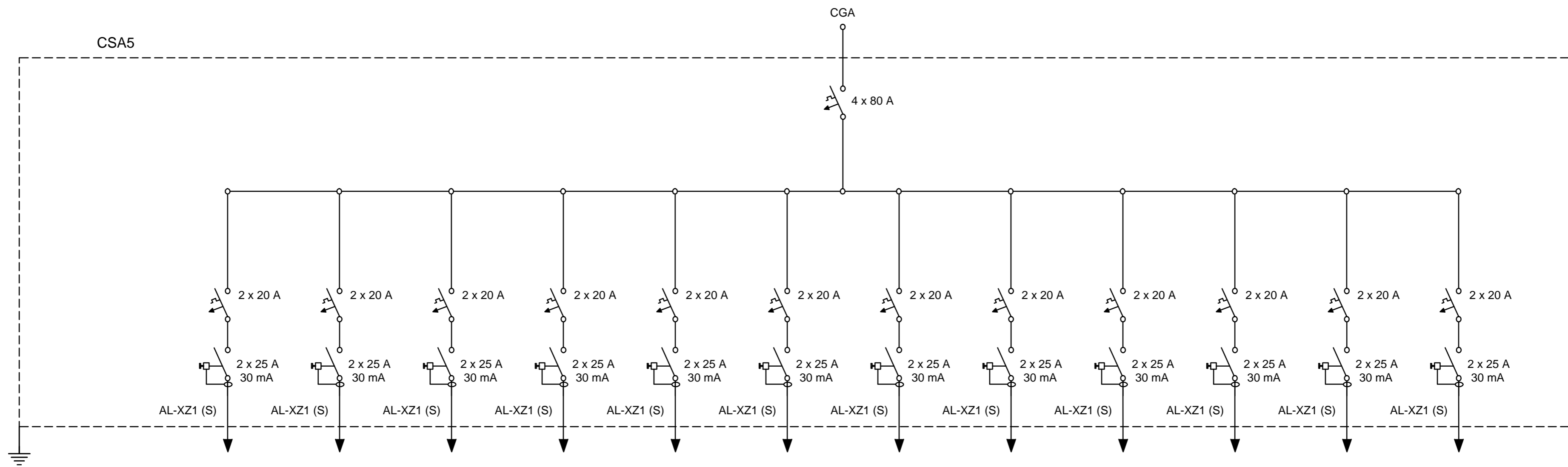
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A109
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CSA3		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 42



	Cuarto de Instalaciones	Enfermería	Grupo Electrogenero	Pasillo Vestuarios Exteriores	Pistas de Padel (Fase R ₁)	Pistas de Padel (Fase R ₂)	Pistas de Padel (Fase S ₁)	Pistas de Padel (Fase S ₂)	Pistas de Padel (Fase T ₁)	Pistas de Padel (Fase T ₂)	Vestuario Femenino Exterior	Vestuario Masculino Exterior
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA 4-1	LA 4-2	LA 4-3	LA 4-4	LA 4-5	LA 4-6	LA 4-7	LA 4-8	LA 4-9	LA 4-10	LA 4-11	LA 4-12
MONTAJE	Subterráneo	A1	Subterráneo	A1	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	A1	A1
FASE	R	R	T	R	R	R	S	S	T	T	S	R
SECCIÓN CONDUCTORES	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 1,5 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	63 mm	16 mm	63 mm	16 mm	63 mm	63 mm	63 mm	63 mm	63 mm	63 mm	16 mm	16 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	48,75 m	14,25 m	54,25 m	14,25 m	55,25 m	55,25 m	55,25 m	55,25 m	55,25 m	55,25 m	22,25 m	26,75 m
CAIDA DE TENSIÓN	0,33 V (0,14%)	0,99 V (0,43%)	0,37 V (0,16%)	0,22 V (0,10%)	3,67 V (1,60%)	3,67 V (1,60%)	3,67 V (1,60%)	3,67 V (1,60%)	3,67 V (1,60%)	3,67 V (1,60%)	3,30 V (1,44%)	3,97 V (1,73%)
INTENSIDAD	0,65 A	0,98 A	0,65 A	0,22 A	6,35 A	6,35 A	6,35 A	6,35 A	6,35 A	6,35 A	2,09 A	2,09 A
INTENSIDAD MÁXIMA	97 A	16 A	97 A	16 A	97 A	97 A	97 A	97 A	97 A	97 A	16 A	16 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

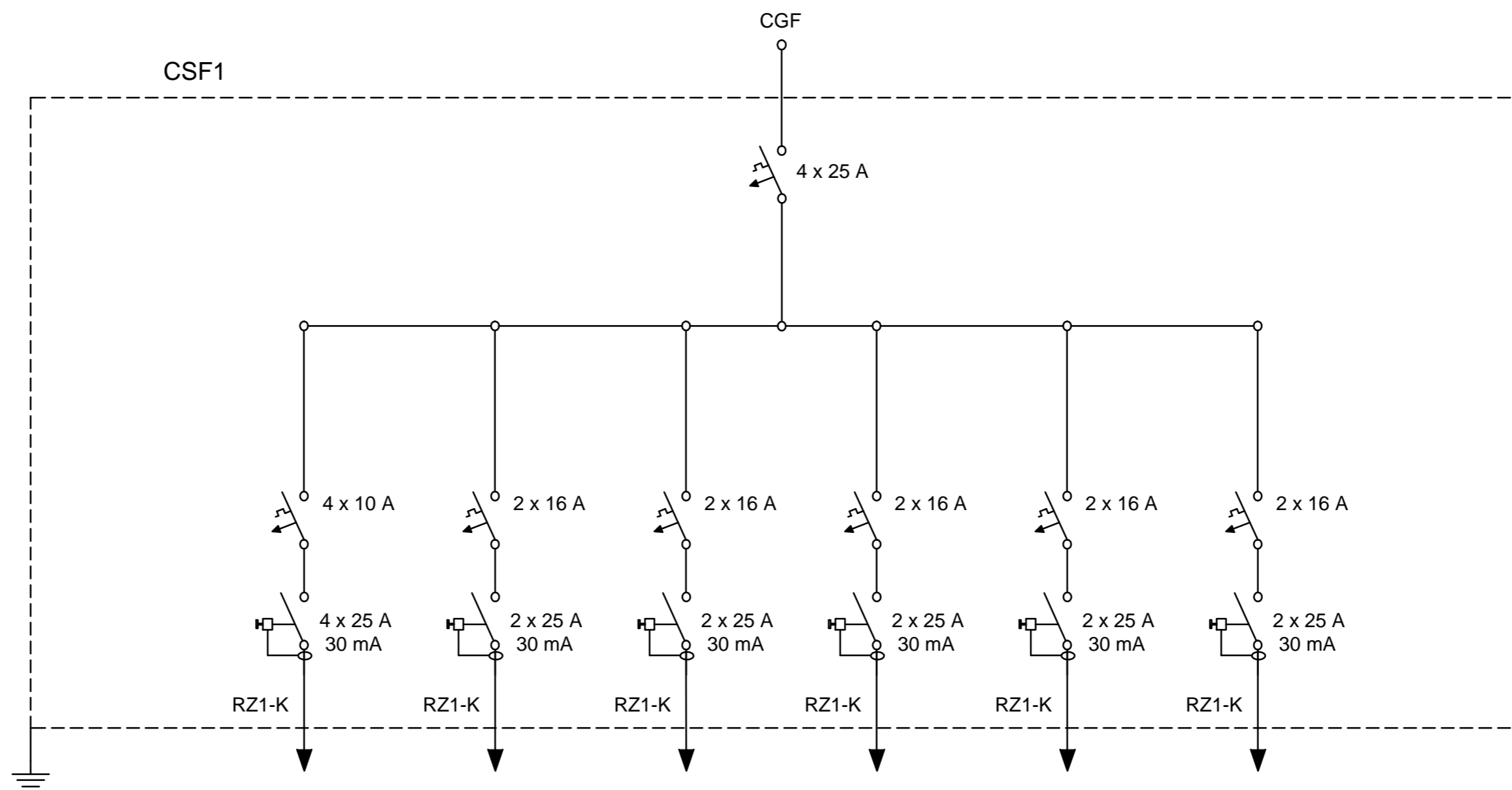
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A109
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CSA4		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 43



	Pistas de Tenis (Fase R ₁)	Pistas de Tenis (Fase R ₂)	Pistas de Tenis (Fase R ₃)	Pistas de Tenis (Fase R ₄)	Pistas de Tenis (Fase S ₁)	Pistas de Tenis (Fase S ₂)	Pistas de Tenis (Fase S ₃)	Pistas de Tenis (Fase S ₄)	Pistas de Tenis (Fase T ₁)	Pistas de Tenis (Fase T ₂)	Pistas de Tenis (Fase T ₃)	Pistas de Tenis (Fase T ₄)
NOMBRE DE LA LÍNEA	LA 5-1	LA 5-2	LA 5-3	LA 5-4	LA 5-5	LA 5-6	LA 5-7	LA 5-8	LA 5-9	LA 5-10	LA 5-11	LA 5-12
MONTAJE	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo
FASE	R	R	R	R	S	S	S	S	T	T	T	T
SECCIÓN CONDUCTORES	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT	2 x (1 x 25 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm	90 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m	43,50 m
CAIDA DE TENSION	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)	4,56 V (1,98%)
INTENSIDAD	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A	17,39 A
INTENSIDAD MÁXIMA	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A	125 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

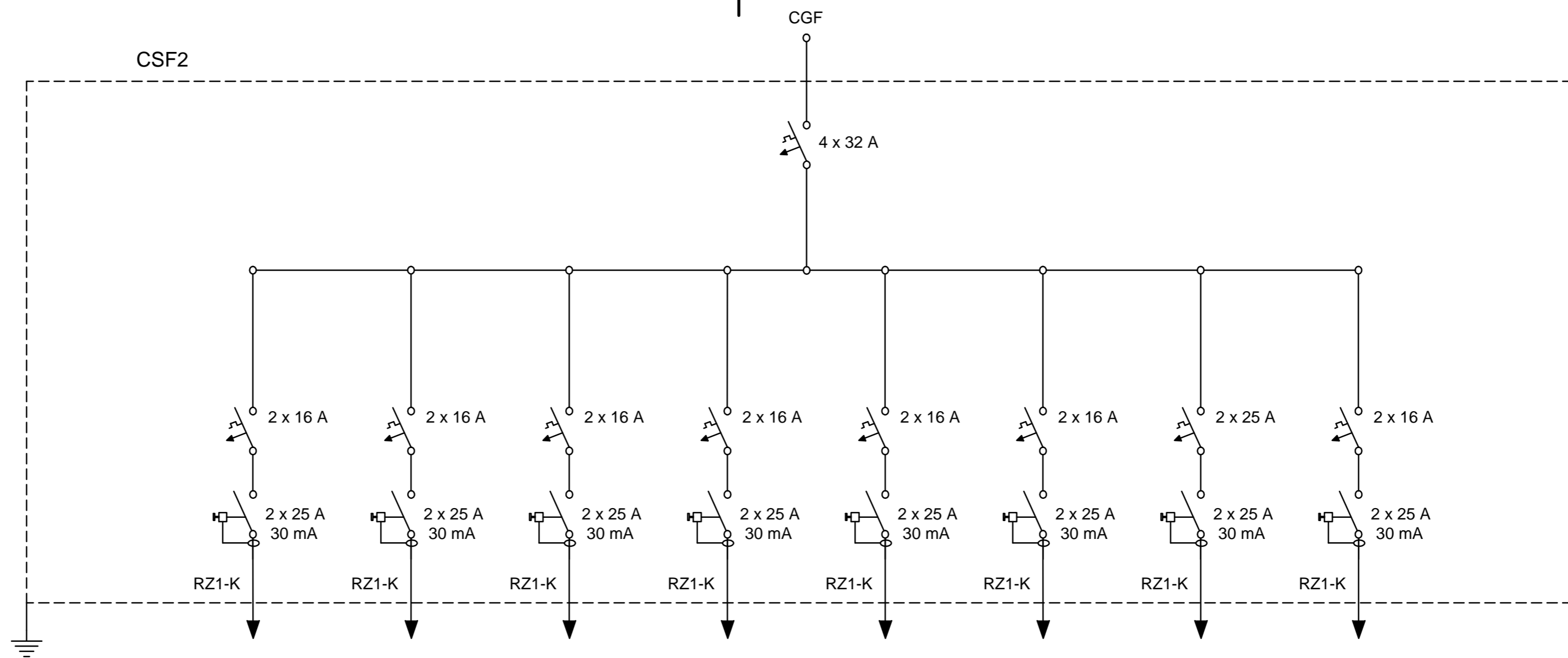
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A109
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CSA5		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 44



	Ascensor	Cuarto de Contadores	Cuarto de Limpieza	Oficina	Pasillo Principal	Recepcion
NOMBRE DE LA LÍNEA	LF 1-1	LF 1-2	LF 1-3	LF 1-4	LF 1-5	LF 1-6
MONTAJE	A1	A1	A1	A1	A1	A1
FASE	R, S, T	R	S	S	T	S
SECCIÓN CONDUCTORES	4 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 6 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	25 mm	20 mm	20 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	11,50 m	11,50 m	27 m	26,50 m	25 m	23,50 m
CAIDA DE TENSIÓN	6,24 V (1,56%)	1,34 V (0,58%)	3,13 V (1,36%)	6,41 V (2,78%)	5,80 V (2,52%)	6,82 V (2,96%)
INTENSIDAD	9,93 A	3,20 A	3,20 A	16 A	6,40 A	12,80 A
INTENSIDAD MÁXIMA	21 A	22 A	22 A	37 A	22 A	30 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

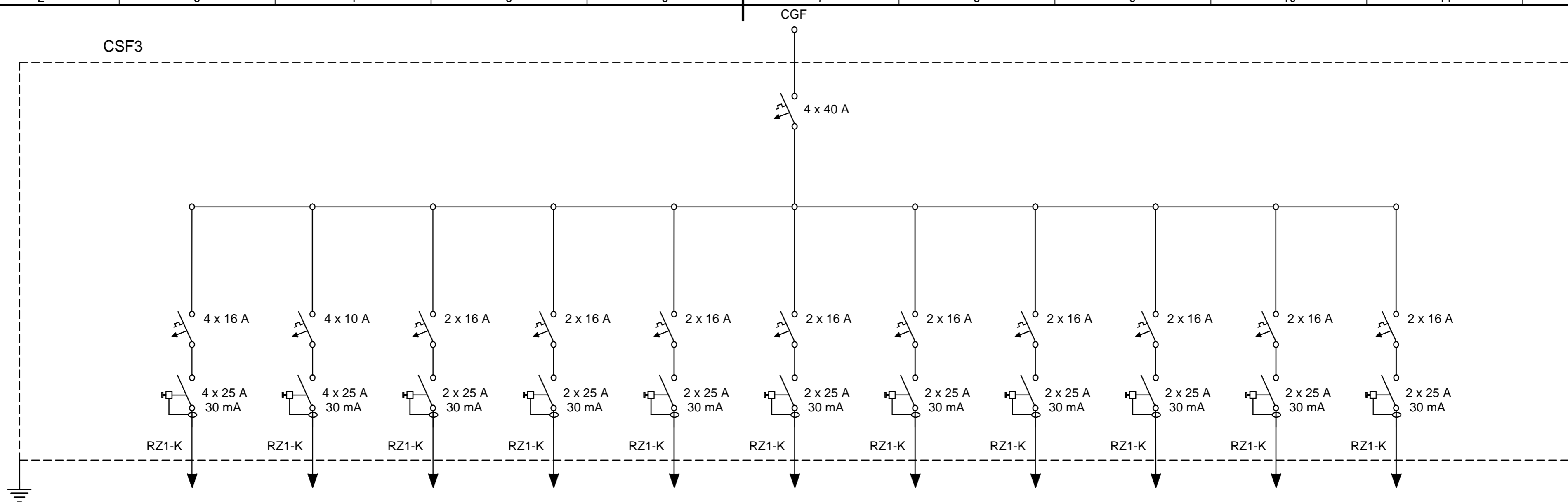
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ESQUEMA UNIFILAR CSF1		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 45
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



	Almacen	Baño Femenino Cafeteria	Baño Maculino Cafeteria	Cafeteria (Circuito 1)	Cafeteria (Circuito 2)	Cocina (Circuito 1)	Cocina (Circuito 2)	Cuarto de Basuras
NOMBRE DE LA LÍNEA	LF 2-1	LF 2-2	LF 2-3	LF 2-4	LF 2-5	LF 2-6	LF 2-7	LF 2-8
MONTAJE	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
FASE	R	R	T	R	T	T	T	R
SECCIÓN CONDUCTORES	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 6 mm ²) + TT	2 x (1 x 6 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	25 mm	25 mm	20 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	25,25 m	35,50 m	30,75 m	33,75 m	32,25 m	30,50 m	24,75 m	25,25 m
CAIDA DE TENSION	5,49 V (2,39%)	5,15 V (2,24%)	4,46 V (1,94%)	6,12 V (2,66%)	4,68 V (2,03%)	6,47 V (2,81%)	6,65 V (2,89%)	4,39 V (1,91%)
INTENSIDAD	9,60 A	6,40 A	6,40 A	8 A	6,40 A	16 A	20 A	4,80 A
INTENSIDAD MÁXIMA	30 A	30 A	30 A	30 A	30 A	37 A	37 A	22 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

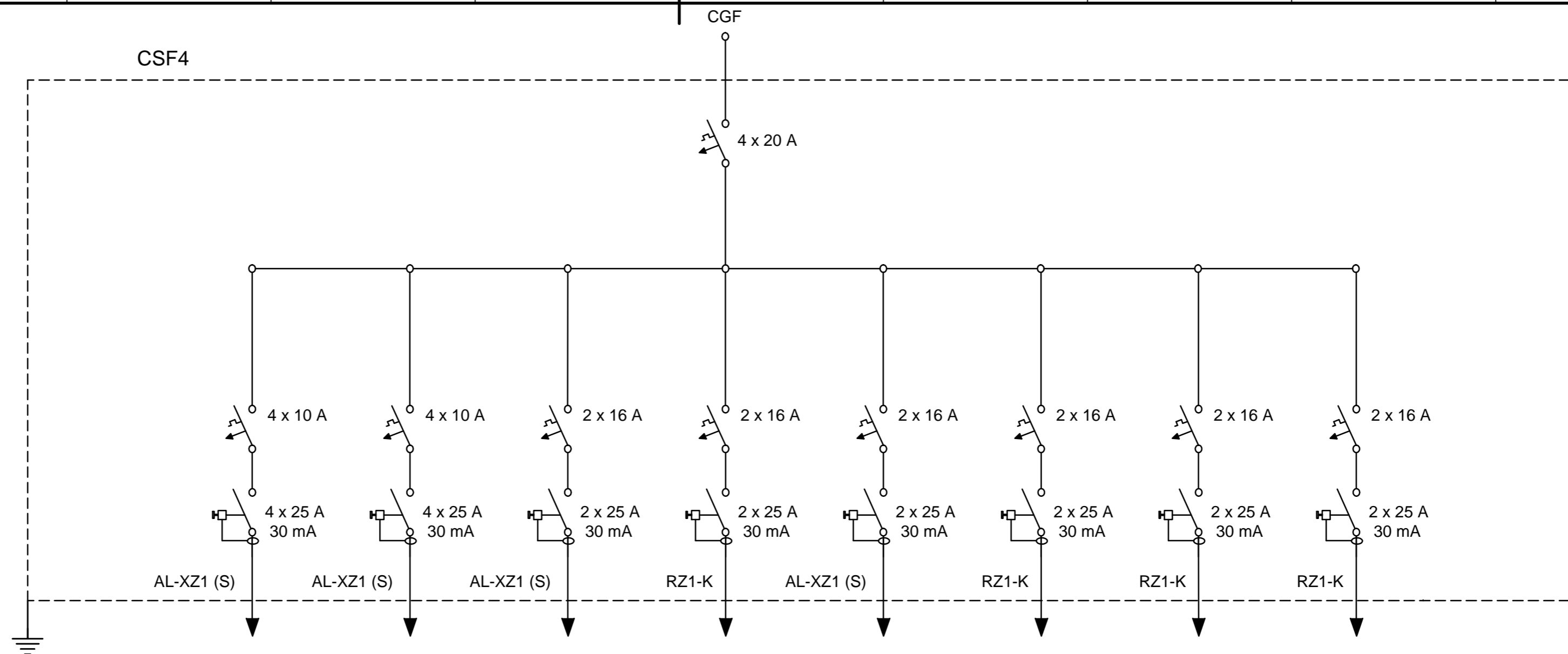
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG:		
DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO:		FECHA: JULIO-2015
ESQUEMA UNIFILAR CSF2		ESCALA: S/E
AUTOR:	FIRMA:	PLANO Nº: 46
CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN		



	Bombas Hidromasaje	Bomba Piscina	Almacen Mat. Deportivo	Escaleras	Gimnasio (Circuito 1)	Gimnasio (Circuito 2)	Pasillo Inferior	Vestuario Femenino Interior	Vestuario Masculino Interior	Zona Baile	Zona Spa
NOMBRE DE LA LÍNEA	LF 3-1	LF 3-2	LF 3-3	LF 3-4	LF 3-5	LF 3-6	LF 3-7	LF 3-8	LF 3-9	LF 3-10	LF 3-11
MONTAJE	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1	A1
FASE	R, S, T	R, S, T	T	T	R	S	S	S	R	S	T
SECCIÓN CONDUCTORES	4 x (1 x 4 mm ²) + TT	4 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 6 mm ²) + TT	2 x (1 x 6 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 4 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	25 mm	25 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm	20 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	21 m	30,25 m	16,75 m	26 m	25 m	25,25 m	34,25 m	33 m	35 m	25,50 m	20,25 m
CAIDA DE TENSION	9,13 V (2,28%)	2,81 V (0,70%)	2,91 V (1,27%)	3,02 V (1,31%)	6,04 V (2,63%)	6,10 V (2,65%)	6,21 V (2,70%)	4,79 V (2,08%)	5,08 V (2,21%)	4,44 V (1,93%)	4,12 V (1,79%)
INTENSIDAD	12,74 A	1,70 A	4,80 A	3,20 A	16 A	16 A	8 A	6,40 A	6,40 A	4,80 A	5,62 A
INTENSIDAD MÁXIMA	27 A	21 A	22 A	22 A	37 A	37 A	30 A	30 A	30 A	22 A	22 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA		TFG Nº: 770G02A109
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CSF3		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 47



	Bomba Pluviales	Bomba ACS	Cuarto de Instalaciones	Enfermeria	Grupo Electrogeno	Pasillo Vestuarios Exteriores	Vestuario Femenino Exterior	Vestuario Masculino Exterior
NOMBRE DE LA LÍNEA	LF 4-1	LF 4-2	LF 4-3	LF 4-4	LF 4-5	LF 4-6	LF 4-7	LF 4-8
MONTAJE	Subterráneo	Subterráneo	Subterráneo	A1	Subterráneo	A1	A1	A1
FASE	R, S, T	R, S, T	R	R	T	R	S	R
SECCIÓN CONDUCTORES	4 x (1 x 16 mm ²) + TT	4 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 16 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT	2 x (1 x 2,5 mm ²) + TT
Ø TUBO DE PROTECCIÓN	63 mm	63 mm	63 mm	20 mm	63 mm	20 mm	20 mm	20 mm
LONGITUD DE LA LÍNEA	30,25 m	15,50 m	56,50 m	17,75 m	52,50 m	11 m	29,25 m	29,50 m
CAIDA DE TENSIÓN	0,86 V (0,22%)	0,35 V (0,09%)	2,41 V (1,05%)	3,09 V (1,34%)	2,24 V (0,97%)	1,28 V (0,56%)	6,79 V (2,95%)	6,84 V (2,98%)
INTENSIDAD	2,12 A	1,70 A	4,80 A	4,80 A	4,80 A	3,20 A	6,40 A	6,40 A
INTENSIDAD MÁXIMA	97 A	97 A	97 A	22 A	97 A	22 A	22 A	22 A

LEYENDA UNIFILARES	
	Pequeño Interruptor Automático (PIA).
	Interruptor Diferencial (ID).
	Puesta a Tierra (PAT).
NOTA: Todos los elementos presentarán curva de disparo C.	

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA		TFG Nº: 770G02A109
TÍTULO DEL TFG: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR CSF4		FECHA: JULIO-2015
AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN	FIRMA:	ESCALA: S/E
		PLANO Nº: 48

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

PLIEGO DE CONDICIONES

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DE PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 OBJETO	4
5.1.1 Objeto del pliego	4
5.1.2 Documentación del contrato de obra	4
5.1.3 Compatibilidad y prelación entre documentos	5
5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	6
5.2.1 Disposiciones Generales	6
5.2.2 Contratos	8
5.2.3 Seguros	8
5.2.4 Garantías	9
5.2.5 Recepción de las instalaciones	9
5.2.6 Final	9
5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS	10
5.3.1 Obligaciones del contratista	10
5.3.2 Obligaciones de los operarios	11
5.3.3 Medios auxiliares e impuestos	12
5.3.4 Materiales	12
5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato	12
5.3.6 Subcontratación de obras	12
5.3.7 Seguro de incendios	13
5.3.8 Plazo de ejecución de las obras	13
5.3.9 Sanciones por retraso de las obras	13
5.3.10 Cesión de traspaso	14

5.3.11 Atribuciones de la dirección de la obra	14
5.3.12 Documentación complementaria	14
5.3.13 Liquidaciones parciales	14
5.3.14 Recepción provisional	14
5.3.15 Plazo de garantía de las obras	15
5.3.16 Recepción definitiva	15
5.3.17 Libro de órdenes	16
5.3.18 Datos de la obra	16
5.3.19 Trabajos no previstos	17
5.3.20 Facilidades para inspección	17
5.3.21 Certificados y documentación	17
5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades públicas	18
5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista	18
5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento	18
5.3.25 Seguridad en el trabajo	19
5.3.26 Seguridad pública	20
5.3.27 Rescisión del contrato	20
5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	21
5.4.1 Objeto	21
5.4.2 Campo de aplicación	21
5.4.3 Condiciones generales	21
5.4.3.1 Calidad de los materiales	21
5.4.3.2 Pruebas y ensayos de los materiales	21
5.4.3.3 Materiales no consignados en el proyecto	21
5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución	22
5.4.4 Normas	22

5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales	22
5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación	23
5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones	23
5.4.5 Condiciones a cumplir por las unidades de obra	24
5.4.5.1 Centro de transformación	24
5.4.5.2 Instalación de baja tensión	28
5.4.5.3 Instalaciones en locales mojados	51
5.4.5.4 Aparamenta	52
5.5 DISPOSICIÓN FINAL	53

PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 OBJETO

5.1.1 Objeto del pliego

El pliego de condiciones se define como el documento que especifica las condiciones técnico-facultativas para la ejecución de las obras, determinando con carácter general las obligaciones de las partes que intervienen en el proceso de ejecución del presente proyecto. El pliego de condiciones generales define con un carácter genérico los aspectos de las obras y las relaciones habituales entre sus agentes.

Este pliego de condiciones tiene por objeto determinar las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las actividades de montaje de las instalaciones objeto del proyecto. Se refieren al suministro y colocación de los materiales necesarios en la instalación, fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que correspondan según el contrato y legislación aplicables a la propiedad, el contratista, sus técnicos y encargados y los servicios a ella vinculados, así como las relaciones entre todos ellos, y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del Contrato de Obras.

5.1.2 Documentación del contrato de obra

Integran el Contrato los siguientes documentos relacionados por orden de relación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el Contrato de empresa o Arrendamiento de Obra, si existiera.
- Los Planos.
- El Pliego de Condiciones.
- El Presupuesto.
- La Memoria.

En las Obras que lo requieran, también formarán parte el Estudio de Seguridad y Salud, y el Anexo de Control de Calidad de la Edificación.

Deberá incluir las condiciones y delimitación de los campos de actuación de laboratorios y entidades de Control de Calidad, si la Obra lo requiriese.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de la Obra se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

5.1.3 Compatibilidad y prelación entre documentos

En caso de contradicciones e incompatibilidades entre los documentos del presente proyecto se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Los planos tienen prelación sobre los demás documentos del proyecto en lo que a dimensionado se refiere, en caso de incompatibilidad entre los mismos.
- El pliego de condiciones técnicas tiene prelación sobre los demás en lo que se refiere a materiales a emplear, ejecución, medición y valoración de las obras.
- El presupuesto general tiene prelación sobre las diferentes partidas o presupuestos parciales.

En cualquier caso, los documentos del proyecto tienen preferencia respecto a pliegos de condiciones generales que se mencionan en los diferentes apartados de este pliego.

Lo mencionado en los pliegos de condiciones particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté perfectamente definida en uno u otro documento y aquella tenga precio en el presupuesto.

Las omisiones en planos y pliego de condiciones, o las descripciones erróneas en los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuesto en los planos y pliego de condiciones técnicas, o que, por su uso y costumbre deben ser realizados, no solo no exime al contratista de la obligación de ejecutar estos, sino que por el contrario deberán ser ejecutados como si hubiesen sido completa y correctamente especificados en los planos y pliego de condiciones.

5.2 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

5.2.1 Disposiciones Generales

El propietario es la Escuela Universitaria Politécnica de Ferrol que ha encomendado este proyecto a Cristian Méndez Sanmartín.

- Las instalaciones a realizar son descritas en la memoria y deberán ser ejecutadas de acuerdo con los planos adjuntos.
- La ejecución del proyecto se encomendará a contratistas e instaladores debidamente autorizados, quienes acreditarán tal circunstancia y serán responsables a todos los efectos de los hechos que pudieran derivarse del incumplimiento de estas condiciones.
- El replanteo de las instalaciones deberá realizarse en presencia del director de las mismas, a quien el contratista podrá exigir el levantamiento del acta correspondiente, siendo el contratista responsable de las circunstancias que pudieran derivarse del incumplimiento de las mismas.
- El contratista será el responsable del fiel cumplimiento de las normas relativas a todo tipo de pruebas en depósitos, dispositivos, instrumentos de control y dispondrá de los medios oportunos para que las mismas puedan realizarse en presencia de los Técnicos de los Organismos Oficiales o de la Dirección de las Obras.
- El contratista es responsable de la instalación para que ha sido contratado. No tendrá derecho a indemnización alguna por el mayor precio que pudiera costar ni las erradas maniobras que se cometieran durante el montaje, siendo toda esto de su cuenta y riesgo e independiente de la dirección técnica.
- El contratista se hace responsable del cumplimiento de la vigente normativa sobre Seguridad y Salud, así como de las medidas complementarias que sobre la misma puede introducir la dirección técnica, siendo responsable de los accidentes que sobrevinieran tanto al personal como a terceros, tanto durante su ejecución como durante las pruebas.
- El contratista proporcionará por su cuenta tanto el personal auxiliar como los útiles y herramientas necesarias para la realización de las pruebas oficiales o que la dirección técnica estime oportunas, corriendo por su cuenta los gastos que pudieran ocasionar dichas pruebas.

- Si durante el montaje de la Obra, el Director Técnico considerase necesario introducir modificaciones en el proyecto, el instalador queda obligado a realizarlas siempre y cuando el aumento y disminución en la instalación no suponga más del 25% del total contratado, abonándose o cargándose la parte que resulte con arreglo a los precios del proyecto. Si figurasen partidas de otra clase, cuyo precio unitario no figure en el proyecto, éste se estipulará previamente entre el contratista y el propietario; de no hacerlo así, se dejará a juicio de la dirección técnica.
- Las dudas que pudieran surgir sobre el proyecto y contrato de instalación, serán resueltas por la dirección técnica, así como sobre la interpretación de planos, debiendo el contratista someterse a lo que ésta decida.
- La dirección técnica podrá rechazar cualquier instalación que considere defectuosa, estando obligado el contratista a desmontarla y volver a ejecutarla sin derecho a indemnización.
- Si el contratista se negase a seguir las instrucciones de la Dirección Técnica o las ejecutase a velocidad inadecuada en un plazo máximo a juicio de ésta, será apercibido, y si en el plazo de 48 horas no modificase su actitud, el Director Técnico levantará acta de tal circunstancia y si en un plazo de 72 horas el contratista persistiese, el Director Técnico levantará nueva acta quedando a partir de dicho momento el contrato entre el propietario y el contratista rescindido sin que éste último tenga derecho a ningún tipo de indemnización.
- En caso de rescisión del contrato por la persistencia de las condiciones indicadas del presente pliego de condiciones, las cantidades que el contratista tiene derecho a percibir por parte de obra realizada las determinaría el buen juicio de la dirección técnica.

5.2.2 Contratos

- Se extenderá entre el propietario y el contratista o en su caso con el instalador cuando competiese, contrato con el que se especifiquen plazos de ejecución y formas de cobro, pero entendiéndose que cualquier posible contradicción entre dicho contrato y el presente Pliego de Condiciones se resolverá dando absoluta prioridad al Pliego de Condiciones.
- El presente Pliego de Condiciones es de obligado cumplimiento tanto por la parte de la Dirección Técnica como del instalador, así como de la propiedad, sin que ninguno de ellos pueda alegar desconocimiento del mismo.

5.2.3 Seguros

- Además de los seguros obligatorios, antes del comienzo de la obra y para toda la duración de ésta, incluido el período de garantía, el contratista deberá contratar una póliza a todo riesgo de la obra e instalación por el valor total de la misma, complementada con una garantía de responsabilidad civil de un mínimo de 150.000 €.
- El contratista someterá a la aprobación de la Dirección Técnica el empleo de cualquier material fundamental o accesorio, sin cuya aprobación no podrá emplearse.
- El contratista queda obligado a encargar la realización de los análisis o ensayos indicados por la Dirección Técnica en los laboratorios que ésta especifique, corriendo el coste de los mismos por la cuenta del contratista siempre que no sobrepase el 1,5 % del total del presupuesto. De sobrepasarlo, la diferencia será abonada por el propietario.
- Los instrumentos de protección y control, conducciones, mecanismos y en general cualquier elemento de que consten las instalaciones, responderán a las características exigidas por los vigentes reglamentos, o en su defecto a Normas de Institutos u Organismos normalmente reconocidos por la Dirección Técnica.

5.2.4 Garantías

El contratista, por la parte que le corresponda, garantizará completamente la instalación durante un (2) años, comprometiéndose a su reparación y/o reposición sin ningún derecho a recepción.

5.2.5 Recepción de las instalaciones

- Se considerará recibida la instalación cuando los Organismos competentes den su aprobación y la Dirección Técnica los admita en todos sus extremos.
- Aunque la inspección de los Organismos competentes pueda dar por aprobada la instalación, ésta no se considerará recibida sin la aprobación expresa de la Dirección Técnica, quien extenderá el correspondiente certificado, que será visado por el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales.
- Una vez recibida la instalación, el contratista tendrá derecho a percibir el importe total de la misma en la forma especificada en el contrato, pero el propietario tendrá derecho a retener hasta un 10% durante el año de garantía que empezará a contar desde la fecha del visado del certificado. Una vez transcurrido dicho plazo y en un tiempo máximo de diez días, el contratista deberá percibir la cantidad pendiente.

5.2.6 Final

Todo lo expuesto en el pliego de condiciones generales será de obligado cumplimiento.

5.3 PLIEGO DE CONDICIONES FACULTATIVAS

5.3.1 Obligaciones del contratista

Toda la Obra se ejecutará con estricta sujeción al Proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Director Técnico o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las Obras. A estos efectos, el contratista entregará un Plan de Trabajo valorado mensualmente antes de una semana tras la firma del acta de replanteo.

El contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc., así como una caseta en la Obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del Proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la Obra bajo custodia del contratista un “Libro de órdenes”, para cuando lo juzgue conveniente la Dirección, dictar las que hayan de extenderse y firmarse el “enterado” de las mismas por el Jefe de Obra.

El hecho de que en dicho Libro no figuren redactadas las órdenes que preceptorilmente tiene la obligación de cumplir el contratista no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al contratista.

Por la Contrata se facilitarán todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la Obra, e igualmente, en lo relativo a las cargas en material social y obligaciones tributarias, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de Obras.

La Dirección Técnica con cualquier parte de la Obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición o su sustitución a costa del contratista, hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones, o alternativamente, aceptar la Obra con la depreciación que estime oportuna en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler aquellas partes en que se sospeche la existencia de vicios ocultos, aunque se hubiesen recibido provisionalmente. En el caso de que se comprobase la no existencia de estos vicios, la Propiedad correría con los gastos de la demolición. En caso contrario, la Contrata deberá corregir las disconformidades, corriendo por su cuenta los gastos.

Son obligaciones generales del contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y recepciones.
- Presenciar las operaciones de medición, certificaciones y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dichas certificaciones y liquidaciones.
- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las Obras, aunque no esté expresamente estipulado en este Pliego.

El contratista no podrá subcontratar la Obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del contratista o su apoderado. En todo caso, queda prohibida la subcontratación.

El contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo el personal necesario a juicio de la Dirección Facultativa, dentro de las necesidades para la buena marcha de las Obras y el cumplimiento de los plazos.

El contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

5.3.2 Obligaciones de los operarios

El contratista empleará en los trabajos operarios de aptitud reconocida en las diversas ramas de la construcción, asegurándolos según la legislación vigente, considerando al contratista como patrono en los casos de aplicación de la misma. También correrá por su cuenta el pago de las cantidades que corresponda por la aplicación de las disposiciones sobre las obras, seguro de enfermedad, pluses y todas las disposiciones de carácter oficial vigentes en el día de la fecha.

5.3.3 Medios auxiliares e impuestos

Correrán por cuenta del contratista de todos los jornales y materiales, la totalidad de los medios auxiliares empleados en la construcción industrial y el impuesto industrial.

5.3.4 Materiales

Todos los materiales que se empleen en la obra serán de buena calidad y en todo caso, antes de la utilización de los mismos, merecerán la aprobación de la Dirección Técnica, que rechazará aquellos que no le satisfagan o no se ajusten a las condiciones en que debe realizarse la Obra. La vigilancia y conservación de los materiales será por cuenta del contratista.

5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato

El Propietario de la obra, de acuerdo con la Dirección Técnica, se reserva el derecho de aumentar o eliminar el número o clase de unidades que le convenga, sin que por ellos pueda reclamar el contratista, siempre que su importe no exceda del 25% del valor de la contrata.

El precio de las obras aumentadas o disminuidas se fijará de acuerdo con la Dirección Técnica. El mismo criterio se ajustará al posible aumento del plazo de ejecución en el caso de que sea menor de 30 días, en caso contrario se deberá contar con la aprobación del contratista.

5.3.6 Subcontratación de obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concretar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito a la Dirección Técnica de la Obra, del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de la Obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.

- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la Obra principal.

En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al contratista a ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

5.3.7 Seguro de incendios

Queda obligado el contratista a asegurar las obras contra incendios, siendo el único responsable ante cualquier infortunio que pueda ocurrir. En caso de que ocurra algún siniestro, se volverán a contar las cantidades que se entreguen al contratista a partir de esta cifra en sucesivas liquidaciones parciales.

5.3.8 Plazo de ejecución de las obras

El contratista deberá dar comienzo a las Obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo, intervalo en el que se habrá firmado Acta de Replanteo, comenzando el plazo al día siguiente.

Las Obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en el Contrato. No se considerará motivo de demora de las Obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales, ni los cambios por la Dirección Facultativa.

5.3.9 Sanciones por retraso de las obras

Si el contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las Obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio dentro del plazo previsto en el artículo correspondiente del contrato, la Propiedad oyendo el parecer de la Dirección Técnica, podrá reducir de las liquidaciones, fianzas o emolumentos de todas clases que tuviese en su poder las cantidades establecidas según las cláusulas del Contrato privado entre Propiedad y Contrata.

5.3.10 Cesión de traspaso

El contratista no podrá traspasar sus derechos a otra persona sin el consentimiento del propietario y de acuerdo con la Dirección de Obra, bastando su retirada de la obra, cualesquiera que sean las causas que lo motiven, para la rescisión del contrato.

5.3.11 Atribuciones de la dirección de la obra

El contratista deberá someterse a sus decisiones, ejecutando sin demora las órdenes que de ella reciba. Podrá reconocer las obras siempre que lo estime necesario, por lo cual se le facilitará el libre acceso a todos los puntos de la misma.

5.3.12 Documentación complementaria

El presente Pliego estará complementado por las condiciones económicas que puedan fijarse en las condiciones del concurso, bases de ejecución de las obras o en el contrato de escritura. Las condiciones de este pliego serán preceptivas en tanto no sean anuladas o modificadas en forma expresa por los anuncios, bases, contrato o escritura antes citada.

5.3.13 Liquidaciones parciales

Los pagos de la obra se ejecutarán en virtud de las especificaciones exigidas por la Dirección Técnica, las cuales se presentarán por triplicado. El pago de las cuentas derivadas de las liquidaciones parciales tendrán carácter provisional y a buena cuenta, quedando sujeta a las certificaciones y variaciones que produzcan la liquidación y consiguiente cuenta final. Estas liquidaciones serán sin incluir los materiales acopiados, dejando un tanto por ciento de garantía para responder del cumplimiento del contrato, realizándolo mensualmente.

5.3.14 Recepción provisional

Una vez terminadas las obras y en el plazo de los 15 días siguientes a la petición del contratista, se reconocerán por la Dirección Técnica y, de hallarse ejecutadas de acuerdo por el contrato se procederá a recibirlas provisionalmente, extendiéndose el acta correspondiente que suscribirá el contratista, el propietario y la Dirección Técnica.

El acta será firmada por la Dirección Técnica y por el representante del contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

De no hallarse las obras realizadas según el contrato se hará constar así en acta y se dará al contratista las precisas y detalladas para remediar los defectos observados y fijándose un plazo de ejecución. Las obras de reparación serán por cuenta del contratista. Expirado dicho plazo se procederá de nuevo al reconocimiento de la obra de reparación y una vez subsanados los defectos, se procederá a la recepción provisional. Si el contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato, con la pérdida de la fianza.

5.3.15 Plazo de garantía de las obras

A partir de la fecha en que las obras se reciban provisionalmente, se contará el plazo de garantía que será de un (2) años.

Durante este periodo el contratista queda obligado a reparar por su cuenta todos los desperfectos o defectos que se encontraran y fueran debidos a construcción defectuosa o mala calidad de los materiales.

Para responder de esta obligación quedará retenido por el propietario el 10% de la contrata citada en el artículo anterior. La responsabilidad que se exige al contratista mediante este artículo, no exime de las que se establecen en las Leyes Generales.

5.3.16 Recepción definitiva

Una vez concluido el plazo de garantía, se reconocerán de nuevo las obras y, de hallarse en buen estado, se recibirán definitivamente con las formalidades de la recepción provisional. Si en el reconocimiento se observasen defectos en la construcción (no están en condiciones de ser recibidas), el contratista ejecutará las que la Dirección Técnica considere necesarias, a fin de dejarlas con arreglo al contrato, verificándose éstas con cargo a las fianzas, en caso de no aceptar el contratista a subsanar los defectos que se le hubieran ordenado o en caso de retrasarse en su ejecución.

Concluidas las obras ordenadas por la Dirección Técnica, se procederá a la recepción definitiva de la misma, alzando la responsabilidad al contratista y entregándole la cantidad que ha servido de garantía, o lo que reste de ella, si hubo necesidad de realizar obras con cargo a la misma.

5.3.17 Libro de órdenes

El Director Técnico llevará un “Libro de órdenes” en el que se anotarán las órdenes que dicte al contratista. Dichas órdenes serán firmadas por ambas partes, quedando la matriz en el libro y entregando la copia al contratista. No obstante el Director de la Obra podrá dar órdenes verbales, que serán igualmente de obligado cumplimiento si el contratista no exige que le sean dictadas por escrito.

A estos efectos existirá en las oficinas de las Obras, un Libro de órdenes en el que quedarán escritas, por parte de la Dirección Facultativa, todas las órdenes que se precisen para la buena ejecución de los trabajos. El cumplimiento de estas órdenes expresadas en el libro citado, es tan obligatorio para la empresa instaladora como las que figuran en el Contrato.

5.3.18 Datos de la obra

Se entregará al contratista una copia de los Planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos datos necesite para la compleja ejecución de la Obra. El contratista podrá tomar copia o sacar nota, a su costa, de todos los documentos del Proyecto, haciéndose responsable de la buena conservación de los documentos originales, que serán devueltos al Director Técnico después de su utilización.

Tras la finalización de los trabajos, y en el plazo máximo de 2 meses, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos originales, de acuerdo con las características de la Obra terminada, entregando al Director Técnico dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por parte del contratista alteraciones, correcciones, comisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa y por escrito del Director Técnico.

5.3.19 Trabajos no previstos

Cuando el Director de Obra juzgue necesario ejecutar Obras no previstas o modificar el origen de los materiales indicados en el Contrato, se fijarán los precios contradictorios correspondientes, teniendo en cuenta los del Contrato, o por asimilación, los de las Obras semejantes, pero siempre basándolos en las mismas condiciones económicas que las del Contrato.

A falta de mutuo acuerdo, y en espera de la solución de las discrepancias se liquidará provisionalmente al adjudicatario sobre la base de los precios fijados por el Director de Obra. En caso de que las Obras no previstas sean por un valor superior al 20 % del Presupuesto, la Contrata puede rechazar hacerlos.

5.3.20 Facilidades para inspección

El contratista proporcionará al Ingeniero Técnico Director o a subalternos o delegados toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos y pruebas de materiales, así como para la inspección de la mano de obra en todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las parte de la obra e incluso a talleres y fábricas donde se produzcan o realicen los trabajos para las obras.

5.3.21 Certificados y documentación

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por Técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto por parte de la empresa homologada.
- Certificado de dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades públicas

El contratista deberá obtener, a su costa, todos los permisos o licencias necesarios para la ejecución de las obras, con excepción de los correspondientes a la expropiación de las zonas ubicadas de las obra.

Será responsable el contratista, hasta la recepción definitiva, de los daños y perjuicios ocasionados a terceros como consecuencia de los actos, comisiones o negligencia del personal a su cargo o de una deficiente organización de obras.

El contratista será responsable de todos los objetos que se encuentren o descubran durante la ejecución de las obras y deberá dar cuenta inmediata de los hallazgos al Director y colocarlos bajo su custodia, estando obligado a solicitar de los organismos y empresas existentes en la ciudad, la información referente a las instalaciones subterráneas que pudieran ser dañadas por las obras. También estará obligado al cumplimiento de lo establecido en la Ley de Contrato de Trabajo, en las Reglamentaciones de Trabajo y Disposiciones Regulatoras de los Seguros Sociales y de Accidentes.

5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista

El contratista podrá reclamar, a sus expensas, pero dentro de las oficinas de Ingeniero Técnico Director, sacar copias de los documentos del proyecto, cuyos originales le serán facilitados por el Ingeniero Técnico, el cual autorizará con su firma las copias, si así conviniese al contratista.

5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos en que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- LOSEN (Ley de Ordenación del Sistema Eléctrico Español).
- Real Decreto 872/1982 sobre Tramitación de expedientes de solicitud de beneficios fiscales, financieros y económicos.

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como sus respectivas Instrucciones Técnicas Complementarias (MIERAT).
- Normativa de contratos de suministro de Energía Eléctrica.

5.3.25 Seguridad en el trabajo

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado anterior de este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal. Los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la contrata viene obligado a usar los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidas a reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si se estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que no son corregibles.

La Dirección Técnica de obra podrá exigir del contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente reconocida.

5.3.26 Seguridad pública

El contratista tomará las máximas precauciones en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo suyas las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá una póliza de seguros que lo proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., en que uno u otros pudieran incurrir para con el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

5.3.27 Rescisión del contrato

El contratista no podrá rescindir el contrato, sino es por causa debidamente justificada, no pudiendo alegar ignorancia sobre precios, o alzas que se pudieran producir durante el curso de las obras.

Puede, en cambio, prever estas alzas y adelantar al propietario las cantidades que de acuerdo con la Dirección de Obra se consideren, para el acopio de materiales que depositará el contratista para uso exclusivo de la obra.

El propietario podrá, por su parte, exigir la rescisión del contrato cuando considere y compruebe que el contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra no cumple debidamente lo estipulado, por incumplimiento de los plazos acordados o por cualquier otra causa imputable al contratista. En este caso se procederá a la tasación y abono al contratista de la obra ejecutada y del material existente en la obra, deduciendo de su valor el 20% en concepto de indemnización para resarcir de daños y perjuicios al propietario. La tasación la verificará el Ingeniero Técnico Industrial Director, y será inapelable. También puede el Ingeniero Técnico Director de la obra optar porque se incluyan los materiales acopiados que le resulten convenientes. Si el saldo de la liquidación efectuada resultase así negativo, responderán el primer término la fianza y después la maquinaria y medios auxiliares propiedad del contratista, quien en todo caso se compromete a saldar diferencias, si estas existiesen.

5.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

5.4.1 Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las Obras de las instalaciones especificadas en el presente Proyecto.

5.4.2 Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas se refiere al suministro e instalación de materiales necesarios en la ejecución de las Obras a realizar en nuestro club social.

5.4.3 Condiciones generales

5.4.3.1 Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente Obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

5.4.3.2 Pruebas y ensayos de los materiales

Todos los materiales a que este capítulo se refiere 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 adoptado por la Dirección de las Obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

5.4.3.3 Materiales no consignados en el proyecto

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.

5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución

Todos los trabajos, incluidos en el presente Proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas de la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista la baja 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.

5.4.4 Normas

5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales

Los materiales, aparatos, máquinas, conjuntos y subconjuntos integrados en los circuitos de las instalaciones eléctricas deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas, como son:

- Normas UNE.
- Normas NTE.
- Normas DIN.
- Normas establecidas por el Ministerio de Industria y Energía.
- Normas técnico-prácticas de la Compañía Suministradora de Energía.

Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad, aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica, que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Por parte del contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores las calidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos, sea solicitado informe sobre ellos a la Dirección Facultativa y al Organismo encargado del Control de Calidad.

El contratista será responsable del empleo de materiales que cumplan con las condiciones exigidas, siendo estas condiciones independientes con respecto al nivel de control de calidad para aceptación de los mismos que se establece en el apartado de Especificaciones de Control de Calidad.

Aquellos materiales que no cumplan con las condiciones exigidas, deberán ser sustituidos, sea cual fuese la fase en que se encontrase la ejecución de la Obra, corriendo el Instalador Electricista con todos los gastos que ello ocasionase. En el supuesto de que por circunstancias diversas tal sustitución resultase inconveniente, a juicio de la Dirección Facultativa, se actuará sobre la devaluación económica del material en cuestión, con el criterio que marque la Dirección Facultativa y sin que el Instalador Electricista pueda plantear reclamación alguna.

5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación

Los materiales y elementos utilizados en la construcción, montaje, reparación o reformas importantes de las instalaciones eléctricas de más de 1 kV, deberán estar señalizados con la información que determine la norma u homologación de aplicación correspondiente.

5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones

El instalador electricista entregará un manual de instalaciones para el perfecto funcionamiento del cuadro general de distribución así como de cada uno de los cuadros secundarios, en el que se especifique el uso de cada uno de los dispositivos que en dicho cuadro se han instalado.

Los propietarios de las instalaciones deberán presentar, antes de su puesta en marcha, un Contrato, suscrito con persona física o jurídica competente, en el que estas se hagan responsables de mantener las instalaciones en el debido estado de conservación y funcionamiento.

5.4.5 Condiciones a cumplir por las unidades de obra

5.4.5.1 Centro de transformación

5.4.5.1.1 Obra civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques, señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

5.4.5.1.2 Aparamenta de Media Tensión

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

5.4.5.1.3 Transformadores de potencia

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

5.4.5.1.4 Equipos de Medida

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio:

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio:

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento:

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de Ormazabal, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

5.4.5.1.4 Normas de ejecución de las instalaciones

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

5.4.5.1.6 Pruebas reglamentarias

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminada su fabricación serán las que establecen las normas particulares de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

5.4.5.1.7 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

5.4.5.1.8 Certificados y documentación

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

5.4.5.1.9 Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

5.4.5.2 Instalación de baja tensión

5.4.5.2.1 Línea eléctrica de baja tensión

5.4.5.2.1.1 Trazado

El trazado de las canalizaciones será lo más rectilíneo posible y, a poder ser, paralelo a referencias fijas como línea en fachada y bordillos.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el terreno.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos. Se deberán tener en cuenta los radios de curvatura mínimos para los conductores, a respetar en los cambios de dirección.

5.4.5.2.1.2 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la compañía. Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida de 1 m colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la Obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento, deben depositarse por separado.

La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los tubos y cables.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes. El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

5.4.5.2.1.3 Canalizaciones

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones un tubo de reserva.
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.

Se debe evitar la posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

5.4.5.2.1.4 Cable entubado

Por lo general deberá emplearse en lo posible este tipo de canalización, utilizándose principalmente en:

- Canalización por calzada, cruces de vías públicas, privadas o paso de carruajes.
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.

En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo tubular de 2 m.

Los tubos serán de polietileno (PE) de alta densidad de color rojo y 250 mm (160 mm en MT) de diámetro. Esta canalización irá acompañada de los correspondientes tubos verdes de 110mm de diámetro para alojar los cables de comunicaciones, los cuales estarán situados por encima de los anteriores.

En los cruzamientos, los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido y las uniones llevadas a cabo mediante los correspondientes manguitos.

Para hacer frente a los movimientos derivados de los ciclos térmicos del cable, es conveniente inmovilizarlo dentro de los tubos mediante la inyección de unas mezclas o aglomerados especiales que, cumpliendo esta misión, puedan eliminarse, en caso necesario, con chorro de agua ligera a presión.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra con las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95 %.

Al construir la canalización con tubos se dejará una guía en su interior que facilite posteriormente el tendido de los mismos.

5.4.5.2.1.5 Arquetas

Deberá limitarse al máximo su uso, siendo necesaria una justificación de su inexcusable necesidad en el Proyecto.

Cuando se construyan arquetas, en los cambios de dirección, sus dimensiones serán las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes.

En la arqueta los tubos quedarán a unos 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. En el suelo o las paredes laterales se situarán puntos de apoyo de los cables y empalmes, mediante tacos o ménsulas.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura. Las arquetas serán registrables y, deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia.

Estas arquetas permitirán la presencia de personal para ayuda y observación del tendido y la colocación de rodillos a la entrada y salida de los tubos. Estos rodillos, se colocarán tan elevados respecto al tubo como lo permita el diámetro del cable, a fin de evitar al máximo el rozamiento contra él.

Las arquetas abiertas tienen que respetar las medidas de seguridad, disponiendo barreras y letreros de aviso. No es recomendable entrar en una arqueta recién abierta, aconsejándose dejar transcurrir 15 minutos después de abierta, con el fin de evitar posibles intoxicaciones de gases.

5.4.5.2.1.6 Paralelismos

- Alta Tensión:

Los cables de baja tensión se podrán colocar paralelos a cables de alta tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se instalará uno de ellos bajo tubo.

- Baja Tensión:

La distancia a respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se colocará una de ellas bajo tubo.

- Cables de Telecomunicaciones:

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicaciones subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicaciones como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 20 cm. Cuando esta distancia no pueda alcanzarse, deberá instalarse la línea de baja tensión en el interior de tubos con una resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo con las compañías de telecomunicaciones. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicaciones o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

- Agua, vapor, etc.:

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,20 m. Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas, la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm.
- 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

- Gas:

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores, con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos, siendo las distancias mínimas de 0,20 m.

5.4.5.2.1.7 Cruzamientos con otros servicios

- Alta Tensión:

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de baja tensión de los de alta tensión por medio de tubos incombustibles de adecuada resistencia.

- Baja Tensión:

La distancia a respetar entre líneas subterráneas de baja tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una de las líneas mediante tubos incombustibles de adecuada resistencia.

- Cables de Telecomunicaciones:

En los cruzamientos con cables de telecomunicaciones, los cables de energía eléctrica se colocarán en tubos o conductos de resistencia mecánica apropiada, a una distancia mínima de la canalización de telecomunicaciones de 20 cm. En todo caso, cuando el cruzamiento sea con cables telefónicos, deberá tenerse en cuenta lo especificado por el correspondiente acuerdo por la empresa de telecomunicaciones.

- Agua, vapor, etc.:

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,20 m. Si no fuese posible conseguir esa distancia se instalará el cable de baja tensión en tubos de adecuada resistencia.

- Gas:

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 20 cm.

El cruce del cable eléctrico no se realizará sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas.

5.4.5.2.1.8 Transporte de bobinas de cables

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina. Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos, también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa y por ambos lados se clavarán al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a $\frac{1}{4}$. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada. Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos. En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible, debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

5.4.5.2.1.9 Tendido de cables

La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida de cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina. La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación. Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y, una vez instalado, de 10 veces el diámetro exterior del cable. Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen el cable. Estos rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales.

Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido, siendo la cifra mínima recomendada de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección. Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará a desenrollar el cable fuera de zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra. Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas, electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tira-cables a la que se puede unir una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable hará que se produzcan en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, éste se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que puedan producirse en el tendido la bobina siga girando por inercia y desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenado las bobinas durante varios días en un local caliente o se exponen a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento.

El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 10 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable. En el caso de instalación entubada, esta distancia podrá reducirse a 5 cm.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 20 cm de arena fina y la protección de PVC. En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m. Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originado un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos. Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripulares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

5.4.5.2.1.10 Protección mecánica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU.0206 a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

5.4.5.2.1.11 Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,10 m por encima del tubo o placa protectora.

Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos. Estas cintas estarán de acuerdo con lo especificado de la Norma UEFE 1.4.02.02.

5.4.5.2.1.12 Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características.

5.4.5.2.1.13 Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con el tipo de tierra y en las tongadas necesarias para conseguir un próctor del 95%, procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

5.4.5.2.1.14 Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc. En general, se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

5.4.5.2.1.15 Montajes diversos

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarse siguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

5.4.5.2.1.16 Reparación de las averías en cables subterráneos

En el caso de una avería en un manguito de empalme, la reparación puede consistir simplemente en rehacer el manguito. Sobre el plano del cable, el manguito se señalará como manguito defectuoso.

Si el cable ha sido averiado, hay que cortarlo a una distancia suficiente para tener la seguridad de encontrar la avería. Se colocará un tramo de cable sano y se conectará entre dos manguitos de empalme. En el plano del cable, estos manguitos deben señalarse como manguitos de defecto.

En el caso de cables instalados en terrenos muy húmedos hay que tomar algunas precauciones para efectuar la reparación. Se tomarán todas las precauciones necesarias para evitar que la humedad penetre en los manguitos durante el curso del montaje.

Deberán tenerse en cuenta las instrucciones siguientes:

- No abrir los manguitos de empalme sin necesidad absoluta.
- No cerrar un manguito de empalme antes de estar reconstituidos totalmente los aislamientos.
- Tener en cuenta que el principal enemigo de los manguitos de empalme es la humedad.

- No comenzar los trabajos sobre un cable antes de tener la completa seguridad de que está aislado de cualquier fuente de alimentación.
- Hacer la lista de material necesario para la reparación ya que sobre obra no se encontraría este material.
- No buscar un defecto con ideas preconcebidas de su emplazamiento, sino efectuando las medidas de localización sin dejarse sugerir.
- Tener siempre al día los planos de cables.

5.4.5.2.1.17 Puesta a tierra

El conductor neutro se conectará a tierra en el centro de transformación, así como en otros puntos de la red, de un modo eficaz, de acuerdo con las instrucciones del Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión y el Reglamento Técnico de Instalaciones de Alta Tensión.

5.4.5.2.1.18 Materiales

Los materiales empleados en la canalización serán aportados por el contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares. No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

5.4.5.2.1.19 Recepción de obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra. En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de la toma a tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes.

El Director de Obra contestará por escrito al contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

5.4.5.2.2 Apertura de rozas

Previamente a la apertura de las rozas las mismas deberán haber sido marcadas convenientemente, indicándose el número de tubos o anchura de las mismas, el trazado completo y la posición exacta de las cajas de derivación y de mecanismos. Para el marcado de las cajas se utilizará una plantilla apropiada, de forma que queden todas a la misma altura, en cada caso, y a la misma distancia de los marcos de las puertas, no se permitirán cajas desniveladas.

Las rozas se abrirán manualmente o con la ayuda de máquina procurando causar el mínimo desperfecto posible a los paramentos, y en ningún caso afectando a más de un tabique de los elementos cerámicos.

En las bovedillas, y cuando sea posible en los ladrillos, los tubos se introducirán por sus propios huecos, rompiéndose únicamente para la entrada y para la salida de los mismos. De ninguna manera se realizarán rozas o corte sobre los elementos estructurales o sobre las capas de compresión de los forjados. Cuando se prevea la necesidad de atravesar estructuras con canalizaciones se colocarán pasamuros adecuados, constituidos por tubos de acero de suficiente diámetro.

Una vez alojados los tubos y cajas en las rozas se recibirán con el mismo material a ser empleado en el enfoscado, para evitar que posteriormente aparezcan grietas, procurando fijarlos convenientemente. Especial atención se pondrá al recibido de las cajas, nivelándolas y aplomándolas teniendo en cuenta el espesor del revestimiento de paramento, para que luego queden enrasadas con él.

Cuando sea preciso pasar algún tubo por el suelo, se recibirá el mismo sobre la capa de compresión mediante un puente de mortero de cemento con altura tal que quede en el espesor de la capa nivelante del piso.

5.4.5.2.3 Conductores

De forma general los conductores a emplear en la instalación serán de cobre. Los conductores serán aislados, salvo casos de conductores de toma de tierra y excepciones referidas en el proyecto, cumpliendo con lo especificado en la norma UNE-21022 "Conductores de cables aislados". En general tendrán la clasificación de no propagadores de la llama.

El aislamiento de los conductores podrá ser termoplástico o termoestable, conforme se indique; para el caso de los de tensiones de 0,6/1 kV, la sección mínima a utilizar será de 1,5mm². En ningún caso se permitirán cambios en las secciones proyectadas, a no ser con la autorización escrita de la Dirección Técnica de Obra. Los conductores se colocarán en tramos enteros desde el interruptor, cuadro o caja hasta el receptor, no estando autorizados empalmes ni cambios de secciones intermedios. Los conductores se dispondrán de forma que las curvas lo sean con radios amplios, siempre mayores a 10 veces el diámetro del mismo, evitando además que se formen cocas o que se deteriore el aislamiento.

En atmósferas o condiciones especiales se utilizarán los conductores que específicamente se detallan en el proyecto. Los conductores a emplear serán de fabricantes de reconocida solvencia técnica. Cuando exista duda sobre la calidad, el Director Técnico de Obra podrá solicitar los correspondientes certificados de homologación y sujeción a normas.

5.4.5.2.4 Canalizaciones

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.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados 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 m.
- 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.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o neutro.

A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:

- Pantallas de protección calorífica.
- Alejamiento suficiente de las fuentes de calor.
- Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir.

- Modificación del material aislante a emplear.

Cuando los tubos se coloquen 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 m. 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 de 2,50 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños metálicos.
- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

También se deberán tener en cuenta 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 recubierto 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 cubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1cm 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 50cm como máximo, de suelos o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 cm.

5.4.5.2.5 Cajas de registro

Las cajas de registro mantendrán el mismo grado de protección exigible a la canalización a que pertenezcan. Sus dimensiones serán las suficientes para permitir la conexión de los tubos que a ellas acometan y para realizar con orden y comodidad las conexiones necesarias. En general serán de dimensión mínima de 80mm de diámetro o de lado por 40mm de profundidad.

Se instalarán perfectamente niveladas y en lugares que no presenten problemas para su posterior manipulación. Su fijación a los paramentos se llevará a cabo de manera que no se modifique su grado de estanqueidad.

Las cajas destinadas a instalaciones empotradas serán de materiales aislantes autoextinguibles dotadas de tapas blancas lisas con cierre mediante tornillos. Vendrán semitroqueladas y serán resistentes a las deformaciones para evitar que se arqueen sus paredes al recibirlas.

Las cajas aislantes para montaje en superficie serán de PVC o material similar, con protección contra los efectos de la intemperie (principalmente de radiación ultravioleta) cuando vayan a ser instaladas en el exterior. En general mantendrán el mismo grado de protección global exigido a la canalización, con un mínimo IP-443.

Para mayores estanqueidades se hará uso de cajas ciegas, realizando el troquelado necesario, haciendo los empalmes mediante racores o prensaestopas adecuados.

En las canalizaciones de acero, las cajas a utilizar serán de dicho material o fundición de aluminio, en cualquier caso manteniendo el mismo grado de protección global exigible a la canalización a la que pertenecen. Estas cajas vendrán con salidas previamente roscadas o en su defecto serán ciegas para su troquelado en obra de acuerdo con las necesidades, para unión de los tubos mediante racores adecuados. En cualquier caso las cajas vendrán con tratamiento contra la corrosión, acorde con la agresividad de la atmósfera en la que vayan a estar situadas.

Las cajas para mecanismos serán las adecuadas a cada tipo de los mismos, manteniendo el grado de protección exigible a la canalización. Las destinadas a elementos empotrados serán preferiblemente cuadradas del tipo universal enlazables en sus cuatro caras, dotadas de tornillos inoxidables.

5.4.5.2.6 Bornas

En los empalmes, conexiones, derivaciones y salidas de cuadros de protección de algún porte, se utilizarán bornas adecuadas a cada situación o finalidad.

Para conexiones en cajas de derivación y pequeñas secciones (hasta 10mm²) se utilizarán regletas de bornas de dos tornillos imperdibles ocultos en envoltorio aislante transparente de polietileno o similar, adecuadas a la sección de los conductores y previstas para un mínimo de 16 A.

Para el mismo caso si bien en secciones de 16mm² o superiores se hará uso de bornas de cabeza hendida o bornas clic, atornillándose las mismas en ambos casos al fondo de la caja.

Para las salidas de cuadros se hará uso de bornas tipo Viking multirail para una intensidad nominal mínima de 22 A. Otras conexiones especiales o de potencia se llevarán a efecto mediante bornas adecuadas a cada caso. En las conexiones de cobre con aluminio se hará uso siempre de bornas bimetálicas, con impregnación de pasta antioxidante.

5.4.5.2.7 Mecanismos

Los interruptores, conmutadores, pulsadores, tomas de corriente, señalizadores, bien como las salidas de cables y otros elementos similares serán de la marca y modelo indicado en los presupuestos, siendo necesaria la autorización de la Dirección Técnica de Obra para proceder a su cambio.

Los elementos de accionamiento vendrán previstos como norma general, para una intensidad nominal de 10 A, llevando sistema de ruptura independiente de la acción del operador.

Las tomas de corriente estarán previstas para una intensidad nominal mínima de 16 A en las tomas monofásicas y de 32 A en las trifásicas, a no ser que se especifique lo contrario. Por lo general serán del sistema tipo Schuko, esto es, con toma de tierra por láminas laterales.

5.4.5.2.8 Cuadros y armarios

Para el alojamiento de los elementos de protección y maniobra se hará uso de cuadros o armarios, optándose por unos u otros en función del grado de protección exigible a la instalación. Los mismos podrán ser aislantes o metálicos, siendo preferibles los primeros y dentro de ellos los de doble aislamiento, pero siempre de materiales autoextinguibles y con tratamiento adecuado al ambiente de instalación. Cuando se trate de armarios metálicos serán de chapa de acero soldada eléctricamente, con tratamiento adecuado contra la corrosión mediante minios y pinturas epoxi, o similares, pudiendo ser de acero inoxidable.

En los cuadros, los aparatos de protección y maniobra se fijarán sobre carriles omega (DIN) sujetos al propio cuerpo, llevando un chasis protector para remate del conjunto y protección mediante puerta.

Los armarios contarán con placa de montaje, que podrá ser metálica o aislante, sobre la cual se dispondrán los carriles omega (DIN), los propios aparatos o los soportes de los mismos. El acceso a su interior se realizará por medio de una o varias puertas abisagradas que dejen al descubierto, prácticamente, la totalidad de la superficie interior.

En la puerta de los armarios podrán instalarse aparatos de medida o elementos de maniobra o señalización, pero siempre manteniendo el grado de protección exigible a la instalación.

Cuando los armarios vayan montados en superficie la entrada a los mismos de los tubos se realizará mediante racores adecuados. Los cuadros y armarios se instalarán en locales de fácil acceso y libres de impedimentos que dificulten la manipulación en el interior.

5.4.5.2.9 Interruptores automáticos

Los interruptores automáticos a instalar cumplirán con lo que se especifica en el proyecto en término de intensidad nominal, poder de corte, número de polos y curva de disparo. Salvo indicación en contrario serán magnetotérmicos, es decir con disparo magnético instantáneo para cortocircuito y disparo térmico de diferentes características para protección de sobrecargas.

Estos aparatos serán siempre de corte omnipolar, con rearme y ruptura brusca independiente de la acción del operador. Exteriormente, serán de materiales aislantes con sus bornes protegidos, equivalentes a un IP-2.

En casos especiales podrán utilizarse interruptores dotados únicamente de disparo magnético. En interruptores de intensidades nominales superiores a 80 A, el corte térmico podrá ser regulable.

En general, no se aceptará que en una misma instalación se coloquen interruptores de más de un fabricante.

5.4.5.2.10 Interruptores diferenciales

Los diferenciales a utilizar en la instalación serán los que se especifican en el proyecto, refiriéndose su intensidad nominal, su sensibilidad, número de polos y retardo, en caso de que exista.

Cuando se trate de intensidades superiores a los 63 A, o cuando las circunstancias así lo aconsejen podrán utilizarse transformadores toroidales con relés incorporados o no, actuantes sobre otros interruptores (bloque diferencial tipo VIGI), pudiendo ser de acción instantánea o retardada; en este último caso, cuando se incluyan otros aparatos instantáneos aguas abajo.

En todos los casos los diferenciales llevarán pulsador para prueba de su funcionamiento.

En general no se aceptará en una misma instalación se coloque diferenciales de más de un fabricante.

5.4.5.2.11 Luminarias

Dada la gran variedad de luminarias existentes en el mercado y considerando que mismo modelos muy semejantes aparentemente pueden presentar considerables y fundamentales diferencias de funcionamiento, calidades y componentes, se opta por no aceptar cambios en tales aparatos a no ser con la aprobación expresa y por escrito de la Dirección Técnica de Obra.

En general las luminarias vendrán equipadas de origen con equipos para alto factor de potencia, cableado y portalámparas.

La posición física de las mismas obedecerá a la situación que se da en los planos o en los cálculos. No se permitirán luminarias mal alineadas o mal aplomadas u otras empotradas que dejen aparecer las partes que deberían quedar ocultas o mismo luminosidades por rendijas o similares.

5.4.5.2.12 Lámparas

Las lámparas a utilizar en la instalación responderán a lo que se especifique en el proyecto, haciéndose especial hincapié tanto en lo que respecta a sus rendimientos lumínicos y de reproducción cromática, como a las potencias.

Dentro de ello podrán ser utilizadas lámparas de los fabricantes de reconocido prestigio y tradición, no aceptándose marcas de segunda línea.

Todas las lámparas, y en especial las de descarga y halógenas, una vez instaladas se limpiarán con un paño limpio y seco para retirar las huellas que podría producir en ellas manchas indeseables y pérdidas en el rendimiento.

5.4.5.2.13. Equilibrio entre fases

En las instalaciones trifásicas en general y en sus partes componentes se cuidará del debido equilibrio de las fases, procediéndose al mejor reparto posible.

Una vez concluida la instalación, el contratista está obligado a comprobar las intensidades de cada una de las fases para cada parte de la instalación y para su totalidad, procediendo a realizar las correcciones que fueren oportunas de forma que el desequilibrio sea inferior al 10%, salvo en situaciones especiales.

5.4.5.2.14 Resistencia de tierra

El contratista está obligado a efectuar la medición de la resistencia de la toma de tierra, comunicando el resultado a la Dirección Técnica de Obra, quien podrá solicitar una nueva medición en su presencia.

Caso que la resistencia supere el valor fijado en el proyecto deberán tomarse las medidas oportunas para su mejora o en la imposibilidad de ello, proceder a otras sustitutorias.

5.4.5.2.15 Calidad de la instalación

La Dirección Técnica de Obra podrá solicitar del contratista que proceda a comprobar niveles de tensión, aislamientos, resistencias de tierra u otros parámetros en diferentes puntos de la instalación.

Asimismo, podrá pedir la comprobación de los niveles de alumbrado y de los factores de uniformidad.

5.4.5.3 Instalaciones en locales mojados

5.4.5.3.1 Canalizaciones

Las canalizaciones utilizadas en locales mojados serán estancas. Se utilizarán para terminales, empalmes y conexiones de las mismas, sistemas y dispositivos que presenten grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. Las canalizaciones prefabricadas tendrán el mismo grado de protección IPX4.

- Instalación de conductores y cables aislados en interior de tubos:

Los conductores tendrán una tensión mínima asignada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de tubos:

- Empotrados: según lo especificado en la ITC-BT-21.
- Superficie: según lo especificado en la ITC-BT-21, pero que dispondrán un grado de resistencia a la corrosión 4.

- Instalación de cables aislados con cubierta en interior de canales aislantes:

Los conductores tendrán una tensión aislada de 450 / 750 V y discurrirán por el interior de canales que se instalarán en superficie, y las conexiones, empalmes y derivaciones se realizarán en el interior de cajas.

5.4.5.4 Aparamenta

Los aparatos de mando y protección y tomas de corriente se instalarán fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos serán, del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se instalarán en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente.

5.4.5.4.1 Dispositivos de protección

Se instalará un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado.

5.4.5.4.2 Aparatos móviles o portátiles

Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad.

5.4.5.4.3 Receptores de alumbrado

Los receptores de alumbrado estarán protegidos contra las proyecciones de agua, IPX4. No serán de clase 0.

5.5 DISPOSICIÓN FINAL

Si como consecuencia de rescisión o por otra causa fuera preciso valorar obras incompletas, se aplicarán los precios establecidos en el presupuesto, según desglose, sin que pueda pretenderse la valoración de cada unidad de obra fraccionada en otra forma que la establecida en dicho presupuesto.

En ningún caso tendrá derecho el contratista a reclamación alguna, basada en la insuficiencia del presupuesto u omisión del coste de los elementos que constituyen los referidos precios.

La firma del contrato para la ejecución de las instalaciones cuyo proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones, presupone la plena aceptación de todas y cada una de las cláusulas de que consta tanto el Pliego de Condiciones Generales como los Pliegos de Condiciones Facultativas y Técnicas.

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ESTADO DE MEDICIONES

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DE ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ILUMINACIÓN	3
6.1.1 Aparamenta de Iluminación	3
6.1.2 Luminarias	4
6.2 CONTRAINCENDIOS	6
6.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	8
6.4 LÍNEA DE MT	8
6.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	9
6.5.1 Obra Civil	9
6.5.2 Equipo de MT	9
6.5.3 Equipo de Potencia	11
6.5.4 Equipo de BT	11
6.5.5 Sistema de Puesta a Tierra	12
6.5.6 Varios	13
6.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	14
6.6.1 Cableado	14
6.6.2 Cuadros Generales	19
6.6.3 Cuadros Secundarios de Alumbrado	20
6.6.4 Cuadros Secundarios de Fuerza	21
6.6.5 Bases de Enchufe	21
6.6.6 Batería de Condensadores	22
6.7 FILTRO DE SECUENCIA	22
6.8 GENERACIÓN HÍBRIDA	23

6.9 GRUPO ELECTRÓGENO	24
6.10 FONTANERÍA	25
6.10.1 Instalación General.....	25
6.10.2 Tuberías.....	25
6.10.3 Accesorios.....	26
6.11 SANEAMIENTO.....	29
6.12 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	35

ESTADO DE MEDICIONES

6.1 ILUMINACIÓN

6.1.1 Aparamenta de Iluminación

Descripción	
Conmutador Conmutador con mecanismo EUNEA, del fabricante Schneider o equivalente. Con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.	
Unidades	Medición
Ud.	4

Descripción	
Conmutador de Cruzamiento Conmutador de cruzamiento con mecanismo EUNEA, del fabricante Schneider o equivalente. Con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Detector de Movimiento Steinel HF360 Detector de movimiento de alta frecuencia con montaje empotrado, con un ángulo de detección de 360º, fabricante Steinel o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	9

Descripción	
Interruptor Interruptor con mecanismo EUNEA, del fabricante Schneider o equivalente. Con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.	
Unidades	Medición
Ud.	19

6.1.2 Luminarias

Descripción	
Philips 332TSW 1xTL5-28W HFP NB P	
Luminaria led para montaje en superficie o semi-empotrado para montajes en zonas que requieren protección IP44 y óptica de alto rendimiento, fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	96

Descripción	
Philips BY461P 1xLED240S/740 MB GC	
Luminaria LED para montaje suspendido para naves a gran altura, fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	30

Descripción	
Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830	
Luminaria downlight con tecnología LED para montaje empotrado, especial para iluminación en zonas de interior, fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	30

Descripción	
Philips BBS417 W9L120 1xLED24/840 LIN-PC	
Luminaria led modular para montaje empotrado del fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	62

Descripción	
Philips BBS460 W30L120 1xLED24/840 MLO-PC	
Luminaria led modular para montaje empotrado del fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	6

Descripción	
Philips BPS460 W33L124 1xLED48/830 AC-MLO	
Luminaria led universal para montaje suspendido del fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	21

Descripción	
Philips CR200B 2xTL5-54W HFP GT	
Luminaria led para montaje empotrado, especial para aplicación en zonas de importancia de higiene o superficies inflamables, del fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	8

Descripción	
Philips RC160V W30L120 1xLED34/830	
Luminaria led para montaje empotrado o en superficie, del fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
Philips RC160V W60L60 1xLED34/830	
Luminaria led para montaje empotrado o en superficie, del fabricante Philips o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	17

Descripción	
Philips SNF 111 /1kW	
Proyector de vidrio exterior con luminaria vapor de sodio de alta presión para montaje en exterior para montajes en zonas que requieren protección IP65.	
Unidades	Medición
Ud.	24

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	20
h.	Ayudante de electricista	20

6.2 CONTRAINCENDIOS

Descripción	
BIE DN 25 (30 m manguera)	
Equipo de manguera contraincendios formado por: caja metálica con puerta de vidrio, conjunto de alimentación, apoyo compuesto de llave de apertura rápida, manómetro de 0 a 16 bar, manguera semirrígida de 25 mm de diámetro con 30 metros de longitud.	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
Depósito 25.000 L Horizontal de Poliéster	
Depósito horizontal de poliéster reforzado con fibra de vidrio utilizado en instalaciones enterradas de almacenamiento de líquidos.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Detector Manual Contraincendios con Pulsador	
Detector manual con pulsador convencional en color rojo, para instalación en interiores, de montaje en superficie con ruptura de cristal.	
Unidades	Medición
Ud.	8

Descripción	
Extintor con Polvo ABC 6 kg	
Extintor con 6 kg de capacidad, eficiencia 21 A y polvo equivalente con montaje sobre pared.	
Unidades	Medición
Ud.	6

Descripción	
Grupo de Bombeo Ebara AF 3M 40-200 /5.5	
Grupo de bombeo contraincendios formado por una bomba eléctrica, una bomba jockey para mantener la presión constante y una bomba diésel auxiliar, del fabricante Ebara o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Panel de Control Contraincendios Sinteso	
Panel de control contraincendios con pantalla de información y alarma, del fabricante Siemens o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Placa de Señalización de Equipos Anti-incendios	
Placa de señalización de equipos antiincendios de aluminio fotoluminiscente 210 x 210 mm.	
Unidades	Medición
Ud.	8

Descripción	
Placa de Señalización de Evacuación	
Placa de señalización de evacuación de aluminio fotoluminiscente 210 x 210 mm.	
Unidades	Medición
Ud.	27

Descripción	
Sirena Anti-incendios FNM-420-A-BS	
Sirena antiincendios direccionable con certificado UNE EN 54-3. Alimentada desde el propio bus, permite 80 sirenas en lazo, aisladores de cortocircuito según UNE EN 54-17, 5 niveles de presión sonora, 32 tonos de alarma, direccionamiento manual o automático y protección IP 66.	
Unidades	Medición
Ud.	3

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (fontanero)	10
h.	Ayudante de fontanero	10

6.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Descripción	
Legrand NT 61833 Luminaria de emergencia autónoma con lámparas fluorescentes, de marca Legrand o similar. Fabricada según normas EN 60598-2-22-99, UNE 20392-93. Autonomía 1 hora. Leds de señalización. Resistente al calor y al fuego. Incluye accesorios de anclaje y conexionado.	
Unidades	Medición
Ud.	84

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	5
h.	Ayudante de electricista	5

6.4 LÍNEA DE MT

Descripción	
Cable Pirelli AL Voltalene H 12/20 kV 95 mm² Cable AL Voltalene 1 x 95 mm ² , del fabricante Pirelli, conductor compacto de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228. Aislamiento polietileno reticulado XLPE, pantalla metálica de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre contraespira. Cubierta termoplástica Z1, VEMEX. Normalizado por Gas Natural Fenosa.	
Unidades	Medición
m.	75

Descripción	
Excavación de Zanja Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.	
Unidades	Medición
m.	25

Descripción	
Tubo de Diámetro 110 mm Tubo corrugado rojo de 110 mm de diámetro para uso de telecomunicaciones.	
Unidades	Medición
m.	50

Descripción	
Tubo de Diámetro 160 mm	
Tubo corrugado rojo de 160 mm de diámetro para línea de MT.	
Unidades	Medición
m.	25

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	5
h.	Ayudante de electricista	5
h.	Peón de Obra	5

6.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

6.5.1 Obra Civil

Descripción	
Edificio de Transformación: PFU-4/20	
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.	
Unidades	Medición
Ud.	1

6.5.2 Equipo de MT

Descripción	
Entrada / Salida : CGMCOSMOS-L	
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> - $U_N = 24$ kV. - $I_N = 400$ A. - $I_{CC} = 16$ kA / 40 kA. - Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1.740 mm. - Mando: manual tipo B. 	
Se incluyen el montaje y conexión.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Protección General: CGMCOSMOS-V</p> <p>Módulo metálico de corte en vacío y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $U_N = 24$ kV. - $I_N = 400$ A. - $I_{CC} = 16$ kA / 40 kA. - Dimensiones: 480 mm / 850 mm / 1.740 mm. - Mando (automático): manial RAV. - Relé de protección: ekorRPG-301A. <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Medida: CGMCOSMOS-M</p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexicionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $U_N = 24$ kV. - Dimensiones: 800 mm / 1.025 mm / 1.740 mm. <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Puentes MT Transformador: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Puentes entre Celdas: Cables MT 12/20 kV	
Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo atornillable y modelo K430TB y del tipo cono.	
Unidades	Medición
Ud.	1

6.5.3 Equipo de Potencia

Descripción	
Transformador : Transformador seco 24 kV	
Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 6% y regulación primaria de +/- 5%, +/- 2,5%. Se incluye también una protección con Central electrónica de alarmas.	
Unidades	Medición
Ud.	1

6.5.4 Equipo de BT

Descripción	
Cuadros BT - B2 Transformador : Interruptor automático BT	
Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:	
<ul style="list-style-type: none"> - Interruptor automático de 400 A. - Salidas formadas por bases portafusibles: 4 Salidas. - Tensión nominal = 440 V. - Aislamiento: 10 kV. - Dimensiones: 1.820 mm / 580 mm / 300 mm. 	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Puentes BT - B2 Transformador : Puentes BT - B2 Transformador	
Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2F + N de 3,0 m de longitud.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida	
Contador tarifador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.	
Unidades	Medición
Ud.	1

6.5.5 Sistema de Puesta a Tierra

Descripción	
Tierras Exteriores Protección Transformación: Anillo rectangular	
Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.	
Características:	
<ul style="list-style-type: none"> - Geometría: Anillo rectangular. - Profundidad = 0,5 m. - Número de picas = 4. - Longitud de picas: 2 m. - Dimensiones del rectángulo = 5.0 x 2.5. 	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Tierras Exteriores Servicio Transformación: Picas alineadas	
Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.	
Características:	
<ul style="list-style-type: none"> - Geometría: Picas alineadas. - Profundidad = 0,5 m. - Número de picas = 2. - Longitud de picas = 2 m. - Distancia entre picas = 3m. 	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Tierras Interiores Protección Transformación: Instalación interior tierras	
<p>Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparamenta de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Tierras Interiores Servicio Transformación: Instalación interior tierras	
<p>Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	1

6.5.6 Varios

Descripción	
Defensa de Transformador : Protección física transformador	
<p>Protección metálica para defensa del transformador.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación	
<p>Equipo de iluminación compuesto de:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. 	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación	
<p>Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Banquillo aislante. - Par de guantes de amianto. - Una palanca de accionamiento. 	
Unidades	Medición
Ud.	1

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	10
h.	Ayudante de electricista	10
h.	Peón de Obra	10

6.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

6.6.1 Cableado

Descripción	
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 2,5 mm²	
<p>Cable Afumex Easy (S) Sección 2,5 mm², del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.</p>	
Unidades	Medición
m.	550

Descripción	
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 4 mm²	
<p>Cable Afumex Easy (S) Sección 4 mm², del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.</p>	
Unidades	Medición
m.	560

Descripción	
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 6 mm²	
Cable Afumex Easy (S) Sección 6 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	200

Descripción	
Cable Pirelli Afumex Easy 1 RZ1-K 10 mm²	
Cable Afumex Easy (S) Sección 10 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	150

Descripción	
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 25 mm²	
Cable Afumex Easy (S) Sección 25 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	4

Descripción	
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 35 mm²	
Cable Afumex Easy (S) Sección 35 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	2

Descripción	
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 240 mm²	
Cable Afumex Easy (S) Sección 240 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	80

Descripción	
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 16 mm²	
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 16 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	1.180

Descripción	
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 25 mm²	
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 25 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	1.335

Descripción	
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 35 mm²	
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 35 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	90

Descripción	
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 50 mm²	
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 50 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	86

Descripción	
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 120 mm²	
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 120 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.	
Unidades	Medición
m.	120

Descripción	
Cable Pirelli Retenax Flex RV-K 1,5 mm²	
Cable flexible Retenax Flex RV-K Sección 1,5 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo.	
Unidades	Medición
m.	2.145

Descripción	
Cable Pirelli Retenax Flex RV-K 2,5 mm²	
Cable flexible Retenax Flex RV-K Sección 2,5 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo.	
Unidades	Medición
m.	20

Descripción	
Cable Pirelli Retenax Flex RV-K 4 mm²	
Cable flexible Retenax Flex RV-K Sección 4 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo.	
Unidades	Medición
m.	90

Descripción	
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 6 mm²	
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 6 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.	
Unidades	Medición
m.	8

Descripción	
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 25 mm²	
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 25 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.	
Unidades	Medición
m.	82

Descripción	
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 35 mm²	
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 35 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.	
Unidades	Medición
m.	697

Descripción	
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 50 mm²	
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 50 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.	
Unidades	Medición
m.	242

6.6.2 Cuadros Generales

Cuadro General de Protección y Medida		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 2 filas, 96 pasos	1
Ud.	NS400N STR23 SE 4P3R	1
Ud.	VIGICOMPACT MH NS160N TM125D 4P3R	1
Ud.	NS100N TM100D 4P3R	2
Ud.	NS100N TM80D 4P3R	1
Ud.	C60N "C" 4P 50 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	1
Ud.	ID 4/100/300 Clase AC	2
Ud.	ID 4/80/300 Clase AC	1
Ud.	ID 4/63/300 Clase AC	2
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	1

Cuadro General de Alumbrado		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 2 filas, 96 pasos	1
Ud.	NS100N TM100D 4P3R	1
Ud.	NS100N TM80D 4P3R	1
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	4
Ud.	ID 4/80/300 Clase AC	1
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	4

Cuadro General de Fuerza		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 2 filas, 96 pasos	1
Ud.	NS160N TM125D 4P3R	1
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1
Ud.	ID 4/40/300 Clase AC	2
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	2

6.6.3 Cuadros Secundarios de Alumbrado

Cuadro Secundario de Alumbrado 1		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	5
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	5

Cuadro Secundario de Alumbrado 2		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	8
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	8

Cuadro Secundario de Alumbrado 3		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	12
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	12

Cuadro Secundario de Alumbrado 4		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	12
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	12

Cuadro Secundario de Alumbrado 5		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	NS100N TM80D 4P3R	1
Ud.	C60N "C" 2P 20 A	12
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	12

6.6.4 Cuadros Secundarios de Fuerza

Cuadro Secundario de Fuerza 1		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	5
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	1
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	5

Cuadro Secundario de Fuerza 2		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 25 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	7
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	8

Cuadro Secundario de Fuerza 3		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	1
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	9
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	2
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	9

Cuadro Secundario de Fuerza 4		
Unidades	Descripción	Medición
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	2
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	6
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	2
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	6

6.6.5 Bases de Enchufe

Descripción	
Base de Enchufe 2P +TT 16 A	
Base de enchufe con toma de tierra lateral de superficie, fabricante Legrand o equivalente.	
Unidades	Medición
Ud.	70

Descripción	
Base de Enchufe 2P +TT 25 A	
Base de enchufe con toma de tierra lateral de superficie, fabricante Legrand o equivalente.	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
Base de Enchufe Estanca 2P +TT 16 A	
Base de enchufe con toma de tierra lateral estanco de superficie, protección IP-55, fabricante Legrand o equivalente.	
Unidades	Medición
Ud.	27

6.6.6 Batería de Condensadores

Descripción	
Rectimat 2 50 KVAr 400 SAH V 4 x 12,5	
Bateria de Condensadores Rectimat 2 50 kVar 400 SAH con 4 escalones fijos de 12,5 kVAr del fabricante Schneider o similar.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	100
h.	Ayudante de electricista	100

6.7 FILTRO DE SECUENCIA

Descripción	
Bobina 60 mH	
Bobina de 60 mH a 400 V.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Bobina 1H, 400 V	
Bobina de 60 mH a 400 V.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Condensador 100 uF, 400 V	
Condensador fijo electrolítico de aluminio, 400 V, 100 uF.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Condensador 160 uF, 400 V	
Condensador fijo de aluminio, 400 V, 160 uF.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Condensador 12 uF, 400 V	
Condensador fijo de aluminio, 400 V, 12 uF.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	5
h.	Ayudante de electricista	5

6.8 GENERACIÓN HÍBRIDA

Descripción	
Aerogenerador Mini-Eólico Enair 70	
Minieólico Enair 70 de 5500 W, 4 polos, 250 rpm, con un diámetro de 4,1 m y viento mínimo de 2 m/s para arrancar. Equipado con resistencia eléctrica de frenado y regulador eólico. Tensiones de trabajo 220 / 48 / 24 V. Incluye montaje y conexionado.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Inversor Híbrido Trifásico Xantrex XW6048	
Inversor híbrido trifásico Xantrex XW6048, del fabricante Schneider o similar, con potencia nominal de 6 kW y conversión de continua a trifásica 400 V.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Inversor Trifásico Zigor Solar XTR3 15	
Inversor trifásico Zigor Solar XTR3 15, del fabricante Zigor o similar, con potencia nominal de 15 kW y conversión de continua a trifásica 400 V.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Módulo Solar Fotovoltaico Atersa A-260P GSE	
Módulo solar fotovoltaico A-260P GSE, Atersa o similar con una potencia máxima de 260 W, formado por 60 células policristalinas. Dimensiones: 1.638 x 995 x40 mm. Incluye instalación y conexionado.	
Unidades	Medición
Ud.	40

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	15
h.	Ayudante de electricista	15

6.9 GRUPO ELECTRÓGENO

Descripción	
Grupo Electrónico Ayerbe AY-1500-40 DA TX	
Grupo eléctrico Ayerbe AY-1500-40 DA TX, del fabricante Ayerbe, trifásico 400 V con potencia continua activa de 32 kW y máxima activa de 35,20 kW.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (electricista)	5
h.	Ayudante de electricista	5

6.10 FONTANERÍA

6.10.1 Instalación General

Descripción	
Acometida DN63 Polietileno Acometida a la red general municipal de agua DN63 mm., hasta una longitud máxima de 8 m, realizada con tubo de polietileno de alta densidad.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Contador de Agua Contador divisionario de agua de 15 mm. de diametro, colocado en centralización, incluida instalación de válvula de entrada orientable, grifo de pruebas, conexión flexible de 50 cm. válvula de salida antirretorno de DN-15, llave de abonado, filtro, grifo de prueba y demás material auxiliar, montaje, pruebas y medios auxiliares.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Bomba Recirculación ACS Bomba centrífuga de bajo consumo para recirculación de agua caliente sanitaria.	
Unidades	Medición
Ud.	1

6.10.2 Tuberías

Descripción	
Tubería Acero 1 1/2" Tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40mm, según UNE 19048.	
Unidades	Medición
m.	40

Descripción	
Tubo de Polipropileno PN20 16 x 2,7 Tubería de polipropileno de 16 mm y espesor 2,7 mm.	
Unidades	Medición
m.	356

Descripción	
Tubo de Polipropileno PN20 20 x 3,4	
Tubería de polipropileno de 20 mm y espesor 3,4 mm.	
Unidades	Medición
m.	97

Descripción	
Tubo de Polipropileno PN20 25 x 4,2	
Tubería de polipropileno de 25 mm y espesor 4,2 mm.	
Unidades	Medición
m.	118

Descripción	
Tubo de Polipropileno PN20 32 x 5,4	
Tubería de polipropileno de 32 mm y espesor 5,4 mm.	
Unidades	Medición
m.	142

Descripción	
Tubo de Polipropileno PN20 40 x 6,7	
Tubería de polipropileno de 40 mm y espesor 6,7 mm.	
Unidades	Medición
m.	18

Descripción	
Tubo de Polipropileno PN20 50 x 8,4	
Tubería de polipropileno de 50 mm y espesor 8,4 mm.	
Unidades	Medición
m.	133

6.10.3 Accesorios

Descripción	
Codo 90° DN16	
Unidades	Medición
Ud.	90

Descripción	
Codo 90° DN20	
Unidades	Medición
Ud.	8

Descripción	
Codo 90° DN25	
Unidades	Medición
Ud.	8

Descripción	
Codo 90° DN32	
Unidades	Medición
Ud.	9

Descripción	
Codo 90° DN40	
Unidades	Medición
Ud.	10

Descripción	
Codo 90° DN50	
Unidades	Medición
Ud.	10

Descripción	
T DN16	
Unidades	Medición
Ud.	17

Descripción	
T DN 20	
Unidades	Medición
Ud.	4

Descripción	
T DN 32	
Unidades	Medición
Ud.	12

Descripción	
T DN 40	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
T Reducida 16 x 20 x 16	
Unidades	Medición
Ud.	10

Descripción	
T Reducida 16 x 25 x 16	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
T Reducida 20 x 25 x 20	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
T Reducida 25 x 16 x 25	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
T Reducida 25 x 20 x 25	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
T Reducida 25x 32 x 25	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
T Reducida 50 x 16 x 50	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
T Reducida 50 x 25 x 50	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
T Reducida 50 x 32 x 50	
Unidades	Medición
Ud.	7

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (fontanero)	100
h.	Ayudante de fontanero	100

6.11 SANEAMIENTO

Descripción	
Arqueta de paso 40 x 40	
<p>Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 40 x 40 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	15

Descripción	
Arqueta de paso 50 x 50	
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50 x 50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
Ud.	24

Descripción	
Arqueta de paso 60 x 60	
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 60 x 60 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
Ud.	16

Descripción	
Arqueta de paso 60 x 70	
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 60 x 70 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Bajante PVC DN50	
Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
m.	10

Descripción	
<p>Bajante PVC DN63</p> <p>Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 63 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.</p>	
Unidades	Medición
m.	10

Descripción	
<p>Bajante PVC DN75</p> <p>Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.</p>	
Unidades	Medición
m.	20

Descripción	
<p>Bajante PVC DN90</p> <p>Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.</p>	
Unidades	Medición
m.	32

Descripción	
<p>Bomba Recirculación Pluviales</p> <p>Bomba centrífuga de bajo consumo para reutilización de agua de pluviales.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
<p>Bote Sifónico 40/50</p> <p>Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 40 mm de diámetro y una salida de 50 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	5

Descripción	
<p>Bote Sifónico 50/75</p> <p>Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 50 mm de diámetro y una salida de 75 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	6

Descripción	
<p>Canalones DN100</p> <p>Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 100 mm.</p>	
Unidades	Medición
m.	50

Descripción	
<p>Canalones DN125</p> <p>Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 125 mm.</p>	
Unidades	Medición
m.	45

Descripción	
<p>Canalones DN200</p> <p>Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 200 mm.</p>	
Unidades	Medición
m.	45

Descripción	
Colector DN 75	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 75 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Unidades	Medición
Ud.	4

Descripción	
Colector DN 90	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 90 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Unidades	Medición
Ud.	11

Descripción	
Colector DN 110	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 110 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Unidades	Medición
Ud.	24

Descripción	
Colector DN 160	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 160 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Unidades	Medición
Ud.	11

Descripción	
Colector DN 200	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 200 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Unidades	Medición
Ud.	5

Descripción	
Colector DN 250	
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 250 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Tubería PVC DN 90	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 90 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
m.	55

Descripción	
Tubería PVC DN 110	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
m.	145

Descripción	
Tubería PVC DN 160	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 160 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
m.	110

Descripción	
Tubería PVC DN 200	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 200 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
m.	50

Descripción	
Tubería PVC DN 250	
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 250 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.	
Unidades	Medición
m.	2

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (fontanero)	100
h.	Ayudante de fontanero	100

6.12 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Descripción	
Acumulador Solar ACS LogaLux L2TN2500	
Acumulador con intercambiador de calor de tubos vitrificados, reemplazables. Apilables hasta tres acumuladores. Protección anticorrosión según DIN 4753-3 mediante el termovitrificado Duoclean MKT y ánodo inerte. A partir de 2000 litros el equipo lleva 2 ánodos inertes. Aislamiento de 90mm de espesor y espuma rígida de poliuretano inyectado libre de clorofluorocarburos (CFC). Resistente al agua de mar con una capa protectora adicional.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Acumulador Solar ACS LogaLux LTN2000	
Acumulador con intercambiador de calor de tubos vitrificados, reemplazables. Apilables hasta tres acumuladores. Protección anticorrosión según DIN 4753-3 mediante el termovitrificado Duoclean MKT y ánodo inerte. A partir de 2000 litros el equipo lleva 2 ánodos inertes. Aislamiento de 90mm de espesor y espuma rígida de poliuretano inyectado libre de clorofluorocarburos (CFC). Resistente al agua de mar con una capa protectora adicional.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Caldera de Pellets Ferroli SF6	
Caldera de pellets Ferroli SF6 con potencia nominal de 42 kW, rendimiento del 87,7 %, presión de trabajo mínima de 4 bar, con consumo medio de pellets de 8,1 kg/h y dimensiones de 1.100 x 1.050 x 1.290 mm.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Depósito de Pellets GEOTank GEO11-T2/EG2	
Depósito de pellets enterrado GEOTank GEO11-T2/EG2 de la marca GEOPlast con un volumen de almacenamiento de 11 m ³ con capacidad para 6.000 kg de pellets.	
Unidades	Medición
Ud.	1

Descripción	
Panel Solar Térmico Solaria 2.8 AL AL	
Captador solar térmico Solaria 2.8 AL AL del fabricante Fagor o equivalente. Compuesto por Un panel de 2.220 x 1.080 x 90 mm con una transmitividad de 0,91 y un área de captación de 2,14 m ² . Incluye conexionado, sujeción y montaje	
Unidades	Medición
Ud.	42

Descripción	
<p>Purgador Automático</p> <p>Suministro y colocación de purgador automático de energía solar, de latón fundido, para Temperaturas de hasta 150° C; colocada mediante unión roscada, incluso llave de corte, totalmente instalado y funcionando.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Sonda de Temperatura</p> <p>Sonda de temperatura utilizada para medir la temperatura de los captadores o acumuladores solares. Incluye precio de la sonda más instalación y comprobación de funcionamiento.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	2

Descripción	
<p>Vaso de Expansión SolarVarem LR</p> <p>Suministro y colocación de vaso de expansión de 5 l, presión máxima 8 bar, totalmente instalado y funcionando.</p>	
Unidades	Medición
Ud.	2

Unidades	Descripción	Medición
h.	Oficial 1ª (fontanero)	40
h.	Ayudante de fontanero	40

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

PRESUPUESTO

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DE PRESUPUESTO

7.1 ILUMINACIÓN	3
7.1.1 Aparamenta de Iluminación	3
7.1.2 Luminarias	4
7.2 CONTRAINCENDIOS	6
7.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	8
7.4 LÍNEA DE MT	8
7.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	9
7.5.1 Obra Civil	9
7.5.2 Equipo de MT	9
7.5.3 Equipo de Potencia	11
7.5.4 Equipo de BT	11
7.5.5 Sistema de Puesta a Tierra	12
7.5.6 Varios	13
7.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	14
7.6.1 Cableado	14
7.6.2 Cuadros Generales	19
7.6.3 Cuadros Secundarios de Alumbrado	20
7.6.4 Cuadros Secundarios de Fuerza	20
7.6.5 Bases de Enchufe	21
7.6.6 Batería de Condensadores	22
7.7 FILTRO DE SECUENCIA	22
7.8 GENERACIÓN HÍBRIDA	24

7.9 GRUPO ELECTRÓGENO	25
7.10 FONTANERÍA	25
7.10.1 Instalación General.....	25
7.10.2 Tuberías.....	26
7.10.3 Accesorios.....	27
7.11 SANEAMIENTO	30
7.12 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA.....	36
7.13 RESUMEN Y PRESUPUESTO TOTAL.....	39

ESTADO DE MEDICIONES**7.1 ILUMINACIÓN****7.1.1 Aparamenta de Iluminación**

Descripción			
Conmutador			
Conmutador con mecanismo EUNEA, del fabricante Schneider o equivalente. Con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	4,49	17,96

Descripción			
Conmutador de Cruzamiento			
Conmutador de cruzamiento con mecanismo EUNEA, del fabricante Schneider o equivalente. Con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	9,49	9,49

Descripción			
Detector de Movimiento Steinel HF360			
Detector de movimiento de alta frecuencia con montaje empotrado, con un ángulo de detección de 360°, fabricante Steinel o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	63,55	571,95

Descripción			
Interruptor			
Interruptor con mecanismo EUNEA, del fabricante Schneider o equivalente. Con marco, de conexión rápida, caja de derivación empotrada y elementos de conexión, construido según R.B.T., totalmente montado e instalado.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	19	4,19	79,61

7.1.2 Luminarias

Descripción			
Philips 332TSW 1xTL5-28W HFP NB P			
Luminaria led para montaje en superficie o semi-empotrado para montajes en zonas que requieren protección IP44 y óptica de alto rendimiento, fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	96	125,85	12.081,60

Descripción			
Philips BY461P 1xLED240S/740 MB GC			
Luminaria LED para montaje suspendido para naves a gran altura, fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	30	950	28.500

Descripción			
Philips BBG390 6xLED-HB-25-/830			
Luminaria downlight con tecnología LED para montaje empotrado, especial para iluminación en zonas de interior, fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	30	80	2.400

Descripción			
Philips BBS417 W9L120 1xLED24/840 LIN-PC			
Luminaria led modular para montaje empotrado del fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	62	407	25.234

Descripción			
Philips BBS460 W30L120 1xLED24/840 MLO-PC			
Luminaria led modular para montaje empotrado del fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	490	2.940

Descripción			
Philips BPS460 W33L124 1xLED48/830 AC-MLO			
Luminaria led universal para montaje suspendido del fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	21	534	11.214

Descripción			
Philips CR200B 2xTL5-54W HFP GT			
Luminaria led para montaje empotrado, especial para aplicación en zonas de importancia de higiene o superficies inflamables, del fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	317	2.536

Descripción			
Philips RC160V W30L120 1xLED34/830			
Luminaria led para montaje empotrado o en superficie, del fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	379	758

Descripción			
Philips RC160V W60L60 1xLED34/830			
Luminaria led para montaje empotrado o en superficie, del fabricante Philips o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	17	275	4.675

Descripción			
Philips SNF 111 /1kW			
Proyector de vidrio exterior con luminaria vapor de sodio de alta presión para montaje en exterior para montajes en zonas que requieren protección IP65.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	24	1.153	27.672

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	20	17,82	356,40
h.	Ayudante de electricista	20	16,10	322

Total Importe Iluminación	119.368,01 €
----------------------------------	--------------

7.2 CONTRAINCENDIOS

Descripción			
BIE DN 25 (30 m manguera)			
Equipo de manguera contraincendios formado por: caja metálica con puerta de vidrio, conjunto de alimentación, apoyo compuesto de llave de apertura rápida, manómetro de 0 a 16 bar, manguera semirrígida de 25 mm de diámetro con 30 metros de longitud.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	361,34	722,68

Descripción			
Depósito 25.000 L Horizontal de Poliéster			
Depósito horizontal de poliéster reforzado con fibra de vidrio utilizado en instalaciones enterradas de almacenamiento de líquidos.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3.883,41	3.883,41

Descripción			
Detector Manual Contraincendios con Pulsador			
Detector manual con pulsador convencional en color rojo, para instalación en interiores, de montaje en superficie con ruptura de cristal.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	35,31	282,48

Descripción			
Extintor con Polvo ABC 6 kg			
Extintor con 6 kg de capacidad, eficiencia 21 A y polvo equivalente con montaje sobre pared.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	44,34	266,04

Descripción			
Grupo de Bombeo Ebara AF 3M 40-200 /5.5			
Grupo de bombeo contraincendios formado por una bomba eléctrica, una bomba jockey para mantener la presión constante y una bomba diésel auxiliar, del fabricante Ebara o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	4.906	4.906

Descripción			
Panel de Control Contraincendios Sinteso			
Panel de control contraincendios con pantalla de información y alarma, del fabricante Siemens o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	267,14	267,14

Descripción			
Placa de Señalización de Equipos Anti-incendios			
Placa de señalización de equipos antiincendios de aluminio fotoluminiscente 210 x 210 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	8,30	66,40

Descripción			
Placa de Señalización de Evacuación			
Placa de señalización de evacuación de aluminio fotoluminiscente 210 x 210 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	27	8,30	224,10

Descripción			
Sirena Anti-incendios FNM-420-A-BS			
Sirena antiincendios direccionable con certificado UNE EN 54-3. Alimentada desde el propio bus, permite 80 sirenas en lazo, aisladores de cortocircuito según UNE EN 54-17, 5 niveles de presión sonora, 32 tonos de alarma, direccionamiento manual o automático y protección IP 66.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	3	99,90	299,70

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (fontanero)	10	17,82	178,20
h.	Ayudante de fontanero	10	16,10	161

Total Importe Contraincendios		11.257,15 €		
--------------------------------------	--	-------------	--	--

7.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA

Descripción			
Legrand NT 61833			
Luminaria de emergencia autónoma con lámparas fluorescentes, de marca Legrand o similar. Fabricada según normas EN 60598-2-22-99, UNE 20392-93. Autonomía 1 hora. Leds de señalización. Resistente al calor y al fuego. Incluye accesorios de anclaje y conexionado.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	84	199,27	16.738,68

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	5	17,82	89,10
h.	Ayudante de electricista	5	16,10	80,50

Total Importe Alumbrado de Emergencia	16.908,28 €
--	--------------------

7.4 LÍNEA DE MT

Descripción			
Cable Pirelli AL Voltalene H 12/20 kV 95 mm²			
Cable AL Voltalene 1 x 95 mm ² , del fabricante Pirelli, conductor compacto de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228. Aislamiento polietileno reticulado XLPE, pantalla metálica de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre contraespira. Cubierta termoplástica Z1, VEMEX. Normalizado por Gas Natural Fenosa.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	75	20,22	1.516,50

Descripción			
Excavación de Zanja			
Excavación en zanjas, en terrenos disgregados, por medios mecánicos, con extracción de tierras a los bordes, sin carga ni transporte al vertedero y con p.p. de medios auxiliares.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	25	9	225

Descripción			
Tubo de Diámetro 110 mm			
Tubo corrugado rojo de 110 mm de diámetro para uso de telecomunicaciones.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	50	6,20	310

Descripción			
Tubo de Diámetro 160 mm			
Tubo corrugado rojo de 160 mm de diámetro para línea de MT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	25	7,42	185,50

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	5	17,82	89,10
h.	Ayudante de electricista	5	16,10	80,50
h.	Peón de Obra	5	16,10	80,50

Total Importe Línea MT	2.487,10 €
-------------------------------	-------------------

7.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

7.5.1 Obra Civil

Descripción			
Edificio de Transformación: PFU-4/20			
Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-4/20, de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	8.400	8.400

7.5.2 Equipo de MT

Descripción			
Entrada / Salida : CGMCOSMOS-L			
Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:			
<ul style="list-style-type: none"> - $U_N = 24$ kV. - $I_N = 400$ A. - $I_{CC} = 16$ kA / 40 kA. - Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1.740 mm. - Mando: manual tipo B. 			
Se incluyen el montaje y conexión.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2.675	2.675

Descripción			
<p>Protección General: CGMCOSMOS-V</p> <p>Módulo metálico de corte en vacío y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $U_N = 24$ kV. - $I_N = 400$ A. - $I_{CC} = 16$ kA / 40 kA. - Dimensiones: 480 mm / 850 mm / 1.740 mm. - Mando (automático): manial RAV. - Relé de protección: ekorRPG-301A. <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	14.775	14.775

Descripción			
<p>Medida: CGMCOSMOS-M</p> <p>Módulo metálico, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los aparatos y materiales adecuados, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - $U_N = 24$ kV. - Dimensiones: 800 mm / 1.025 mm / 1.740 mm. <p>Se incluyen en la celda tres (3) transformadores de tensión y tres (3) transformadores de intensidad, para la medición de la energía eléctrica consumida, con las características detalladas en la Memoria.</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	6.150	6.150

Descripción			
<p>Puentes MT Transformador: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo RHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.</p>			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	950	950

Descripción			
Puentes entre Celdas: Cables MT 12/20 kV			
Cables MT 12/20 kV del tipo DHV, unipolares, con conductores de sección y material 1x95 Al empleando 3 de 2 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo atornillable y modelo K430TB y del tipo cono.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	950	950

7.5.3 Equipo de Potencia

Descripción			
Transformador : Transformador seco 24 kV			
Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 250 kVA y refrigeración natural seco, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 6% y regulación primaria de +/- 5%, +/- 2,5%. Se incluye también una protección con Central electrónica de alarmas.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	8.900	8.900

7.5.4 Equipo de BT

Descripción			
Cuadros BT - B2 Transformador : Interruptor automático BT			
Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación con las siguientes características:			
<ul style="list-style-type: none"> - Interruptor automático de 400 A. - Salidas formadas por bases portafusibles: 4 Salidas. - Tensión nominal = 440 V. - Aislamiento: 10 kV. - Dimensiones: 1.820 mm / 580 mm / 300 mm. 			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	4.500	4.500

Descripción			
Puentes BT - B2 Transformador : Puentes BT - B2 Transformador			
Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2F + N de 3,0 m de longitud.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	900	900

Descripción			
Equipo de Medida de Energía: Equipo de medida			
Contador tarificador electrónico multifunción, registrador electrónico y regleta de verificación.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	2.750	2.750

7.5.5 Sistema de Puesta a Tierra

Descripción			
Tierras Exteriores Protección Transformación: Anillo rectangular			
Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo. El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.			
Características:			
<ul style="list-style-type: none"> - Geometría: Anillo rectangular. - Profundidad = 0,5 m. - Número de picas = 4. - Longitud de picas: 2 m. - Dimensiones del rectángulo = 5.0 x 2.5. 			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	1.285	1.285

Descripción			
Tierras Exteriores Servicio Transformación: Picas alineadas			
Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.			
Características:			
<ul style="list-style-type: none"> - Geometría: Picas alineadas. - Profundidad = 0,5 m. - Número de picas = 2. - Longitud de picas = 2 m. - Distancia entre picas = 3m. 			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	630	630

Descripción			
Tierras Interiores Protección Transformación: Instalación interior tierras			
Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás aparataje de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	925	925

Descripción			
Tierras Interiores Servicio Transformación: Instalación interior tierras			
Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	925	925

7.5.6 Varios

Descripción			
Defensa de Transformador : Protección física transformador			
Protección metálica para defensa del transformador.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	283	283

Descripción			
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación			
Equipo de iluminación compuesto de:			
<ul style="list-style-type: none"> - Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT. - Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local. 			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	600	600

Descripción			
Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación			
Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:			
<ul style="list-style-type: none"> - Banquillo aislante. - Par de guantes de amianto. - Una palanca de accionamiento. 			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	325	325

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	10	17,82	178,20
h.	Ayudante de electricista	10	16,10	161
h.	Peón de Obra	10	16,10	161

Total Importe Centro de Transformación	56.423,20 €
---	--------------------

7.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

7.6.1 Cableado

Descripción			
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 2,5 mm²			
Cable Afumex Easy (S) Sección 2,5 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	550	1,99	1.094,50

Descripción			
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 4 mm²			
Cable Afumex Easy (S) Sección 4 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	560	2,94	1.646,40

Descripción			
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 6 mm²			
Cable Afumex Easy (S) Sección 6 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	200	3,68	736

Descripción			
Cable Pirelli Afumex Easy 1 RZ1-K 10 mm²			
Cable Afumex Easy (S) Sección 10 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	150	5,85	877,50

Descripción			
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 25 mm²			
Cable Afumex Easy (S) Sección 25 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	4	12,93	49,20

Descripción			
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 35 mm²			
Cable Afumex Easy (S) Sección 35 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	2	17,97	35,94

Descripción			
Cable Pirelli Afumex Easy RZ1-K 240 mm²			
Cable Afumex Easy (S) Sección 240 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	80	115,11	9.208,8

Descripción			
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 16 mm²			
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 16 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	1.180	1,77	2.088,60

Descripción			
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 25 mm²			
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 25 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	1.335	2,35	3.137,25

Descripción			
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 35 mm²			
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 35 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	90	2,53	227,70

Descripción			
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 50 mm²			
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 50 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	86	2,82	242,52

Descripción			
Cable Pirelli AL Voltalene Flamex (S) AL XZ1 (S) 120 mm²			
Cable de aluminio AL Voltalene Flamex (S) Sección 120 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), no propagador de incendios (UNE-EN 50266-2), libre de halógenos (UNE-EN 50267-2-1), baja emisión de humos (UNE-EN 50267-2) y baja emisión de gases corrosivos (UNE-EN 50267-2-2); para instalación bajo tubo, según REBT.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	120	5,93	711,60

Descripción			
Cable Pirelli Retenax Flex RV-K 1,5 mm²			
Cable flexible Retenax Flex RV-K Sección 1,5 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	2.145	1,08	2.316,60

Descripción			
Cable Pirelli Retenax Flex RV-K 2,5 mm²			
Cable flexible Retenax Flex RV-K Sección 2,5 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	20	1,71	34,20

Descripción			
Cable Pirelli Retenax Flex RV-K 4 mm²			
Cable flexible Retenax Flex RV-K Sección 4 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	90	2,62	235,80

Descripción			
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 6 mm²			
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 6 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	8	3,37	26,96

Descripción			
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 25 mm²			
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 25 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	82	16,55	1.357,10

Descripción			
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 35 mm²			
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 35 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	697	21,74	15.152,78

Descripción			
Cable Pirelli P-SUN 2.0 ZZ-F 50 mm²			
Cable flexible P-Sun 2.0 de cobre electrolítico Sección 50 mm ² , del fabricante Pirelli, compuesto por conductores clase 5, tensión de servicio 0,6/1 kV aislados por XLPE y con una cubierta exterior de PVC, no propagador de llama (UNE-EN 50265-2-1), para instalación bajo tubo, especial para instalaciones fotovoltaicas.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	242	31,56	7.637,52

7.6.2 Cuadros Generales

Cuadro General de Protección y Medida				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 2 filas, 96 pasos	1	131,03	131,03
Ud.	NS400N STR23 SE 4P3R	1	1.998,72	1.998,72
Ud.	VIGICOMPACT MH NS160N TM125D 4P3R	1	1.113,74	1.113,74
Ud.	NS100N TM100D 4P3R	2	367,80	735,60
Ud.	NS100N TM80D 4P3R	1	360,36	360,36
Ud.	C60N "C" 4P 50 A	1	198,36	198,36
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1	92,80	92,80
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	1	69,52	69,52
Ud.	ID 4/100/300 Clase AC	2	325,97	651,94
Ud.	ID 4/80/300 Clase AC	1	325,77	325,77
Ud.	ID 4/63/300 Clase AC	2	200,82	401,64
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	1	147,75	147,75

Cuadro General de Alumbrado				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 2 filas, 96 pasos	1	131,03	131,03
Ud.	NS100N TM100D 4P3R	1	367,80	367,80
Ud.	NS100N TM80D 4P3R	1	360,36	360,36
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	4	70,34	281,36
Ud.	ID 4/80/300 Clase AC	1	325,77	325,77
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	4	147,75	591

Cuadro General de Fuerza				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma F super. sin puerta, 2 filas, 96 pasos	1	131,03	131,03
Ud.	NS160N TM125D 4P3R	1	455,52	455,52
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1	92,80	92,80
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	1	78,20	78,20
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	1	74,99	74,99
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1	72,32	72,32
Ud.	ID 4/40/300 Clase AC	2	152,31	304,62
Ud.	ID 4/25/300 Clase AC	2	147,75	295,50

7.6.3 Cuadros Secundarios de Alumbrado

Cuadro Secundario de Alumbrado 1				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1	60,82	60,82
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1	70,34	70,34
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	5	32,66	163,30
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	5	92,95	464,75

Cuadro Secundario de Alumbrado 2				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1	83,87	83,87
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1	70,34	70,34
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	8	32,66	261,28
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	8	92,95	743,60

Cuadro Secundario de Alumbrado 3				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1	136,55	136,55
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1	70,34	70,34
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	12	32,66	391,92
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	12	92,95	1.115,40

Cuadro Secundario de Alumbrado 4				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1	136,55	136,55
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1	70,34	70,34
Ud.	C60N "C" 2P 10 A	12	32,66	391,92
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	12	92,95	1.115,40

Cuadro Secundario de Alumbrado 5				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1	83,87	83,87
Ud.	NS100N TM80D 4P3R	1	360,36	360,36
Ud.	C60N "C" 2P 20 A	12	33,60	403,20
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	12	92,95	1.115,40

7.6.4 Cuadros Secundarios de Fuerza

Cuadro Secundario de Fuerza 1				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 72 pasos	1	60,82	60,82
Ud.	C60N "C" 4P 25 A	1	74,99	74,99
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	1	69,52	69,52
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	5	33,25	166,25
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	1	173,25	173,25
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	5	92,95	464,75

Cuadro Secundario de Fuerza 2				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1	83,87	83,87
Ud.	C60N "C" 4P 32 A	1	78,20	78,20
Ud.	C60N "C" 2P 25 A	1	34,92	34,92
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	7	33,25	232,75
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	8	92,95	743,60

Cuadro Secundario de Fuerza 3				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 4 filas, 144 pasos	1	136,55	136,55
Ud.	C60N "C" 4P 40 A	1	92,80	92,80
Ud.	C60N "C" 4P 16 A	1	70,34	70,34
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	1	69,52	69,52
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	9	33,25	299,25
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	2	173,25	346,50
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	9	92,95	836,55

Cuadro Secundario de Fuerza 4				
Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
Ud.	Pragma D superficie, 3 filas, 108 pasos	1	83,87	83,87
Ud.	C60N "C" 4P 20 A	1	73,73	73,73
Ud.	C60N "C" 4P 10 A	2	69,52	139,04
Ud.	C60N "C" 2P 16 A	6	33,25	199,50
Ud.	ID 4/25/30 Clase AC	2	173,25	346,50
Ud.	ID 2/25/30 Clase AC	6	92,95	557,70

7.6.5 Bases de Enchufe

Descripción			
Base de Enchufe 2P +TT 16 A			
Base de enchufe con toma de tierra lateral de superficie, fabricante Legrand o equivalente.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	70	2,77	193,90

Descripción			
Base de Enchufe 2P +TT 25 A			
Base de enchufe con toma de tierra lateral de superficie, fabricante Legrand o equivalente.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	9,35	18,70

Descripción			
Base de Enchufe Estanca 2P +TT 16 A			
Base de enchufe con toma de tierra lateral estanco de superficie, protección IP-55, fabricante Legrand o equivalente.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	27	8,17	220,59

7.6.6 Batería de Condensadores

Descripción			
Rectimat 2 50 KVAR 400 SAH V 4 x 12,5			
Bateria de Condensadores Rectimat 2 50 kVar 400 SAH con 4 escalones fijos de 12,5 kVAR del fabricante Schneider o similar.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	4.900	4.900

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	100	17,82	1.782
h.	Ayudante de electricista	100	16,10	1.610

Total Importe Instalaciones Eléctricas	78.074,60 €
---	--------------------

7.7 FILTRO DE SECUENCIA

Descripción			
Bobina 60 mH			
Bobina de 60 mH a 400 V.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	46	46

Descripción			
Bobina 1H, 400 V			
Bobina de 60 mH a 400 V.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	67	67

Descripción			
Condensador 100 uF, 400 V			
Condensador fijo electrolítico de aluminio, 400 V, 100 uF.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	7,26	7,26

Descripción			
Condensador 160 uF, 400 V			
Condensador fijo de aluminio, 400 V, 160 uF.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	5,63	5,63

Descripción			
Condensador 12 uF, 400 V			
Condensador fijo de aluminio, 400 V, 12 uf.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	8	8

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	5	17,82	89,10
h.	Ayudante de electricista	5	16,10	80,50

Total Importe Filtro de Secuencia	303,49 €
--	-----------------

7.8 GENERACIÓN HÍBRIDA

Descripción			
Aerogenerador Mini-Eólico Enair 70			
Minieólico Enair 70 de 5500 W, 4 polos, 250 rpm, con un diámetro de 4,1 m y viento mínimo de 2 m/s para arrancar. Equipado con resistencia eléctrica de frenado y regulador eólico. Tensiones de trabajo 220 / 48 / 24 V. Incluye montaje y conexionado.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	8.935,85	8.935,85

Descripción			
Inversor Híbrido Trifásico Xantrex XW6048			
Inversor híbrido trifásico Xantrex XW6048, del fabricante Schneider o similar, con potencia nominal de 6 kW y conversión de continua a trifásica 400 V.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3.085,50	3.085,50

Descripción			
Inversor Trifásico Zigor Solar XTR3 15			
Inversor trifásico Zigor Solar XTR3 15, del fabricante Zigor o similar, con potencia nominal de 15 kW y conversión de continua a trifásica 400 V.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	7.230,75	7.230,75

Descripción			
Módulo Solar Fotovoltaico Atersa A-260P GSE			
Módulo solar fotovoltaico A-260P GSE, Atersa o similar con una potencia máxima de 260 W, formado por 60 células policristalinas. Dimensiones: 1.638 x 995 x40 mm. Incluye instalación y conexionado.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	40	390	15.600

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	15	17,82	267,30
h.	Ayudante de electricista	15	16,10	241,50

Total Importe Generación Híbrida		35.360,90 €		
---	--	-------------	--	--

7.9 GRUPO ELECTRÓGENO

Descripción			
Grupo Electrónico Ayerbe AY-1500-40 DA TX			
Grupo electrónico Ayerbe AY-1500-40 DA TX, del fabricante Ayerbe, trifásico 400 V con potencia continua activa de 32 kW y máxima activa de 35,20 kW.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	40	11.240	11.240

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (electricista)	5	17,82	89,10
h.	Ayudante de electricista	5	16,10	80,50

Total Importe Grupo Electrónico	11.409,60 €
--	--------------------

7.10 FONTANERÍA

7.10.1 Instalación General

Descripción			
Acometida DN63 Polietileno			
Acometida a la red general municipal de agua DN63 mm., hasta una longitud máxima de 8 m, realizada con tubo de polietileno de alta densidad.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	211,11	211,11

Descripción			
Contador de Agua			
Contador divisionario de agua de 15 mm. de diametro, colocado en centralización, incluida instalación de válvula de entrada orientable, grifo de pruebas, conexión flexible de 50 cm. válvula de salida antirretorno de DN-15, llave de abonado, filtro, grifo de prueba y demás material auxiliar, montaje, pruebas y medios auxiliares.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	41,87	41,87

Descripción			
Bomba Recirculación ACS			
Bomba centrífuga de bajo consumo para recirculación de agua caliente sanitaria.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	265,47	265,47

7.10.2 Tuberías

Descripción			
Tubería Acero 1 1/2"			
Tubería de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 1 1/2" DN 40mm, según UNE 19048.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	40	15,63	625,20

Descripción			
Tubo de Polipropileno PN20 16 x 2,7			
Tubería de polipropileno de 16 mm y espesor 2,7 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	356	1,53	544,68

Descripción			
Tubo de Polipropileno PN20 20 x 3,4			
Tubería de polipropileno de 20 mm y espesor 3,4 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	97	2,99	290,03

Descripción			
Tubo de Polipropileno PN20 25 x 4,2			
Tubería de polipropileno de 25 mm y espesor 4,2 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	118	4,34	512,12

Descripción			
Tubo de Polipropileno PN20 32 x 5,4			
Tubería de polipropileno de 32 mm y espesor 5,4 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	142	5,80	823,60

Descripción			
Tubo de Polipropileno PN20 40 x 6,7			
Tubería de polipropileno de 40 mm y espesor 6,7 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	18	8,05	144,90

Descripción			
Tubo de Polipropileno PN20 50 x 8,4			
Tubería de polipropileno de 50 mm y espesor 8,4 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	133	11,65	1.549,45

7.10.3 Accesorios

Descripción			
Codo 90° DN16			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	90	0,44	39,60

Descripción			
Codo 90° DN20			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	0,54	4,32

Descripción			
Codo 90° DN25			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	8	0,62	4,96

Descripción			
Codo 90° DN32			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	9	1,02	9,18

Descripción			
Codo 90° DN40			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	1,76	17,60

Descripción			
Codo 90° DN50			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	4,10	41

Descripción			
T DN16			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	17	4,81	81,77

Descripción			
T DN 20			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	5,07	20,28

Descripción			
T DN 32			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	12	8,06	96,72

Descripción			
T DN 40			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	10,36	10,36

Descripción			
T Reducida 16 x 20 x 16			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	10	0,70	7

Descripción			
T Reducida 16 x 25 x 16			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	0,70	7

Descripción			
T Reducida 20 x 25 x 20			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	0,84	1,68

Descripción			
T Reducida 25 x 16 x 25			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	0,70	1,40

Descripción			
T Reducida 25 x 20 x 25			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1,02	2,04

Descripción			
T Reducida 25 x 32 x 25			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	1,63	3,26

Descripción			
T Reducida 50 x 16 x 50			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	5,61	5,61

Descripción			
T Reducida 50 x 25 x 50			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	5,61	11,22

Descripción			
T Reducida 50 x 32 x 50			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	7	5,61	39,27

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (fontanero)	100	17,82	1.782
h.	Ayudante de fontanero	100	16,10	1.610

Total Importe Fontanería	8.804,70 €
---------------------------------	-------------------

7.11 SANEAMIENTO

Descripción			
Arqueta de paso 40 x 40			
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 40 x 40 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	15	84,09	1.261,35

Descripción			
Arqueta de paso 50 x 50			
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 50 x 50 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	24	113,08	2.713,92

Descripción			
Arqueta de paso 60 x 60			
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 60 x 60 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	16	147,66	2.362,56

Descripción			
Arqueta de paso 60 x 70			
Arqueta de paso enterrada, construida con fábrica de ladrillo cerámico macizo, de 1/2 pie de espesor, recibido con mortero de cemento M-5 de dimensiones interiores 60 x 70 cm, formación de pendiente mínima del 2%, con el mismo tipo de hormigón, enfoscada y bruñida interiormente con mortero de cemento M-15 formando aristas y esquinas a media caña, cerrada superiormente con tapa prefabricada de hormigón armado con cierre hermético al paso de los olores mefíticos. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	196,91	196,91

Descripción			
Bajante PVC DN50			
Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 50 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	10	10,38	103,80

Descripción			
Bajante PVC DN63			
Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 63 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	10	12,31	123,10

Descripción			
Bajante PVC DN75			
Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 75 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	20	14,23	284,60

Descripción			
Bajante PVC DN90			
Suministro y montaje de bajante exterior de la red de evacuación de aguas pluviales, formada por tubo de PVC, serie B, de 90 mm de diámetro. Incluso p/p de material auxiliar para montaje y sujeción a la obra, accesorios y piezas especiales colocadas mediante unión pegada con adhesivo. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	32	18,85	603,20

Descripción			
Bomba Recirculación Pluviales			
Bomba centrífuga de bajo consumo para reutilización de agua de pluviales.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	265,47	265,47

Descripción			
Bote Sifónico 40/50			
Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 40 mm de diámetro y una salida de 50 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	20,99	104,95

Descripción			
Bote Sifónico 50/75			
Suministro e instalación de bote sifónico de PVC de 110 mm de diámetro, con cinco entradas de 50 mm de diámetro y una salida de 75 mm de diámetro, con tapa ciega de acero inoxidable, colocado superficialmente bajo el forjado. Incluso prolongador. Totalmente montado, conexionado y probado por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	6	20,99	125,94

Descripción			
Canalones DN100			
Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 100 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	50	3,31	165,50

Descripción			
Canalones DN125			
Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 125 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	45	3,31	148,95

Descripción			
Canalones DN200			
Canalón para recogida de agua de pluviales semicircular fabricado en PVC con un diámetro de 200 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	45	6,76	304,20

Descripción			
Colector DN 75			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 75 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	4	13,76	55,04

Descripción			
Colector DN 90			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 90 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	13,76	151,36

Descripción			
Colector DN 110			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 110 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	24	13,76	330,24

Descripción			
Colector DN 160			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 160 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	11	18,83	207,13

Descripción			
Colector DN 200			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 200 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	5	24,03	120,15

Descripción			
Colector DN 250			
Colector de aguas para saneamiento enterrado sin presión de 250 mm de diámetro exterior según norma UNE EN 1401-1. Instalación incluida			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	32,28	32,28

Descripción			
Tubería PVC DN 90			
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 90 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	55	3,79	208,45

Descripción			
Tubería PVC DN 110			
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 110 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	145	6	870

Descripción			
Tubería PVC DN 160			
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 160 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	110	8,53	938,30

Descripción			
Tubería PVC DN 200			
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 200 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	50	8,53	426,50

Descripción			
Tubería PVC DN 250			
Tubería de policloruro de vinilo no plastificado (PVC-U) rígida SN para saneamiento enterrado sin presión de diámetro exterior 250 mm, color marrón naranja, unión por junta elástica, Conforme a la norma UNE-EN 1401 y sello de calidad AENOR, i/p.p codos, reducciones y demás accesorios, probada e instalada según normativa vigente. Instalación incluida.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
m.	2	14,98	29,96

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (fontanero)	100	17,82	1.782
h.	Ayudante de fontanero	100	16,10	1.610

Total Importe Saneamiento	15.463,86 €
----------------------------------	--------------------

7.12 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA

Descripción			
Acumulador Solar ACS LogaLux L2TN2500			
Acumulador con intercambiador de calor de tubos vitrificados, reemplazables. Apilables hasta tres acumuladores. Protección anticorrosión según DIN 4753-3 mediante el termovitrificado Duoclean MKT y ánodo inerte. A partir de 2000 litros el equipo lleva 2 ánodos inertes. Aislamiento de 90mm de espesor y espuma rígida de poliuretano inyectado libre de clorofluorocarburos (CFC). Resistente al agua de mar con una capa protectora adicional.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	20.525	20.525

Descripción			
Acumulador Solar ACS LogaLux LTN2000			
Acumulador con intercambiador de calor de tubos vitrificados, reemplazables. Apilables hasta tres acumuladores. Protección anticorrosión según DIN 4753-3 mediante el termovitrificado Duoclean MKT y ánodo inerte. A partir de 2000 litros el equipo lleva 2 ánodos inertes. Aislamiento de 90mm de espesor y espuma rígida de poliuretano inyectado libre de clorofluorocarburos (CFC). Resistente al agua de mar con una capa protectora adicional.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	13.603	13.603

Descripción			
Caldera de Pellets Ferroli SF6			
Caldera de pellets Ferroli SF6 con potencia nominal de 42 kW, rendimiento del 87,7 %, presión de trabajo mínima de 4 bar, con consumo medio de pellets de 8,1 kg/h y dimensiones de 1.100 x 1.050 x 1.290 mm.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3.655	3.655

Descripción			
Depósito de Pellets GEOTank GEO11-T2/EG2			
Depósito de pellets enterrado GEOTank GEO11-T2/EG2 de la marca GEOPlast con un volumen de almacenamiento de 11 m ³ con capacidad para 6.000 kg de pellets.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	3.343,60	3.343,60

Descripción			
Panel Solar Térmico Solaria 2.8 AL AL			
Captador solar térmico Solaria 2.8 AL AL del fabricante Fagor o equivalente. Compuesto por Un panel de 2.220 x 1.080 x 90 mm con una transmitividad de 0,91 y un área de captación de 2,14 m ² . Incluye conexionado, sujeción y montaje			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	42	2.400	100.800

Descripción			
Purgador Automático			
Suministro y colocación de purgador automático de energía solar, de latón fundido, para Temperaturas de hasta 150° C; colocada mediante unión roscada, incluso llave de corte, totalmente instalado y funcionando.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	42,05	84,10

Descripción			
Sonda de Temperatura			
Sonda de temperatura utilizada para medir la temperatura de los captadores o acumuladores solares. Incluye precio de la sonda más instalación y comprobación de funcionamiento.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	1	42,28	84,56

Descripción			
Vaso de Expansión SolarVarem LR			
Suministro y colocación de vaso de expansión de 5 l, presión máxima 8 bar, totalmente instalado y funcionando.			
Unidades	Medición	Precio	Importe
Ud.	2	35,74	71,48

Unidades	Descripción	Medición	Precio	Importe
h.	Oficial 1ª (fontanero)	40	17,82	712,80
h.	Ayudante de fontanero	40	16,10	644

Total Importe Instalación Solar Térmica	143.523,54 €
--	--------------

7.13 RESUMEN Y PRESUPUESTO TOTAL

7.1 ILUMINACIÓN	119.368,01 €
7.2 CONTRAINCENDIOS	11.257,15 €
7.3 ALUMBRADO DE EMERGENCIA	16.908,28 €
7.4 LÍNEA DE MT	2.487,10 €
7.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	56.423,20 €
7.6 INSTALACIONES ELÉCTRICAS	78.074,60 €
7.7 FILTRO DE SECUENCIA	303,49 €
7.8 GENERACIÓN HÍBRIDA	35.360,90 €
7.9 GRUPO ELECTRÓGENO	11.409,60 €
7.10 FONTANERÍA	8.804,70 €
7.11 SANEAMIENTO	15.463,86 €
7.12 INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA	143.523,54 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	499.384,43 €
13% Gastos Generales	64.919,98 €
6% Beneficio Industrial	29.963,07 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN	594.267,48 €
21% IVA	124.796,17 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	719.063,65 €
PRESUPUESTO TOTAL	719.063,65 €

**TÍTULO: DISEÑO DE INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO
MULTIUSO CON OPTIMIZACIÓN ENERGÉTICA DE LAS MISMAS**

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

PETICIONARIO: ESCUELA UNIVERSITARIA POLITÉCNICA

AVDA. 19 DE FEBRERO, S/N

15405 - FERROL

FECHA: JULIO DE 2015

AUTOR: CRISTIAN MÉNDEZ SANMARTÍN

Fdo.:

ÍNDICE DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 MEMORIA	4
8.1.1 Objeto de este estudio	4
8.1.2 Características de la obra	4
8.1.2.1 Descripción de la obra y situación	4
8.1.2.2 Topografía y superficie	5
8.1.2.3 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra	5
8.1.2.4 Autor del estudio de seguridad y salud	5
8.1.3 Trabajos previos a la realización de la obra	5
8.1.4 Servicios higiénicos, vestuarios, comedor y oficina de obra	6
8.1.5 Instalación eléctrica provisional de obra	7
8.1.5.1 Riesgos destacables más comunes	7
8.1.5.2 Normas o medidas preventivas	7
8.1.5.3 Normas o medidas de protección	14
8.1.6 Fases de ejecución de la obra	14
8.1.6.1 Movimiento de tierras	14
8.1.6.2 Cimentación	16
8.1.6.3 Estructuras	18
8.1.6.4 Cubiertas	27
8.1.6.5 Cerramientos	31
8.1.6.6 Pocería y saneamiento	34
8.1.6.7 Acabados	35
8.1.6.8 Instalaciones	45

8.1.7 Medios Auxiliares	51
8.1.7.1 Andamios. Normas en general	51
8.1.7.2 Andamios sobre borriquetas	53
8.1.7.3 Andamios metálicos tubulares	55
8.1.7.4 Torreta o castillete de hormigonado	58
8.1.7.5 Escaleras de mano de madera o metal	60
8.1.7.6 Puntales	62
8.1.7.7 Viseras de protección del acceso a obra	65
8.1.8 Maquinaria de obra	66
8.1.8.1 Maquinaria en general	66
8.1.8.2 Grúas torre fijas o sobre carriles	69
8.1.8.3 Hormigonera eléctrica	74
8.1.8.4 Mesa de sierra circular	75
8.1.8.5 Vibrador	78
8.1.8.6 Soldadura por arco eléctrico	79
8.1.8.7 Soldadura oxiacetiénica (oxicorte)	81
8.1.8.8 Máquinas, herramienta en general	85
8.1.8.9 Herramientas manuales	87
8.1.9 Trabajos con riesgos especiales	88
8.1.10 Condiciones de seguridad y salud en los previsibles trabajos posteriores	89
8.2 PLIEGO DE CONDICIONES	90
8.2.1 Normativa de aplicación	90
8.2.1.1 Generales	90
8.2.1.2 Señalizaciones	90
8.2.1.3 Equipos de protección individual	90

8.2.1.4 Equipos de trabajo	90
8.2.1.5 Seguridad en máquinas	91
8.2.1.6 Protección acústica	91
8.2.1.7 Otras disposiciones de aplicación	92
8.2.2 Condiciones técnicas de los medios de protección	92
8.2.2.1 Protección personal	92
8.2.2.2 Protecciones Colectivas	93
8.2.3 Condiciones técnicas de la maquinaria	97
8.2.4 Condiciones técnicas de la instalación eléctrica	98
8.2.5 Organización de la seguridad	100
8.2.5.1 Servicio de prevención	100
8.2.5.2 Seguros de responsabilidad civil y riesgo en obra	101
8.2.5.3 Formación	101
8.2.5.4 Reconocimientos médicos	101
8.2.6 Obligaciones de las partes implicadas	102
8.2.7 Normas para certificación de elementos de seguridad	103
8.2.8 Plan de seguridad y salud	103

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1 MEMORIA

8.1.1 Objeto de este estudio

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos y accidentes profesionales, así como los servicios sanitarios comunes a los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la/s empresa/s contratista/s para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales facilitando su desarrollo bajo el control del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el Real Decreto 1627 de 24 de Octubre de 1997 que establece las Disposiciones Mínimas en materia de seguridad y Salud.

8.1.2 Características de la obra

8.1.2.1 Descripción de la obra y situación

La obra a ejecutar estará ubicada en la entrada de Ares, en el ayuntamiento de Ares, provincia de A Coruña, Galicia.

Referente a la construcción de un club social. Consta ésta de un edificio principal rectangular con doble planta, la primera planta estará destinada para oficinas y la cafetería mientras que la inferior estará repartida entre vestuarios y zonas recreativas como las piscinas, la zona de baile o el gimnasio. Además de este edificio se dispondrá en el recinto de 2 vestuarios exteriores, 2 locales para el funcionamiento del recinto, 3 pistas de tenis y una pequeña nave abierta con pistas de pádel en su interior.

Las instalaciones comprenden la instalación de alumbrado, contra incendios, alumbrado de emergencia, línea de media tensión, centro de transformación, instalaciones eléctricas, filtro de secuencia, generación híbrida, grupo electrógeno, fontanería, saneamiento e instalación solar térmica.

La energía eléctrica será suministrada por la compañía Gas Natural Fenosa y la acometida se realizará en alta tensión a 20 kV.

El suministro de agua está previsto mediante una derivación de la red general de aguas y a su vez la instalación de saneamiento se conectara a la red general de alcantarillado.

Se prevé un solo acceso a la obra a través de la carretera asfaltada.

8.1.2.2 Topografía y superficie

La parcela sobre la que se va a ejecutar la obra tiene una superficie aproximada de 10.373 m² de forma irregular, con orografía sensiblemente horizontal, situándose a 20 metros aproximadamente sobre el nivel del mar.

8.1.2.3 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

- Presupuesto:

El presupuesto total de adjudicación asciende a la cantidad de: **719.063,65 €**

- Plazo de Ejecución:

El plazo de ejecución previsto desde la iniciación hasta su terminación completa es de 12 meses.

- Personal previsto:

Dadas las características de la obra, se preve un número máximo en la misma de 20 operarios.

8.1.2.4 Autor del estudio de seguridad y salud

El autor del Estudio de Seguridad y Salud es Cristian Méndez Sanmartín.

8.1.3 Trabajos previos a la realización de la obra

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela según planos y antes del inicio de la obra.

Las condiciones del vallado deberán ser:

- Tendrá 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.

Realización de una caseta para acometida general en la que se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

8.1.4 Servicios higiénicos, vestuarios, comedor y oficina de obra

En función del número máximo de operarios que se pueden encontrar en fase de obra, determinaremos la superficie y elementos necesarios para estas instalaciones. En nuestro caso la mayor presencia de personal simultáneo se consigue con 40 trabajadores, determinando los siguientes elementos sanitarios:

- 4 Duchas.
- 2 Inodoros.
- 4 Lavabos.
- 4 Urinarios.
- 2 Espejos.

Complementados por los elementos auxiliares necesarios: Toalleros, jaboneras, etc. Los vestuarios estarán provistos de asientos y taquillas individuales, con llave, para guardar la ropa y el calzado.

La superficie de estos servicios es de 80 m², con lo que se cumplen las Vigentes Ordenanzas. Deberá disponerse de agua caliente y fría en duchas y lavabos.

Asimismo, se instalarán comedores dotados de mesas y sillas en número suficiente. Se dispondrá de un calentador-comidas, pileta con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existente en obra.

Habrà un recipiente para recogida de basuras. Se mantendràn en perfecto estado de limpieza y conservaci3n.

En la oficina de obra se instalarà un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislaci3n vigente, y un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.

8.1.5 Instalaci3n eléctrica provisional de obra

8.1.5.1 Riesgos destacables más comunes

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocuci3n por contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:
 - Trabajos con tensi3n.
 - Intentar trabajar sin tensi3n pero sin cerciorarse de que està efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protecci3n.
 - Usar equipos inadecuados o deteriorados.
 - Mal comportamiento o incorrecta instalaci3n del sistema de protecci3n contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

8.1.5.2 Normas o medidas preventivas

- Sistema de protecci3n contra contactos indirectos:
 - Para la prevenci3n de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protecci3n elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (bloques vigi).
- Normas de prevenci3n para los cables:
 - El calibre o secci3n del cableado serà el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en funci3n de la maquinaria e iluminaci3n prevista.

- Todos los conductores utilizados serán aislados de tensión nominal de 1000 voltios como mínimo y sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos en este sentido.
- La distribución desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios (o de planta), se efectuará mediante canalizaciones enterradas.
- En caso de efectuarse tendido de cables y mangueras, éste se realizará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- El tendido de los cables para cruzar viales de obra, como ya se ha indicado anteriormente, se efectuará enterrado. Se señalará el "paso del cable" mediante una cubrición permanente de tablonas que tendrán por objeto el proteger mediante reparto de cargas, y señalar la existencia del "paso eléctrico" a los vehículos. La profundidad de la zanja mínima, será entre 40 y 50 cm.; el cable irá además protegido en el interior de un tubo rígido, bien de fibrocemento, bien de plástico rígido curvable en caliente.
- Caso de tener que efectuar empalmes entre mangueras se tendrá en cuenta:
 - Siempre estarán elevados. Se prohíbe mantenerlos en el suelo.
 - Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
 - Los empalmes definitivos se ejecutarán utilizando cajas de empalmes normalizados estancos de seguridad.
- La interconexión de los cuadros secundarios en planta baja, se efectuará mediante canalizaciones enterradas, o bien mediante mangueras, en cuyo caso serán colgadas a una altura sobre el pavimento en torno a los 2m., para evitar accidentes por agresión a las mangueras por uso a ras del suelo.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Las mangueras de "alargadera":
 - Si son para cortos periodos de tiempo, podrán llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los parámetros verticales.

- Se empalmarán mediante conexiones normalizadas estancos antihumedad o fundas aislantes termorretráctiles, con protección mínima contra chorros de agua (protección recomendable IP. 447).

- Normas de prevención para los interruptores:
 - Se ajustarán expresamente, a los especificados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
 - Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
 - Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
 - Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de "pies derechos" estables.

- Normas de prevención para los cuadros eléctricos:
 - Serán metálicos de tipo para la intemperie, con puerta y cerraja de seguridad (con llave), según norma UNE-20324.
 - Pese a ser de tipo para la intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
 - Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
 - Poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de "peligro, electricidad".
 - Se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los parámetros verticales o bien, a "pies derechos" firmes.
 - Poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie, en número determinado según el cálculo realizado. (Grado de protección recomendable IP. 447).
 - Los cuadros eléctricos de esta obra, estarán dotados de enclavamiento eléctrico de apertura.

- Normas de prevención para las tomas de energía:
 - Las tomas de corriente irán provistas de interruptores de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.
 - Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas (protegidas contra contactos directos) y siempre que sea posible, con enclavamiento.
 - Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
 - La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.
 - Las tomas de corriente no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubierta o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

- Normas de prevención para la protección de los circuitos:
 - La instalación poseerá todos los interruptores automáticos definidos en los planos como necesarios: Su cálculo se ha efectuado siempre minorando con el fin de que actúen dentro del margen de seguridad; es decir, antes de que el conductor al que protegen, llegue a la carga máxima admisible.
 - Los interruptores automáticos se hallarán instalados en todas las líneas de toma de corriente de los cuadros de distribución, así como en las de alimentación a las máquinas, aparatos y máquinas-herramienta de funcionamiento eléctrico, tal y como queda reflejado en el esquema unifilar.
 - Los circuitos generales estarán igualmente protegidos con interruptores automáticos o magnetotérmicos.
 - Todos los circuitos eléctricos se protegerán asimismo mediante disyuntores diferenciales.

- Los disyuntores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300 mA (según REBT). Alimentación a la maquinaria.
 - 30 mA (según REBT). Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
 - 30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado no portátil.
- El alumbrado portátil se alimentará a 24 v. mediante transformadores de seguridad, preferentemente con separación de circuitos.
- Normas de prevención para las tomas de tierra:
 - La red general de tierra deberá ajustarse a las especificaciones detalladas en la ITC-BT-18 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como todos aquellos aspectos especificados en la ITC-BT-18 mediante los cuales pueda mejorarse la instalación.
 - Caso de tener que disponer de un transformador en la obra, será dotado de una toma de tierra ajustada a los Reglamentos vigentes y a las normas propias de la compañía eléctrica suministradora en la zona.
 - Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
 - El neutro de la instalación estará puesto a tierra.
 - La toma de tierra en una primera fase se efectuará a través de una pica o placa a ubicar junto al cuadro general, desde el que se distribuirá a la totalidad de los receptores de la instalación. Cuando la toma general de tierra definitiva del edificio se halle realizada, será ésta la que se utilice para la protección de la instalación eléctrica provisional de obra.
 - El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos. Únicamente podrá utilizarse conductor o cable de cobre desnudo de 95 mm² de sección como mínimo en los tramos enterrados horizontalmente y que serán considerados como electrodo artificial de la instalación.

- La red general de tierra será única para la totalidad de las instalaciones incluidas las uniones a tierra de los carriles para estancia o desplazamiento de las grúas.
 - Caso de que las grúas pudiesen aproximarse a una línea eléctrica de media o alta tensión carente de apantallamiento aislante adecuado, la toma de tierra, tanto de la grúa como de sus carriles, deberá ser eléctricamente independiente de la red general de tierra de la instalación eléctrica provisional de obra.
 - Los receptores eléctricos dotados de sistema de protección por doble aislamiento y los alimentados mediante transformador de separación de circuitos, carecerán de conductor de protección, a fin de evitar su referencia a tierra. El resto de carcasas de motores o máquinas se conectarán debidamente a la red general de tierra.
 - Las tomas de tierra estarán situadas en el terreno de tal forma, que su funcionamiento y eficacia sea el requerido por la instalación.
 - La conductividad del terreno se aumentará vertiendo en el lugar de hincado de la pica (placa o conductor) agua de forma periódica.
 - El punto de conexión de la pica (placa o conductor), estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Normas de prevención para la instalación de alumbrado:
- Las masas de los receptores fijos de alumbrado, se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (Grado de protección recomendable IP.447).
 - El alumbrado de la obra, cumplirá las especificaciones establecidas en las Ordenanzas de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica y General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
 - La iluminación de los tajos será mediante proyectores ubicados sobre "pies derechos" firmes.

- La energía eléctrica que deba suministrarse a las lámparas portátiles para la iluminación de tajos encharcados, (o húmedos), se servirá a través de un transformador de corriente con separación de circuitos que la reduzca a 24 voltios.
 - La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
 - La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
 - Las zonas de paso de la obra estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
- Normas de seguridad de aplicación durante el mantenimiento y reparaciones de la instalación eléctrica provisional de obra:
- El personal de mantenimiento de la instalación será electricista, y preferentemente en posesión de carné profesional correspondiente.
 - Toda la maquinaria eléctrica se revisará periódicamente, y en especial, en el momento en el que se detecte un fallo, momento en el que se la declarará "fuera de servicio" mediante desconexión eléctrica y el cuelgue del rótulo correspondiente en el cuadro de gobierno.
 - La maquinaria eléctrica, será revisada por personal especialista en cada tipo de máquina.
 - Se prohíben las revisiones o reparaciones bajo corriente. Antes de iniciar una reparación se desconectará la máquina de la red eléctrica, instalando en el lugar de conexión un letrero visible, en el que se lea: " NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA RED".
 - La ampliación o modificación de líneas, cuadros y asimilables sólo la efectuarán los electricistas.

8.1.5.3 Normas o medidas de protección

- Los cuadros eléctricos de distribución, se ubicarán siempre en lugares de fácil acceso.
- Los cuadros eléctricos no se instalarán en el desarrollo de las rampas de acceso al fondo de la excavación (pueden ser arrancados por la maquinaria o camiones y provocar accidentes).
- Los cuadros eléctricos de intemperie, por protección adicional se cubrirán con viseras contra la lluvia.
- Los postes provisionales de los que colgar las mangueras eléctricas no se ubicarán a menos de 2 m. (como norma general), del borde de la excavación, carretera y asimilables.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso, para vehículos o para el personal, (nunca junto a escaleras de mano).
- Los cuadros eléctricos, en servicio, permanecerán cerrados con las cerraduras de seguridad de triángulo, (o de llave) en servicio.
- No se permite la utilización de fusibles rudimentarios (trozos de cableado, hilos, etc.). Hay que utilizar "cartuchos fusibles normalizados" adecuados a cada caso, según se especifica en planos.

8.1.6 Fases de ejecución de la obra

8.1.6.1 Movimiento de tierras

Para la ejecución del sótano deberá procederse al vaciado previo del mismo hasta una profundidad de 1 metro sobre el nivel actual del terreno.

El vaciado del terreno, arenoso en esta profundidad, se realizará mediante pala cargadora hasta la cota de enrase de las zapatas, transportando las tierras extraídas con camiones hasta zona de acopio para su posterior ventilación.

Las pendientes de la rampa de acceso serán del 12% en tramo recto, siendo éstas de anchura suficiente para facilitar el acceso de maquinaria y camiones, superando en cualquier caso los 6 metros exigidos en el acceso al vial.

La retirada de la rampa de acceso, así como la ejecución de las zanjas y pozos de cimentación y saneamiento, se realizará con la retroexcavadora.

La excavación de sótano se realizará manteniendo el talud natural del terreno.

8.1.6.1.1 Riesgos más comunes

- Desplome de tierras.
- Deslizamiento de la coronación de los taludes.
- Desplome de tierras por filtraciones.
- Desplome de tierras por sobrecarga de los bordes de coronación de taludes.
- Desprendimiento de tierras por alteración del corte por exposición a la intemperie durante largo tiempo.
- Desprendimiento de tierras por afloramiento del nivel freático.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras, (palas y camiones).
- Caída de personas, vehículos, maquinaria u objetos desde el borde de coronación de la excavación.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Otros.

8.1.6.1.2 Normas o medidas preventivas

En caso de presencia de agua en la obra (alto nivel freático, fuertes lluvias, inundaciones por rotura de conducciones), se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de los taludes.

El frente de avance y taludes laterales del vaciado, serán revisados por el Capataz, (Encargado o Servicio de Prevención), antes de reanudar las tareas interrumpidas por cualquier causa, con el fin de detectar las alteraciones del terreno que denoten riesgo de desprendimiento.

Se señalará mediante una línea (en yeso, cal, etc.) la distancia de seguridad mínima de aproximación, 2 m., al borde del vaciado, (como norma general).

La coronación de taludes del vaciado a las que deben acceder las personas, se protegerán mediante una barandilla de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, situada a 2 metros como mínimo del borde de coronación del talud.

Se prohíbe realizar cualquier trabajo al pie de taludes inestables.

Se inspeccionarán antes de la reanudación de trabajos interrumpidos por cualquier causa el buen comportamiento de las entibaciones, comunicando cualquier anomalía a la Dirección de la Obra tras haber paralizado los trabajos sujetos al riesgo detectado.

Se instalará una barrera de seguridad (valla, barandilla, acera, etc.) de protección del acceso peatonal al fondo del vaciado, de separación de la superficie dedicada al tránsito de maquinaria y vehículos.

Se prohíbe permanecer (o trabajar) en el entorno del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.

Se prohíbe permanecer (o trabajar) al pie de un frente de excavación recientemente abierto, antes de haber procedido a su saneo, (entibado, etc.).

Las maniobras de carga a cuchara de camiones, serán dirigidas por el Capataz, (Encargado o Servicio de Prevención).

Se prohíbe la circulación interna de vehículos a una distancia mínima de aproximación del borde de coronación del vaciado de, 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m. para los pesados.

8.1.6.1.3 Prendas de protección personal recomendables

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno (lo utilizarán, a parte del personal a pie, los maquinistas y camioneros, que deseen o deban abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Botas de seguridad.
- Botas de goma (o P.V.C.) de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de cuero, goma o P.V.C.

8.1.6.2 Cimentación

Esta fase trata de la cimentación mediante zapatas aisladas armadas, arriostradas según proyecto con profundidades variables y nunca menor de 80 cm. por debajo de la cota natural del terreno.

8.1.6.2.1 Riesgos detectados más comunes

- Desplome de tierras.
- Deslizamiento de la coronación de los pozos de cimentación.
- Caída de personas desde el borde de los pozos.
- Dermatitis por contacto con el hormigón.
- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.
- Electrocuación.

8.1.6.2.2 Normas y medidas preventivas

- No se acopiarán materiales ni se permitirá el paso de vehículos al borde de los pozos de cimentación.
- Se procurará introducir la ferralla totalmente elaborada en el interior de los pozos para no realizar las operaciones de atado en su interior.
- Los vibradores eléctricos estarán conectados a tierra.
- Para las operaciones de hormigonado y vibrado desde posiciones sobre la cimentación se establecerán plataformas de trabajo móviles, formadas por un mínimo de tres tablones que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

8.1.6.2.3 Prendas de protección personal recomendadas para trabajos de manipulación de hormigones en cimentación

- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Guantes de cuero y de goma.
- Botas de seguridad.
- Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
- Gafas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

8.1.6.3 Estructuras

La estructura del edificio será a base de pilares y vigas de hormigón armado y forjado reticular con bloques de hormigón aligerado sobre encofrado continuo.

A nivel de planta de sótano el perímetro se delimita mediante muro de contención de hormigón armado.

- Proceso de ejecución:

Se procederá en primer lugar a la ejecución de los muros de contención del sótano y pilares del mismo, siguiendo luego con el proceso natural de la estructura de ejecutar planta a planta.

El hormigón utilizado en obra para la estructura será suministrado desde una Planta de Hormigón y distribuido mediante el auxilio de las grúas-torre. Asimismo, se utilizará la grúa-torre para el transporte de viguetas y armaduras en obra.

Durante este proceso deberán utilizarse las rampas de acceso al sótano y las de las escaleras de acceso a las diferentes plantas las cuales incluyen el peldañado. Una vez concluidas se procederá a la colocación de 15 barandillas de protección en sus lados libres.

Concluida la ejecución del primer forjado se instalarán las marquesinas de protección de los accesos a obra de los operarios.

La maquinaria a emplear en los trabajos de estructura serán las grúas-torre, hormigonera, vibradores de aguja y sierra circular de mesa.

8.1.6.3.1 Encofrados

Los encofrados de los forjados unidireccionales y muros de contención serán de madera, los de los pilares serán metálicos.

Para el transporte de material de encofrado en obra se utilizará la grúa-torre.

- Riesgos detectables más comunes:

- Desprendimientos por mal apilado de la madera.
- Golpes en las manos durante la clavazón.
- Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes, etc.), durante las maniobras de izado a las plantas.
- Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.

- Caída de personas por el borde o huecos del forjado.
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Cortes al utilizar las sierras de mano.
 - Cortes al utilizar la sierra circular de mesa.
 - Pisadas sobre objetos punzantes.
 - Electrocutación por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.
 - Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
 - Golpes en general por objetos.
 - Dermatitis por contactos con el cemento.
 - Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.
- Normas o medidas preventivas:
- Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la instalación o rectificación de las redes o instalación de barandillas.
 - El izado de los tableros se efectuará mediante bateas emplintadas en cuyo interior se dispondrán los tableros ordenados y sujetos mediante flejes o cuerdas.
 - Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente, se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.
 - El izado de viguetas prefabricadas se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos tales, que la carga permanezca estable.
 - El izado de bovedillas, se efectuará sin romper los paquetes en los que se suministran de fábrica, transportándolas sobre una batea emplintada.
 - El izado de bovedillas sueltas se efectuará sobre bateas emplintadas. Las bovedillas se cargarán ordenadamente y se amarrarán para evitar su caída durante la elevación o transporte.
 - Se advertirá del riesgo de caída a distinto nivel al personal que deba caminar sobre el entablado.
 - Se recomienda evitar pisar por los tableros excesivamente alabeados, que deberán desecharse de inmediato antes de su puesta.

- Se recomienda caminar apoyando los pies en dos tableros a la vez, es decir, sobre las juntas.
- El desprendimiento de los tableros se ejecutará mediante uña metálica, realizando la operación desde una zona ya desencofrada.
- Concluido el desencofrado, se apilarán los tableros ordenadamente para su transporte sobre bateas emplintadas, sujetas con sogas atadas con nudos de marinerio (redes, lonas, etc.).
- Terminado el desencofrado, se procederá a un barrido de la planta para retirar los escombros y proceder a su vertido mediante trompas (o bateas emplintadas).
- Se cortarán los latiguillos y separadores en los pilares ya ejecutados para evitar el riesgo de cortes y pinchazos al paso de los operarios cerca de ellos.
- El ascenso y descenso del personal a los encofrados se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.
- Se instalarán listones sobre los fondos de madera de las losas de escalera, para permitir un más seguro tránsito en esta fase y evitar deslizamientos.
- Se instalarán cubridores de madera sobre las esperas de ferralla de las losas de escalera.
- Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de aquellas losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.
- Se esmerará el orden y la limpieza durante la ejecución de los trabajos.
- Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán.
- Los clavos sueltos o arrancados se eliminarán mediante un barrido y apilado en lugar conocido para su posterior retirada.
- Una vez concluido un determinado tajo, se limpiará eliminando todo el material sobrante, que se apilará, en un lugar conocido para su posterior retirada.
- Los huecos del forjado, se cubrirán con madera clavada sobre las tabicas perimetrales antes de proceder al armado.
- Los huecos del forjado permanecerán siempre tapados para evitar caídas a distinto nivel.
- El acceso entre forjados se realizará a través de la rampa de escalera que será la primera en hormigonarse.

- Inmediatamente que el hormigón lo permita, se peldañeara.
- Prendas de protección personal recomendables:
 - Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
 - Botas de seguridad.
 - Cinturones de seguridad (Clase C).
 - Guantes de cuero.
 - Gafas de seguridad antiproyecciones.
 - Ropa de trabajo.
 - Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
 - Trajes para tiempo lluvioso.

8.1.6.3.2 Trabajos con ferralla. Manipulación y puesta en obra

- Riesgos detectables más comunes:
 - Cortes y heridas en manos y pies por manejo de redondos de acero.
 - Aplastamientos durante las operaciones de cargas y descarga de paquetes de ferralla.
 - Tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
 - Los derivados de las eventuales roturas de redondos de acero durante el estirado o doblado.
 - Sobreesfuerzos.
 - Caídas al mismo nivel (entre plantas, escaleras, etc.).
 - Caídas a distinto nivel.
 - Golpes por caída o giro descontrolado de la carga suspendida.
 - Otros.
- Normas o medidas preventivas:
 - Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla próximo al lugar de montaje de armaduras.
 - Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera.
 - El transporte aéreo de paquetes de armaduras mediante grúa se ejecutará suspendiendo la carga de dos puntos separados mediante eslingas.

- La ferralla montada (pilares, parrillas, etc.) se almacenará en los lugares designados a tal efecto separado del lugar de montaje, señalados en los planos.
 - Los desperdicios o recortes de hierro y acero, se recogerán acopiándose en el lugar determinado en los planos para su posterior carga y transporte al vertedero.
 - Se efectuará un barrido periódico de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.
 - Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical. Se transportarán suspendidos de dos puntos mediante eslingas hasta llegar próximos al lugar de ubicación, depositándose en el suelo. Sólo se permitirá el transporte vertical para la ubicación exacta "in situ".
 - Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales sin antes estar correctamente instaladas las redes o barandillas de protección.
 - Se evitará en lo posible caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas, (o vigas).
 - Se instalarán "camino de tres tablonos de anchura" (60 cm. como mínimo) que permitan la circulación sobre forjados en fase de armado de negativos (o tendido de mallazos de reparto).
 - Las maniobras de ubicación "in situ" de ferralla montada se guiarán mediante un equipo de tres hombres; dos, guiarán mediante sogas en dos direcciones la pieza a situar, siguiendo las instrucciones del tercero que procederá manualmente a efectuar las correcciones de aplomado.
- Prendas de protección personal recomendadas:
- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
 - Guantes de cuero.
 - Botas de seguridad.
 - Botas de goma o de P.V.C. de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Cinturón porta-herramientas.
 - Cinturón de seguridad (Clase A ó C).
 - Trajes para tiempo lluvioso.

8.1.6.3.3 Trabajos de manipulación del hormigón

- Riesgos detectables más comunes
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
 - Caída de personas y/u objetos al vacío.
 - Hundimiento de encofrados.
 - Rotura o reventón de encofrados.
 - Pisadas sobre objetos punzantes.
 - Pisadas sobre superficies de tránsito.
 - Las derivadas de trabajos sobre suelos húmedos o mojados.
 - Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos).
 - Atrapamientos.
 - Electrocutación. Contactos eléctricos.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas de aplicación durante del vertido del hormigón:
 - Vertido mediante cubo o cangilón:
 1. Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.
 2. La apertura del cubo para vertido se ejecutará exclusivamente accionando la palanca para ello, con las manos protegidas con guantes impermeables.
 3. Se procurará no golpear con cubo los encofrados ni las entibaciones.
 4. Del cubo (o cubilete) penderán cabos de guía para ayuda a su correcta posición de vertido. Se prohíbe guiarlo o recibirlo directamente, en prevención de caídas por movimiento pendular del cubo.
 5. Vertido de hormigón mediante bombeo.
 6. El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo.
 7. La manguera terminal de vertido, será gobernada por un mínimo a la vez de dos operarios, para evitar las caídas por movimiento incontrolado de la misma.

8. Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie (un forjado o losas por ejemplo), se establecerá un camino de tablonos seguro sobre los que apoyarse los operarios que gobiernan el vertido con la manguera.
 9. El manejo, montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado, será dirigido por un operario especialista, en evitación de accidentes por "tapones" y "sobre presiones" internas.
 10. Antes de iniciar el bombeo de hormigón se deberá preparar el conducto (engrasar las tuberías) enviando masas de mortero de dosificación, en evitación de "atoramiento" o "tapones".
 11. Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la "redecilla" de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total, del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina.
 12. Se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.
 13. Los operarios, amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza, a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
 14. Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigonado, cumplimentando el libro de mantenimiento que será presentado a requerimiento de la Dirección Facultativa.
- Normas o medidas preventivas durante el hormigonado en muros:
 1. Antes del inicio del vertido del hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de las entibaciones de contención de tierras de los taludes del vaciado que interesan a la zona de muro que se va a hormigonar, para realizar los refuerzos o saneos que fueran necesarios.
 2. El acceso al trasdós del muro (espacio comprendido entre el encofrado externo y el talud del vaciado), se efectuará mediante escaleras de mano. Se prohíbe el acceso "escalando el encofrado", por ser una acción insegura.
 3. Antes del inicio del hormigonado, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de seguridad de los encofrados en prevención de reventones y derrames.

4. Antes del inicio del hormigonado, y como remate de los trabajos de encofrado, se habrá construido la plataforma de trabajo de coronación del muro desde la que ayudará a las labores de vertido y vibrado.
 5. La plataforma de coronación de encofrado para vertido y vibrado, que se establecerá a todo lo largo del muro; tendrá las siguientes dimensiones:
 - (a) Longitud: La del muro.
 - (b) Anchura: 60 cm., (3 tablonos mínimo).
 - (c) Sustentación: Jabalcoes sobre el encofrado.
 - (d) Protección: Barandilla de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.
 - (e) Acceso: Mediante escalera de mano reglamentaria.
 6. Se establecerán a una distancia mínima de 2 m., (como norma general), fuertes topes de final de recorrido, para los vehículos que deban aproximarse al borde de los taludes del vaciado, para verter el hormigón (Dumper, camión, hormigonera).
 7. El vertido de hormigón en el interior del encofrado se hará repartiéndolo uniformemente a lo largo del mismo, por tongadas regulares, en evitación de sobrecargas puntuales que puedan deformar o reventar el encofrado.
- Normas o medidas preventivas durante el hormigonado de pilares y forjados:
 1. Antes del inicio del vertido de hormigón, el Capataz (o Encargado), revisará el buen estado de la seguridad de los encofrados, en prevención de accidentes por reventones o derrames.
 2. Antes del inicio del hormigonado, se revisará la correcta disposición y estado de las redes de protección de los trabajos de estructura.
 3. Se prohíbe terminantemente, trepar por los encofrados de los pilares o permanecer en equilibrio sobre los mismos.
 4. Se vigilará el buen comportamiento de los encofrados durante el vertido del hormigón, paralizándolos en el momento que se detecten fallos. No se reanudará el vertido hasta restablecer la estabilidad mermada.
 5. El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado", según plano.

6. La cadena de cierre del acceso de la "torreta o castillete de hormigonado" permanecerá amarrada, cerrando el conjunto siempre que sobre la plataforma exista algún operario.
 7. Se revisará el buen estado de los huecos en el forjado, reinstalando las "tapas" que falten y clavando las sueltas, diariamente.
 8. Se revisará el buen estado de las viseras de protección contra caída de objetos, solucionándose los deterioros diariamente.
 9. Se dispondrán accesos fáciles y seguros para llegar a los lugares de trabajo.
 10. Se prohíbe concentrar cargas de hormigón en un solo punto. El vertido se realizará extendiendo el hormigón con suavidad sin descargas bruscas, y en superficies amplias.
 11. Se establecerán plataformas móviles de un mínimo de 60 cm. de ancho (3 tablones trabados entre sí), desde los que ejecutan los trabajos de vibrado del hormigón.
 12. Se establecerán caminos de circulación sobre las superficies a hormigonar formados por líneas de 3 tablones de anchura total mínima de 60 cm.
 13. Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.
- Prendas de protección personal para trabajos de manipulación de hormigones en cimentación:
- Si existiese homologación expresa del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, las prendas de protección personal a utilizar en esta obra, estarán homologadas.
- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
 - Guantes impermeabilizados y de cuero.
 - Botas de seguridad.
 - Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
 - Gafas de seguridad antiproyecciones.
 - Ropa de trabajo.
 - Trajes impermeables para tiempo lluvioso.

8.1.6.4 Cubiertas

La cubierta será en la zona perimetral inclinada de teja árabe sobre tablero apoyado en tabicón palomero y aislamiento térmico y en la zona central será transitable a la catalana con formación de pendientes con hormigón aligerado e impermeabilización con tela asfáltica.

8.1.6.4.1 Cubiertas inclinadas de tejas

- Riesgos destacables más comunes:
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos a niveles inferiores.
 - Sobreesfuerzos.
 - Quemaduras (sellados, imperabilizaciones en caliente)
 - Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
 - Golpes o cortes por manejo de piezas cerámicas o de hormigón.

- Normas o medidas preventivas de aplicación a la construcción de cubiertas en general:
 - El personal encargado de la construcción de la cubierta será conocedor del sistema constructivo más correcto a poner en práctica, en prevención de los riesgos por impericia.
 - El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca en rededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superior a los 6 m. de altura.
 - Se tenderá, unido a dos "puntos fuertes" instalados en las limatesas, un cable de acero de seguridad en el que anclar el fiador del cinturón de seguridad, durante la ejecución de las labores sobre los faldones de la cubierta.

- El riesgo de caída de altura se controlará manteniendo los andamios metálicos apoyados de construcción del cerramiento. En la coronación de los mismos, bajo cota de alero, (o canalón), y sin dejar separación con la fachada, se dispondrá una plataforma sólida (tablones de madera trabados o de las piezas especiales metálicas para forma plataformas de trabajo en andamios tubulares existentes en el mercado), recercado de una barandilla sólida cuajada, (tablestacado, tableros de T.P. reforzados), que sobrepasen en 1 m. la cota de límite del alero.
- El riesgo de caída de altura se controlará construyendo la plataforma descrita en la medida preventiva anterior sobre tablones volados contrapesados y alojados en mechinales de la fachada, no dejará huecos libres entre la fachada y la plataforma de trabajo.
- Todos los huecos del forjado horizontal, permanecerán tapados con madera clavada durante la construcción de los tabiquillos de formación de las pendientes de los tableros.
- El acceso a los planos inclinados se ejecutará mediante escaleras de mano que sobrepasen en 1 m. la altura a salvar.
- La comunicación y circulaciones necesarias sobre la cubierta inclinada se resolverá mediante pasarelas emplintadas inferiormente de tal forma que absorbiendo la pendiente queden horizontales.
- Las tejas se izarán mediante plataformas emplintadas mediante el gancho de la grúa, sin romper los flejes, (o paquetes de plástico) en los que son suministradas por el fabricante, en prevención de los accidentes por derrame de la carga.
- Las tejas se acopiarán repartidas por los faldones evitando sobrecargas.
- Las tejas sueltas, (rotos los paquetes), se izarán mediante plataformas emplintadas y enjauladas en prevención de derrames innecesarios.
- Las tejas, se descargarán para evitar derrames y vuelcos, sobre los faldones, sobre plataformas horizontales montadas sobre plintos en cuña que absorban la pendiente.
- Las bateas, (o plataformas de izado), serán gobernadas para su recepción mediante cabos, nunca directamente con las manos, en prevención de golpes y de atrapamientos.

- Se suspenderán los trabajos sobre los faldones con vientos superiores a los 60 Km/h., en prevención del riesgo de caída de personas u objetos.
 - Los rollos de tela asfáltica se repartirán uniformemente, evitando sobrecargas, calzados para evitar que rueden y ordenados por zonas de trabajo.
 - Los faldones se mantendrán libres de objetos que puedan dificultar los trabajos o los desplazamientos seguros.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
 - Botas de seguridad.
 - Botas de goma.
 - Guantes de cuero impermeabilizados.
 - Guantes de goma o P.V.C.
 - Cinturón de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Trajes para tiempo lluvioso.
 - Además para la manipulación de betunes y asfaltos en caliente se utilizarán:
 - Botas de cuero.
 - Polainas de cuero.
 - Mandiles de cuero.
 - Guantes de cuero impermeabilizados.

8.1.6.4.2 Cubiertas planas

- Riesgos detectables más comunes:
- Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de objetos a niveles inferiores.
 - Sobreesfuerzos.
 - Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente).
 - Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Todos los huecos de la cubierta permanecerán tapados con madera clavada al forjado, hasta el inicio de su cerramiento definitivo se descubrirán conforme vayan a cerrarse.
- Se establecerán "caminos de circulación" sobre las zonas en proceso de fraguado, o de endurecimiento, formados por una anchura de 60 cm.
- Los recipientes para transportar materiales de sellado se llenarán al 50% para evitar derrames innecesarios.
- Los acopios de material bituminoso se repartirán en cubierta, evitando las sobrecargas puntuales.
- El pavimento de la cubierta se izará sobre plataformas emplintadas empaquetados según son servidos por el fabricante, perfectamente apilados y nivelados los paquetes y atado el conjunto a la plataforma de izado para evitar derrames durante el transporte.
- En todo momento se mantendrá limpia y libre de obstáculos que dificulten la circulación o los trabajos, la cubierta que se ejecuta.
- Los plásticos, cartón, papel y flejes, procedentes de los diversos empaquetados, se recogerán inmediatamente que se hayan abierto los paquetes, par su eliminación posterior.

- Prendas de protección personal recomendables:

- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
- Botas de seguridad.
- Botas de goma.
- Guantes de cuero impermeabilizados.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Cinturón de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Trajes para tiempo lluvioso.
- Además para la manipulación de betunes y asfaltos en caliente se utilizarán:
- Botas de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandiles de cuero.
- Guantes de cuero impermeabilizados.

8.1.6.5 Cerramientos

El cerramiento será en general de muro capuchino, tanto en fachada principal y posterior, como en medianeras y en muro y de 1/2 pie en cajas de escaleras y ascensor. Las paredes interiores serán de tabicón del 7 en general y del 4 en armarios empotrados y elementos menores. Se realizarán en primer lugar los cerramientos exteriores a fin de reducir al máximo las situaciones de riesgo, concluyendo posteriormente con los tabiques interiores. Los riesgos que se enumeran a continuación lo serán en función de la utilización para cerramientos exteriores de andamios de estructura tubular completados con el uso general de barandilla, descartándose el empleo de andamios colgados. Para la realización de la tabiquería interior y albañilería en general se utilizarán andamios de borriquetas adecuados.

- Riesgos detectables más comunes:

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre las personas.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- Dermatitis por contactos con el cemento.
- Partículas en los ojos.
- Cortes por utilización de máquinas-herramienta.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos, (cortando ladrillos, por ejemplo).
- Sobreesfuerzos.
- Electrocutación.
- Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Una vez desencofrada cada una de las dos plantas elevadas se protegerán en todo su perímetro con barandillas rígidas a 90 cm. de altura.
- Los huecos existentes en el suelo permanecerán protegidos para la prevención de caídas.
- Los huecos de una vertical, (bajante por ejemplo), serán destapados para el aplomado correspondiente, concluido el cual, se comenzará el cerramiento definitivo del hueco, en prevención de los riesgos por ausencia generalizada o parcial de protecciones en el suelo.
- Los huecos permanecerán constantemente protegidos con las protecciones instaladas en la fase de estructura, reponiéndose las protecciones deterioradas.
- Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.
- Todas las zonas en las que haya que trabajar estarán suficientemente iluminadas.
- Las zonas de trabajo serán limpiadas de escombros (cascotes de ladrillo) periódicamente, para evitar las acumulaciones innecesarias.
- La introducción de materiales en las plantas con la ayuda de la grúa torre se realizará por medio de plataformas voladas, distribuidas en obra según plano.
- Se prohíbe balancear las cargas suspendidas para su instalación en las plantas, en prevención del riesgo de caída al vacío.
- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes (o envoltura de P.V.C.) con las que lo suministre el fabricante, para evitar los riesgos por derrame de la carga.
- El ladrillo suelto se izará apilado ordenadamente en el interior de plataformas de izar emplintadas, vigilando que no puedan caer las piezas por desplome durante el transporte.

- La cerámica paletizada transportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación. Nunca directamente con las manos, en prevención de golpes, atrapamiento o caídas al vacío por péndulo de la carga.
 - Las barandillas de cierre perimetral de cada planta se desmontarán únicamente en el tramo necesario para introducir la carga de ladrillo en un determinado lugar reponiéndose durante el tiempo muerto entre recepciones de carga.
 - Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.
 - Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales, ubicándose aquellas según plano.
 - Se prohíbe lanzar cascotes directamente por las aberturas de fachadas, o huecos interiores.
 - Se prohíbe trabajar junto a los parámetros recién levantados antes de transcurridas 48 horas. Si existe un régimen de vientos fuertes incidiendo sobre ellos, pueden derrumbarse sobre el personal.
 - Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones, terrazas y bordes de forjados si antes no se ha procedido a instalar una protección sólida contra posibles caídas al vacío formada por pies derechos y travesaños sólidos horizontales.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
 - Guantes de P.V.C. o de goma.
 - Guantes de cuero.
 - Botas de seguridad.
 - Cinturón de seguridad, Clases A y C.
 - Botas de goma con puntera reforzada.
 - Ropa de trabajo.
 - Trajes para tiempo lluvioso.

8.1.6.6 Pocería y saneamiento

La pocería y la red de saneamiento se realizarán a base de tubos de P.V.C. de diámetros diferentes hasta llegar a la acometida a depuradora de oxidación total prefabricada, la cual desaguará en la acequia colindante con la parcela.

En la zona de sótano la red de desagüe colgará del forjado de la planta baja:

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
 - Sobreesfuerzos por posturas obligadas, (caminar en cuclillas por ejemplo).
 - Dermatitis por contactos con el cemento.

- Normas o medidas preventivas:
 - El saneamiento y su acometida a la red general se ejecutará según los planos del proyecto objeto de este
 - Estudio de Seguridad e Higiene.
 - Los tubos para las conducciones se acopiarán en una superficie lo más horizontal posible sobre durmientes de madera, en un receptáculo delimitado por varios pies derechos que impidan que por cualquier causa los conductos se deslicen o rueden.

- Medidas de protección personal recomendables:
 - Casco de polietileno (preferiblemente con barbuquejo).
 - Guantes de cuero.
 - Guantes de goma (o de P.V.C.).
 - Botas de seguridad.
 - Botas de goma (o de P.V.C.) de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Equipo de iluminación autónoma.
 - Equipo de respiración autónoma, osemiánónoma.
 - Cinturón de seguridad, clases A, B, o C.
 - Manguitos y polainas de cuero.
 - Gafas de seguridad antiproyecciones

8.1.6.7 Acabados

Se incluyen en este capítulo los siguientes acabados: Alicatados, enfoscados y enlucidos, solados, carpintería de madera y metálica, cristalería y pintura.

Los paramentos en general se revestirán con pasta de yeso al interior y enfoscado de mortero de cemento al exterior.

El revestimiento de paredes en baños, aseos y cocinas, será a base de azulejos o grés cerámico.

El revestimiento de suelos será de grés y baldosín cerámico en azoteas.

Las escaleras se revestirán mediante piezas de mármol.

La carpintería exterior e interior será de madera.

8.1.6.7.1 Alicatados y solados

- Riesgos detectables más comunes:

- Golpes por manejo de objetos o herramientas manuales.
- Cortes por manejo de objetos con aristas cortantes o herramientas manuales.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Cortes en los pies por pisadas sobre cascotes y materiales con aristas cortantes.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Dermatitis por contacto con el cemento.
- Sobreesfuerzos.
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Los tajos se limpiarán de "recortes" y "desperdicios de pasta".
- Los andamios sobre borriquetas a utilizar, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a los 60 cm. (3 tablones trabados entre si) y barandilla de protección de 90 cm.
- Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas para formar andamios, bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.
 - La iluminación mediante portátiles se harán con "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla y alimentados a 24 V.
 - Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra, en prevención del riesgo eléctrico.
 - Las cajas de plaqueta en acopio, nunca se dispondrán de forma que obstaculicen los lugares de paso, para evitar accidentes por tropiezo.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caídas de objetos).
 - Guantes de P.V.C. o goma.
 - Guantes de cuero.
 - Botas de seguridad.
 - Botas de goma con puntera reforzada.
 - Gafas antipolvo, (tajo de corte).
 - Mascarillas antipolvo con filtro mecánico recambiable específico para el material a cortar, (tajo de corte).
 - Ropa de trabajo.

8.1.6.7.2 Enfoscados y enlucidos

- Riesgos detectables más comunes:
- Cortes por uso de herramientas, (paletas, paletines, terrajas, miras, etc.).
 - Golpes por uso de herramientas, (miras, reglas, terrajas, maestras).
 - Caídas al vacío.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Cuerpos extraños en los ojos.
 - Dermatitis de contacto con el cemento y otros aglomerantes.
 - Sobreesfuerzos.
 - Otros.

- Normas o medidas de protección:
 - En todo momento se mantendrán limpias y ordenadas las superficies de tránsito y de apoyo para realizar los trabajos de enfoscado para evitar los accidentes por resbalón.
 - Las plataformas sobre borriquetas para ejecutar enyesados (y asimilables) de techos, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
 - Los andamios para enfoscados de interiores se formarán sobre borriquetas. Se prohíbe el uso de escaleras, bidones, pilas de material, etc., para estos fines, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
 - Se prohíbe el uso de borriquetas en balcones sin protección contra las caídas desde altura.
 - Para la utilización de borriquetas en balcones (terrazas o tribunas), se instalará un cerramiento provisional, formado por "pies derechos" acuñados a suelo y techo, a los que se amarrarán tablones formando una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidas desde la superficie de trabajo sobre las borriquetas. La barandilla constará de pasamanos, listón intermedio y rodapié.
 - Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux, medidos a una altura sobre el suelo en torno a los 2 m.
 - La iluminación mediante portátiles, se hará con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de la bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 V.
 - Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
 - El transporte de sacos de aglomerantes o de áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.

- Prendas de protección personal recomendables:
 - Casco de polietileno (obligatorio para los desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).
 - Guantes de P.V.C. o goma.
 - Guantes de cuero.

- Botas de seguridad.
- Botas de goma con puntera reforzada.
- Gafas de protección contra gotas de morteros y asimilables.
- Cinturón de seguridad clases A y C.

8.1.6.7.3 Falsos techos de escayola

- Riesgos detectables más comunes

- Cortes por el uso de herramientas manuales (llanas, paletines, etc.).
- Golpes durante la manipulación de reglas y planchas o placas de escayola.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Dermatitis por contacto con la escayola.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Las plataformas sobre borriquetas para la instalación de falsos techos de escayola, tendrán la superficie horizontal y cuajada de tablones, evitando escalones y huecos que puedan originar tropiezos y caídas.
- Los andamios para la instalación de falsos techos de escayola se ejecutarán sobre borriquetas de madera o metálicas. Se prohíbe expresamente la utilización de bidones, pilas de materiales, escaleras apoyadas contra los paramentos, para evitar los accidentes por trabajar sobre superficies inseguras.
- Los andamios para la instalación de falsos techos sobre rampas tendrán la superficie de trabajo horizontal y bordeado de barandillas reglamentarias. Se permite el apoyo en peldaños definitivo y borriquetas siempre que esta se inmovilice y los tablones se anclen, acúñen, etc.
- Se prohíbe el uso de andamios de borriquetas próximos a huecos, sin la utilización de medios de protección contra el riesgo de caída desde altura.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux medidos a una altura sobre el suelo, en torno a los 2 m.

- La iluminación mediante portátiles, se hará con "portalámparas estancos con mango aislante" y "rejilla" de protección de bombilla. La energía eléctrica los alimentará a 24 V.
 - Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
 - El transporte de sacos y planchas de escayola, se realizará interiormente, preferiblemente sobre carretilla de mano, en evitación de sobreesfuerzos.
 - Los sacos y planchas de escayola se acopiarán ordenadamente repartidos junto a los tajos en los que se vaya a utilizar, lo más separado posible de los vanos en evitación de sobrecargas innecesarias.
 - Los acopios de sacos o planchas de escayola, se dispondrán de forma que no obstaculicen los lugares de paso, para evitar los accidentes por tropiezo.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno, (obligatorio para los desplazamientos por la obra).
 - Guantes de P.V.C. o goma.
 - Guantes de cuero.
 - Botas de goma con puntera reforzada.
 - Gafas de protección, (contra gotas de escayola).
 - Ropa de trabajo.
 - Cinturón de seguridad clase A y C.

8.1.6.7.4 Carpintería de madera y metálica

- Riesgos detectables más comunes
- Caída al mismo nivel.
 - Caída a distinto nivel.
 - Cortes por manejo de máquinas-herramientas manuales.
 - Golpes por objetos o herramientas.
 - Atrapamiento de dedos entre objetos.
 - Pisadas sobre objetos punzantes.
 - Contactos con la energía eléctrica.
 - Caída de elementos de carpintería sobre las personas.
 - Sobreesfuerzos.

- Normas o medidas preventivas:

- Los precercos, (cercos, puertas de paso, tapajuntas), se descargarán en bloques perfectamente flejados (o atados) pendientes mediante eslingas del gancho de la grúa torre.
- Los acopios de carpintería de madera se ubicarán en los lugares definidos en los planos, para evitar accidentes por interferencias.
- Los cercos, hojas de puerta, etc. se izarán a las plantas en bloques flejados, (o atados), suspendidos del gancho de la grúa mediante eslingas. Una vez en la planta de ubicación, se soltarán los flejes y se descargarán a mano.
- En todo momento los tajos se mantendrán libres de cascotes, recortes, metálicos, y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.
- Se prohíbe acopiar barandillas definitivas en los bordes de forjados para evitar los riesgos por posibles desplomes.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados en buen estado, para evitar accidentes.
- Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.
- Los listones horizontales inferiores, contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.
- Los listones inferiores antideformaciones se desmontarán inmediatamente, tras haber concluido el proceso de endurecimiento de la parte de recibido del precerco, (o del cerco directo), para que cese el riesgo de tropiezo y caídas.
- El "cuelgue" de hojas de puertas, (o de ventanas), se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura entorno a los 2 m.

- La iluminación mediante portátiles se hará mediante "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.
 - Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
 - Las escaleras a utilizar serán de tipo de tijera, dotadas de zapatas antideslizantes y de cadenilla limitadora de apertura.
 - Las operaciones de lijado mediante lijadora eléctrica manual, se ejecutarán siempre bajo ventilación por "corriente de aire", para evitar los accidentes por trabajar en el interior de atmósferas nocivas.
 - El almacén de colas y barnices poseerá ventilación directa y constante, un extintor de polvo químico seco junto a la puerta de acceso y sobre ésta una señal de "peligro de incendio" y otra de "prohibido fumar" para evitar posibles incendios.
 - Se prohíbe expresamente la anulación de toma de tierra de las máquinas herramienta. Se instalará en cada una de ellas una "pegatina" en tal sentido, si no están dotadas de doble aislamiento.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno (obligatorio para desplazamientos por la obra y en aquellos lugares donde exista riesgo de caída de objetos).
 - Guantes de P.V.C. o de goma.
 - Guantes de cuero.
 - Gafas antiproyecciones.
 - Mascarilla de seguridad con filtro específico recambiable para polvo de madera, (de disolventes o de colas).
 - Botas de seguridad.
 - Ropa de trabajo.

8.1.6.7.5 Montaje de vidrio

- Riesgos detectables más comunes
 - Caídas de personas al mismo nivel.
 - Caídas de personas a distinto nivel.
 - Cortes en manos, brazos o pies durante las operaciones de transporte y ubicación manual del vidrio.
 - Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
 - Los derivados de los medios auxiliares a utilizar.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas:
 - Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio, delimitando la zona de trabajo.
 - Se mantendrán libres de fragmentos de vidrio los tajos, para evitar el riesgo de cortes.
 - En las operaciones de almacenamiento, transporte y colocación, los vidrios se mantendrán siempre en posición vertical.
 - La manipulación de las planchas de vidrio se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.
 - El vidrio presentado en la carpintería correspondiente, se recibirá y terminará de instalar inmediatamente, para evitar el riesgo de accidentes por roturas.
 - Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.
 - La colocación de los vidrios se realizará desde dentro del edificio.
 - Los andamios que deben utilizarse para la instalación de los vidrios en las ventanas, estarán protegidos en su parte delantera, (la que da hacia la ventana), por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, medidas desde la plataforma de trabajo, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié, para evitar el riesgo de caídas al vacío durante los trabajos.
 - Se prohíbe utilizar a modo de borriquetas, los bidones, cajas o pilas de material y asimilables, para evitar los trabajos realizados sobre superficies inestables.
 - Se prohíben los trabajos con vidrio bajo régimen de vientos fuertes.

- Prendas de protección personal:
 - Casco de polietileno (obligatorio para desplazamientos por la obra).
 - Guantes de goma.
 - Manoplas de goma.
 - Muñequeras de cuero que cubran el brazo.
 - Botas de seguridad.
 - Polainas de cuero.
 - Mandil.
 - Ropa de trabajo.
 - Cinturón de seguridad clase A y C.

8.1.6.7.6 Pintura y barnizado

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Caída de personas al vacío (pintura de fachadas y asimilables).
 - Cuerpos extraños en los ojos (gotas de pintura, motas de pigmentos).
 - Los derivados de los trabajos realizados en atmósferas nocivas (intoxicaciones).
 - Contacto con sustancias corrosivas.
 - Los derivados de la rotura de las mangueras de los compresores.
 - Contactos con la energía eléctrica.
 - Sobreesfuerzos.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas:
 - Las pinturas, (los barnices, disolventes, etc.), se almacenarán en lugares bien ventilados.
 - Se instalará un extintor de polvo químico seco al lado de la puerta de acceso al almacén de pinturas.
 - Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

- Se evitará la formación de atmósferas nocivas manteniéndose siempre ventilado el local que se está pintando (ventanas y puertas abiertas).
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a los puntos fuertes de la obra, de los que amarrar el fiador del cinturón de seguridad en las situaciones de riesgo de caída desde altura.
- Los andamios para pintar tendrán una superficie de trabajo de una anchura mínima de 60 cm. (tres tablones trabados), para evitar los accidente por trabajos realizados sobre superficies angostas.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de un tablón apoyado en los peldaños de dos escaleras de mano, tanto de los de apoyo libre como de las de tijera, para evitar el riesgo de caída a distinto nivel.
- Se prohíbe la formación de andamios a base de bidones, pilas de materiales y asimilables, para evitar la realización de trabajos sobre superficies inseguras.
- Se prohíbe la utilización en esta obra, de las escaleras de mano en los balcones, sin haber puesto previamente los medios de protección colectiva (barandillas superiores, redes, etc.), para evitar los riesgos de caídas al vacío.
- La iluminación mínima en las zonas de trabajo será de 100 lux, medidos a una altura sobre el pavimento en torno a los 2 metros.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de suministro de energía sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán de tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar el riesgo de caídas por inestabilidad.
- Se prohíbe fumar o comer en las estancias en las que se pinte con pinturas que contengan disolventes orgánicos o pigmentos tóxicos.
- Se advertirá al personal encargado de manejar disolventes orgánicos (o pigmentos tóxicos) de la necesidad de una profunda higiene personal (manos y cara) antes de realizar cualquier tipo de ingesta.

- Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión (o de incendio).
- Prendas de protección personal:
 - Casco de polietileno (para desplazamientos por la obra).
 - Guantes de P.V.C. largos (para remover pinturas a brazo).
 - Mascarilla con filtro mecánico específico recambiable (para ambientes pulverulentos).
 - Mascarilla con filtro químico específico recambiable (para atmósferas tóxicas por disolventes orgánicos).
 - Gafas de seguridad (antipartículas y gotas).
 - Calzado antideslizante.
 - Ropa de trabajo.
 - Gorro protector contra pintura para el pelo.

8.1.6.8 Instalaciones

En las instalaciones se contemplan los trabajos de electricidad, solar térmica, hidráulica y saneamiento.

Para los trabajos de esta fase que sean de rápida ejecución, usaremos escaleras de tijera, mientras que en aquellos que exijan dilatar sus operaciones emplearemos andamios de borriquetas o tubulares adecuados.

8.1.6.8.1 Montaje de la instalación eléctrica

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caída de personas al mismo nivel.
 - Caída de personas a distinto nivel.
 - Cortes por manejo de herramientas manuales.
 - Cortes por manejo de las guías y conductores.
 - Golpes por herramientas manuales.
 - Otros.

- Riesgos detectables durante pruebas de conexionado y puesta en servicio:
 1. Electrocuación o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
 2. Electrocuación o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
 3. Electrocuación o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
 4. Electrocuación o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.).
 5. Electrocuación o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
 6. Otros.

- Normas o medidas preventivas:
 - En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.
 - La iluminación en los tajos no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m. del suelo.
 - La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalamparas estancos con mango aislante", y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
 - Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
 - Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
 - Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
 - Se prohíbe en general en esta obra, la utilización de escaleras de mano o de andamios sobre borriquetas, en lugares con riesgo de caída desde altura durante los trabajos de electricidad, si antes no se han instalado las protecciones de seguridad adecuadas.

- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
 - Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
 - Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
 - Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala, de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, y que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección personal. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra y en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.
 - Botas aislantes de electricidad (conexiones).
 - Botas de seguridad.
 - Guantes aislantes.
 - Ropa de trabajo.
 - Cinturón de seguridad.
 - Banqueta de maniobra.
 - Alfombra aislante.
 - Comprobadores de tensión.
 - Herramientas aislantes.

8.1.6.8.2 Instalaciones del circuito hidráulico

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas a distinto nivel.
 - Cortes en las manos por objetos y herramientas.
 - Atrapamientos entre piezas pesadas.
 - Los inherentes al uso de la soldadura autógena.
 - Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.
 - Quemaduras.
 - Sobreesfuerzos.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas:
 - Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo. Se limpiarán conforme se avance, apilando el escombros para su vertido por las trompas, para evitar el riesgo de pisadas sobre objetos.
 - La iluminación de los tajos de fontanería será de un mínimo de 100 lux medidos a una altura sobre el nivel del pavimento, en torno a los 2 m.
 - La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante "mecanismos estancos de seguridad" con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
 - Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.
 - Se prohíbe abandonar los mecheros y sopletes encendidos.
 - Se controlará la dirección de la llama durante las operaciones de soldadura en evitación de incendios.

- Prendas de protección personal recomendables:
 - Casco de polietileno para los desplazamientos por la obra.
 - Guantes de cuero.
 - Botas de seguridad.
 - Ropa de trabajo

8.1.6.8.3 Instalación de los ascensores y montacargas

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas a distinto nivel.
 - Caídas al vacío por el hueco del ascensor.
 - Caídas de objetos.
 - Atrapamientos entre piezas pesadas.
 - Contactos eléctricos directos.
 - Contactos eléctricos indirectos.
 - Golpes por manejo de herramientas manuales.
 - Sobreesfuerzos.
 - Los inherentes a la utilización de soldadura eléctrica, oxiacetilénica y oxicorte.
 - Pisadas sobre materiales.
 - Quemaduras.

- Normas o medidas preventivas:
 - El personal encargado de realizar el montaje será especialista en la instalación de ascensores.
 - No se procederá a realizar el cuelgue del cable de las "carracas" portantes de la plataforma provisional de montaje, hasta haberse agotado el tiempo necesario para el endurecimiento del punto fuerte de seguridad que ha de soportar el conjunto, bajo la bancada superior.
 - Antes de iniciar los trabajos, se cargará la plataforma con el peso máximo que debe soportar, mayorado en un 40% de seguridad. Esta "prueba de carga" se ejecutará a una altura de 30 cm. sobre el fondo del hueco del ascensor.
 - Concluida satisfactoriamente, se iniciarán los trabajos sobre plataforma.
 - Antes de proceder a "tender los plomos" para el replanteo de guías y cables de la cabina, se verificará que todos los huecos están cerrados con barandillas provisionales sólidas, de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.

- La losa de hormigón de la bancada superior del hueco de ascensores, estará diseñada con los orificios precisos para poder realizar sin riesgo a través de ellos, las tareas de aplomado de las guías.
 - La plataforma de trabajo móvil estará rodeada perimetralmente por barandillas de 90 cm. de altura, formadas de barra pasamano, y rodapié, dotada de sistema de acuñado en caso de descenso brusco.
 - La plataforma de montaje estará protegida por una visera resistente antiimpactos.
 - La instalación de los cercos de las puertas de paso de las plantas, se ejecutará sujetos con cinturones de seguridad a puntos fuertes seguros dispuestos para tal menester.
 - Las puertas se colgarán inmediatamente que el cerco esté recibido y listo para ello, procediendo a disparar un pestillo de cierre de seguridad, o a instalar un acuñado que impida su apertura fortuita y los accidentes de caída por el hueco del ascensor.
 - Se prohíbe durante el desarrollo de toda la obra, arrojar escombros por los huecos destinados a la instalación de los ascensores para evitar los accidentes por golpes.
 - La iluminación del hueco del ascensor se instalará en todo su desarrollo. El nivel de iluminación en el tajo será de 200 lux.
 - La iluminación eléctrica mediante portátiles, se efectuará utilizando "portalámparas estancos de seguridad con mango aislante" dotados con rejilla protectora de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
 - Se prohíbe la instalación provisional de tomas de agua junto a los núcleos de ascensores, para evitar las escorrentías con interferencia en los trabajos de los instaladores y consecuente potenciación de riesgos.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno para el tránsito por la obra.
 - Botas de seguridad.
 - Guantes de seguridad.
 - Ropa de trabajo.
 - Botas aislantes (montajes y pruebas bajo tensión).

- Guantes aislantes (montajes y pruebas bajo tensión).
- Para el tajo de soldadura además se utilizará:
- Gafas de soldador (para el ayudante).
- Yelmo de soldador.
- Pantalla de soldador de mano.
- Guantes de cuero.
- Muñequeras de cuero que cubran los brazos.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.

8.1.7 Medios Auxiliares

8.1.7.1 Andamios. Normas en general

- Riesgos detectables más comunes:

- Caídas a distinto nivel (al entrar o salir).
- Caídas al mismo nivel.
- Desplome del andamio.
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales).
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Los andamios siempre se arriostrarán para evitar los movimientos indeseables que pueden hacer perder el equilibrio a los trabajadores.
- Antes de subirse a una plataforma andamiada deberá revisarse toda su estructura para evitar las situaciones inestables.
- Los tramos verticales (módulos o pies derechos) de los andamios, se apoyarán sobre tablones de reparto de cargas.
- Los pies derechos de los andamios en las zonas de terreno inclinado, se suplementarán mediante tacos o porciones de tablón, trabadas entre sí y recibidas al durmiente de reparto.

- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura y estarán firmemente ancladas a los apoyos de tal forma que se eviten los movimientos por deslizamiento o vuelco.
- Las plataformas de trabajo, independientemente de la altura, poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, barra o listón intermedio y rodapiés.
- Las plataformas de trabajo permitirán la circulación e intercomunicación necesaria para la realización de los trabajos.
- Los tablonces que formen las plataformas de trabajo estarán sin defectos visibles, con buen aspecto y sin nudos que mermen su resistencia. Estarán limpios, de tal forma, que puedan apreciarse los defectos por uso y su canto será de 7 cm. como mínimo.
- Se prohíbe abandonar en las plataformas sobre los andamios, materiales o herramientas. Pueden caer sobre las personas o hacerles tropezar y caer al caminar sobre ellas.
- Se prohíbe arrojar escombros directamente desde los andamios. El escombros se recogerá y se descargará de planta en planta, o bien se verterá a través de trompas.
- Se prohíbe fabricar morteros (o asimilables) directamente sobre las plataformas de los andamios.
- La distancia de separación de un andamio y el paramento vertical de trabajo no será superior a 30 cm. En prevención de caídas.
- Se prohíbe expresamente correr por las plataformas sobre andamios, para evitar los accidentes por caída.
- Se prohíbe "saltar" de la plataforma andamiada al interior del edificio; el paso se realizará mediante una pasarela instalada para tal efecto.
- Los andamios se inspeccionarán diariamente por el Capataz, Encargado o Servicio de Prevención, antes del inicio de los trabajos, para prevenir fallos o faltas de medidas de seguridad.
- Los elementos que denoten algún fallo técnico o mal comportamiento se desmontarán de inmediato para su reparación (o sustitución).

- Los reconocimientos médicos previos para la admisión del personal que deba trabajar sobre los andamios de esta obra, intentarán detectar aquellos trastornos orgánicos (vértigo, epilepsia, trastornos cardiacos, etc.), que puedan padecer y provocar accidentes al operario. Los resultados de los reconocimientos se presentarán al Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra.
- Prendas de protección personal recomendables:
 - Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
 - Botas de seguridad (según casos).
 - Calzado antideslizante (según caso).
 - Cinturón de seguridad clases A y C.
 - Ropa de trabajo.
 - Trajes para ambientes lluviosos.

8.1.7.2 Andamios sobre borriquetas

Están formados por un tablero horizontal de 60 cm. de anchura mínima, colocados sobre dos apoyos en forma de "V" invertida.

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caídas a distinto nivel.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Golpes o aprisionamientos durante las operaciones de montaje y desmontaje.
 - Los derivados del uso de tabloneros y madera de pequeña sección o en mal estado (roturas, fallos, cimbreos).
- Normas o medidas preventivas:
 - Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos por trabajar sobre superficies inclinadas.
 - Las borriquetas de madera, estarán sanas, perfectamente encoladas y sin oscilaciones, deformaciones y roturas, para eliminar los riesgos por fallo, rotura espontánea y cimbreo.

- Las plataformas de trabajo se anclarán perfectamente a las borriquetas, en evitación de balanceos y otros movimientos indeseables.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm. para evitar el riesgo de vuelcos por basculamiento.
- Las borriquetas no estarán separadas "a ejes" entre sí más de 2,5 m. para evitar las grandes flechas, indeseables para las plataformas de trabajo, ya que aumentan los riesgos al cimbraer.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. Se prohíbe expresamente, la sustitución de éstas, (o alguna de ellas), por "bidones", "pilas de materiales" y asimilables, para evitar situaciones inestables.
- Sobre los andamios sobre borriquetas, sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente por la plataforma de trabajo para evitar las sobrecargas que mermen la resistencia de los tablones.
- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera, estarán dotadas de cadenillas limitadoras de la apertura máxima, tales, que garanticen su perfecta estabilidad.
- Las plataformas de trabajo sobre borriquetas, tendrán una anchura mínima de 60 cm. (3 tablones trabados entre sí), y el grosor del tablón será como mínimo de 7 cm.
- Los andamios sobre borriquetas, independientemente de la altura a que se encuentre la plataforma, estarán cercados de barandillas sólidas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las borriquetas metálicas para sustentar plataformas de trabajo ubicadas a 2 ó más metros de altura, se arriostrarán entre sí, mediante "cruces de San Andrés", para evitar los movimientos oscilatorios, que hagan el conjunto inseguro.
- Los trabajos en andamios sobre borriquetas en los balcones, tendrán que ser protegidos del riesgo de caídas desde altura.
- Se prohíbe formar andamios sobre borriquetas metálicas simples cuyas plataformas de trabajo deba ubicarse a 6 ó más metros de altura.

- Se prohíbe trabajar sobre escaleras o plataformas sustentadas en borriquetas, apoyadas a su vez sobre otro andamio de borriquetas.
 - La madera a emplear será sana, sin defectos ni nudos a la vista, para evitar los riesgos por rotura de los tablones que forman una superficie de trabajo.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Serán preceptivas las prendas en función de las tareas específicas a desempeñar. No obstante durante las tareas de montaje y desmontaje se recomienda el uso de:
 - Cascos.
 - Guantes de cuero.
 - Calzado antideslizante.
 - Ropa de trabajo.
 - Cinturón de seguridad clase C.

8.1.7.3 Andamios metálicos tubulares

Se debe considerar para decidir sobre la utilización de este medio auxiliar, que el andamio metálico tubular está comercializado con todos los sistemas de seguridad que lo hacen seguro (escaleras, barandillas, pasamanos, rodapiés, superficies de trabajo, bridas y pasadores de anclaje de los tablones, etc.).

- Riesgos detectables más comunes:
- Caídas a distinto nivel.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Atrapamientos durante el montaje.
 - Caída de objetos.
 - Golpes por objetos.
 - Sobreesfuerzos.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones preventivas:
 1. No se iniciará un nuevo nivel sin antes haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad (cruces de San Andrés, y arriostramientos).
 2. La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidada será tal, que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él el fiador del cinturón de seguridad.
 3. Las barras, módulos tubulares y tablonos, se izarán mediante sogas de cáñamo de Manila atadas con "nudos de marinero" (o mediante eslingas normalizadas).
 4. Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos o los arriostramientos correspondientes.
 5. Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los "nudos" o "bases" metálicas, o bien mediante las mordazas y pasadores previstos, según los modelos comercializados.
- Las plataformas de trabajo tendrán un mínimo de 60 cm. de anchura.
- Las plataformas de trabajo se limitarán delantera, lateral y posteriormente, por un rodapié de 15 cm.
- Las plataformas de trabajo tendrán montada sobre la vertical del rodapié posterior una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié.
- Las plataformas de trabajo, se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablonos.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares, estarán dotados de las bases nivelables sobre tornillos sin fin (husillos de nivelación), con el fin de garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- Los módulos de base de los andamios tubulares, se apoyarán sobre tablonos de reparto de cargas en las zonas de apoyo directo sobre el terreno.

- Los módulos de base de diseño especial para el paso de peatones, se complementarán con entablados y viseras seguras a "nivel de techo" en prevención de golpes a terceros.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas (elemento auxiliar del propio andamio).
- Se prohíbe expresamente en esta obra el apoyo de los andamios tubulares sobre suplementos formados por bidones, pilas de materiales diversos, "torretas de maderas diversas" y asimilables.
- Las plataformas de apoyo de los tornillos sin fin (husillos de nivelación), de base de los andamios tubulares dispuestos sobre tablones de reparto, se clavarán a éstos con clavos de acero, hincados a fondo y sin doblar.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares, si antes no se han cercado con barandillas sólidas de 90 cm. de altura formadas por pasamanos, barra intermedia y rodapié.
- Todos los componentes de los andamios deberán mantenerse en buen estado de conservación desechándose aquellos que presenten defectos, golpes o acusada oxidación.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral, se montarán con ésta hacia la cara exterior, es decir, hacia la cara en la que no se trabaja.
- Es práctica corriente el "montaje de revés" de los módulos en función de la operatividad que representa, la posibilidad de montar la plataforma de trabajo sobre determinados peldaños de la escalerilla. Evite estas prácticas por inseguras.
- Se prohíbe en esta obra el uso de andamios sobre borriquetas (pequeñas borriquetas), apoyadas sobre las plataformas de trabajo de los andamios tubulares.
- Los andamios tubulares se montarán a una distancia igual o inferior a 30 cm. del paramento vertical en el que se trabaja.
- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos sólidamente a los "puntos fuertes de seguridad" previstos en fachadas o paramentos.

- Las cargas se izarán hasta las plataformas de trabajo mediante garruchas montadas sobre horcas tubulares sujetas mediante un mínimo de dos bridas al andamio tubular.
 - Se prohíbe hacer "pastas" directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.
 - Los materiales se repartirán uniformemente sobre las plataformas de trabajo en prevención de accidentes por sobrecargas innecesarias.
 - Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón ubicado a media altura en la parte posterior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
 - Ropa de trabajo.
 - Calzado antideslizante.
 - Cinturón de seguridad clase C.

8.1.7.4 Torreta o castillete de hormigonado

Entiéndase como tal una pequeña plataforma auxiliar que suele utilizarse como ayuda para guiar el cubo o cangilón de la grúa durante las operaciones de hormigonado de pilares o de elementos de cierta singularidad.

Tenga presente que es costumbre que los carpinteros encofradores se "fabriquen" una plataforma de madera que, además de no cumplir con lo legislado, se trata generalmente de un artilugio sin niveles de seguridad aceptables.

- Riesgos detectables más comunes:
- Caídas de personas a distinto nivel.
 - Golpes por el cangilón de la grúa.
 - Sobreesfuerzos por transporte y nueva ubicación.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Las plataformas presentarán unas dimensiones mínimas de 1'10 por 1'10 m. (lo mínimo necesario para la estancia de dos hombres).
- La plataforma dispondrá de una barandilla de 90 cm. de altura formada por barra pasamanos, barra intermedia y un rodapié de tabla de 15 cm. de altura.
- El ascenso y descenso de la plataforma se realizará a través de una escalera.
- El acceso a la plataforma se cerrará mediante una cadena o barra siempre que permanezcan personas sobre ella.
- Se prohíbe el transporte de personas o de objetos sobre las plataformas de los "castilletes de hormigonado" durante sus cambios de posición, en prevención del riesgo de caída.
- Los "castilletes de hormigonado" se ubicarán para proceder al llenado de los pilares en esquina, con la cara de trabajo situada perpendicularmente a la diagonal interna del pilar, con el fin de lograr la posición más favorable y más segura.

- Prendas de protección personal recomendables:

- Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
- Calzado antideslizante.
- Guantes de cuero.
- Ropa de trabajo.

8.1.7.5 Escaleras de mano de madera o metal

Este medio auxiliar suele estar presente en todas las obras sea cual sea su entidad. Suele ser objeto de "prefabricación rudimentaria" en especial al comienzo de la obra o durante la fase de estructura. Estas prácticas son contrarias a la Seguridad. Debe impedir las en la obra.

- Riesgos detectables más comunes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- De aplicación a uso de escaleras de madera:
 1. Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
 2. Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
 3. Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.
- De aplicación a uso de escaleras metálicas:
 1. Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
 2. Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
 3. Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.

- De aplicación a uso de escaleras de tijera:
 1. Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados a y b para las calidades de "madera o metal".
 2. Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
 3. Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
 4. Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
 5. Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura par no mermar su seguridad.
 6. Las escaleras de tijera nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
 7. Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
 8. Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.
 9. Para el uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen.
 10. Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.
 11. Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
 12. Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
 13. Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.
 14. Las escaleras de mano a utilizar en este obra, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
 15. Se prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kilos sobre las escaleras de mano.

16. Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
17. El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Se prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.
18. El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

- Prendas de protección personal recomendables:

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad clase A o C.

8.1.7.6 Puntales

Este elemento auxiliar es manejado corrientemente bien por el carpintero encofrador, bien por el peonaje.

El conocimiento del uso correcto de este útil auxiliar está en proporción directa con el nivel de la seguridad.

- Riesgos detectables más comunes:

- Caída desde altura de las personas durante la instalación de puntales.
- Caída desde altura de los puntales por incorrecta instalación.
- Caída desde altura de los puntales durante las maniobras de transporte elevado.
- Golpes en diversas partes del cuerpo durante la manipulación.
- Atrapamiento de dedos (extensión y retracción).
- Caída de elementos conformadores del puntal sobre los pies.
- Vuelco de la carga durante operaciones de carga y descarga.
- Rotura del puntal por fatiga del material.
- Rotura del puntal por mal estado (corrosión interna y/o externa).

- Deslizamiento del puntal por falta de acuñamiento o de clavazón.
 - Desplome de encofrados por causa de la disposición de puntales.
 - Otros.
- Normas o medidas preventivas:
- Los puntales se acopiarán ordenadamente por capas horizontales de un único puntal en altura y fondo el que desee, con la única salvedad de que cada capa se disponga de forma perpendicular a la inmediata inferior.
 - La estabilidad de las torretas de acopio de puntales, se asegurará mediante la hincas de "pies derechos" de limitación lateral.
 - Se prohíbe expresamente tras el desencofrado el amontonamiento irregular de los puntales.
 - Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes uniformes sobre bateas, flejados para evitar derrames innecesarios.
 - Los puntales se izarán (o descenderán) a las plantas en paquetes flejados por los dos extremos; el conjunto, se suspenderá mediante aparejo de eslingas del gancho de la grúa torre.
 - Se prohíbe expresamente en esta obra, la carga a hombro de más de dos puntales por un solo hombre en prevención de sobreesfuerzos.
 - Los puntales de tipo telescópico se transportarán a brazo u hombro con los pasadores y mordazas instaladas en posición de inmovilidad de la capacidad de extensión o retracción de los puntales.
 - Los tablonos durmientes de apoyo de los puntales que deben trabajar inclinados con respecto a la vertical serán los que se acuñarán. Los puntales, siempre apoyarán de forma perpendicular a la cara del tablón.
 - Los puntales se clavarán al durmiente y a la sopanda, para conseguir una mayor estabilidad.
 - El reparto de la carga sobre las superficies apuntaladas se realizará uniformemente repartido. Se prohíbe expresamente en esta obra las sobrecargas puntuales.

- Normas o medidas preventivas para puntales de madera:
 1. Serán de una sola pieza, en madera sana, preferiblemente sin nudos y seca.
 2. Estarán descortezados con el fin de poder ver el estado real del rollizo.
 3. Tendrán la longitud exacta para el apeo en el que se les instale.
 4. Se acuñarán, con doble cuña de madera superpuesta en la base calvándose entre sí.
 5. Preferiblemente no se emplearán dispuestos para recibir solicitaciones a flexión.
 6. Se prohíbe expresamente en esta obra el empalme o suplementación con tacos (o fragmentos de puntal, materiales diversos y asimilables), los puntales de madera.
 7. Todo puntal agrietado se rechazará para el uso de transmisión de cargas.

- Normas o medidas preventivas para puntales metálicos
 1. Tendrán la longitud adecuada para la misión a realizar.
 2. Estarán en perfectas condiciones de mantenimiento (ausencia de óxido, pintados, con todos sus componentes, etc.).
 3. Los tornillos sin fin los tendrán engrasados en prevención de esfuerzos innecesarios.
 4. Carecerán de deformaciones en el fuste (abolladuras o torcimientos).
 5. Estarán dotados en sus extremos de las placas para apoyo y clavazón.

- Prendas de protección personal recomendables:
 - Casco de polietileno (preferible con barbuquejo).
 - Ropa de trabajo.
 - Guantes de cuero.
 - Cinturón de seguridad.
 - Botas de seguridad.
 - Las propias del trabajo específico en el que se empleen puntales.

8.1.7.7 Viseras de protección del acceso a obra

Estas estarán formadas por una estructura metálica como elemento sustentante de los tablones, de anchura suficiente para el acceso del personal, prolongándose hacia el exterior del borde de forjado 2'5 m. y señalizándose convenientemente.

- Riesgos detectables más frecuentes:

- Desplome de la visera por mal aplomado de los puntales.
- Desplome de la estructura metálica por falta de rigidez de las uniones de los soportes.
- Caída de objetos a través de la visera por deficiente cuajado.

- Normas o medidas preventivas:

- Los apoyos de la visera, tanto en el suelo como en el forjado, se harán sobre durmientes de madera, perfectamente nivelados.
- Los puntales metálicos estarán siempre perfectamente verticales y aplomados.
- Los tablones que forman la visera de protección se colocarán de forma que se garantice su inmovilidad o deslizamiento, formando una superficie perfectamente cuajada.

- Prendas de protección personal recomendables:

- Ropa de trabajo.
- Casco de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Guantes de cuero.

8.1.8 Maquinaria de obra

8.1.8.1 Maquinaria en general

- Riesgos detectables más comunes:

- Vuelcos.
- Hundimientos.
- Choques.
- Formación de atmósferas agresivas o molestas.
- Ruido.
- Explosión e incendios.
- Atropellos.
- Caídas a cualquier nivel.
- Atrapamientos.
- Cortes.
- Golpes y proyecciones.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Los inherentes al propio lugar de utilización.
- Los inherentes al propio trabajo a ejecutar.
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas, estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (cortadoras, sierras, compresores, etc.).
- Los motores eléctricos estarán cubiertos de carcasas protectoras eliminadoras del contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- Se prohíbe la manipulación de cualquier elemento componente de una máquina accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual, estarán cubiertos por carcasas protectoras antiatrapamientos.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado serán retiradas inmediatamente para su reparación.

- Las máquinas averiadas que no se puedan retirar se señalarán con carteles de aviso con la leyenda: "MAQUINA AVERIADA, NO CONECTAR".
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- La misma persona que instale el letrero de aviso de "MAQUINA AVERIADA", será la encargada de retirarlo, en prevención de conexiones o puestas en servicio fuera de control.
- Solo el personal autorizado será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.
- Las máquinas que no sean de sustentación manual se apoyarán siempre sobre elementos nivelados y firmes.
- La elevación o descenso a máquina de objetos, se efectuará lentamente, izándolos en directriz vertical. Se prohíben los tirones inclinados.
- Los ganchos de cuelgue de los aparatos de izar quedarán libres de cargas durante las fases de descenso.
- Las cargas en transporte suspendido estarán siempre a la vista, con el fin de evitar los accidentes por falta de visibilidad de la trayectoria de la carga.
- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga, se suplirán mediante operarios que utilizando señales preacordadas suplan la visión del citado trabajador.
- Se prohíbe la permanencia o el trabajo de operarios en zonas bajo la trayectoria de cargas suspendidas.
- Los aparatos de izar a emplear en esta obra, estarán equipados con limitador de recorrido del carro y de los ganchos, carga punta giro por interferencia.
- Los motores eléctricos de grúas y de los montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.

- Los cables de izado y sustentación a emplear en los aparatos de elevación y transportes de cargas en esta obra, estarán calculados expresamente en función de los solicitados para los que se los instala.
- La sustitución de cables deteriorados se efectuará mediante mano de obra especializada, siguiendo las instrucciones del fabricante.
- Los lazos de los cables estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos metálicos, para evitar deformaciones y cizalladuras.
- Los cables empleados directa o auxiliariamente para el transporte de cargas suspendidas se inspeccionarán como mínimo una vez a la semana por el Servicio de Prevención, que previa comunicación al Jefe de Obra, ordenará la sustitución de aquellos que tengan más del 10% de hilos rotos.
- Los ganchos de sujeción o sustentación, serán de acero o de hierro forjado, provistos de "pestillo de seguridad".
- Se prohíbe en esta obra, la utilización de enganches artesanales construidos a base de redondos doblados.
- Todos los aparatos de izado de cargas llevarán impresa la carga máxima que pueden soportar.
- Todos los aparatos de izar estarán sólidamente fundamentados, apoyados según las normas del fabricante.
- Se prohíbe en esta obra, el izado o transporte de personas en el interior de jaulones, bateas, cubilotes y asimilables.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica, estarán dotadas de toma de tierra.
- Los carriles para desplazamiento de grúas estarán limitados, a una distancia de 1 m. de su término, mediante topes de seguridad de final de carrera.
- Se mantendrá en buen estado la grasa de los cables de las grúas (montacargas, etc.).
- Semanalmente, el Servicio de Prevención, revisará el buen estado del lastre y contrapeso de la grúa torre, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Semanalmente, por el Servicio de Prevención, se revisarán el buen estado de los cables contravientos existentes en la obra, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.

- Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los señalados para ello, por el fabricante de la máquina.
- Prendas de protección personal recomendables:
 - Casco de polietileno.
 - Ropa de trabajo.
 - Botas de seguridad.
 - Guantes de cuero.
 - Gafas de seguridad antiproyecciones.
 - Otros.

8.1.8.2 Grúas torre fijas o sobre carriles

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas a distinto nivel.
 - Atrapamientos.
 - Golpes por el manejo de herramientas y objetos pesados.
 - Cortes.
 - Sobreesfuerzos.
 - Contacto con la energía eléctrica.
 - Vuelco o caída de la grúa.
 - Atropellos durante los desplazamientos por vía.
 - Derrame o desplome de la carga durante el transporte.
 - Golpes por la carga a las personas o a las cosas durante su transporte aéreo.
- Normas o medidas preventivas:
 - Las grúas torre, se ubicarán en el lugar señalado en los planos que completan este Estudio de Seguridad e Higiene.
 - Las vías de las grúas a instalar en esta obra, cumplirán las siguientes condiciones de seguridad:
 1. Solera de hormigón sobre terreno compacto.
 2. Perfectamente horizontales (longitudinal y transversalmente).

3. Bien fundamentadas sobre una base sólida de hormigón.
 4. Estarán perfectamente alineados y con una anchura constante a lo largo del recorrido.
 5. Los raíles serán de la misma sección todos ellos y en su caso con desgaste uniforme.
- Los raíles a montar en esta obra, se unirán a "testa" mediante doble presilla, una a cada lado, sujetas mediante pasadores roscados a tuerca y cable de cobre que garantice la continuidad eléctrica.
 - Bajo cada unión de los raíles se dispondrá doble travesía muy próxima entre sí; cada cabeza de rail quedará unida a su travesía mediante "quincialeras".
 - Los raíles de las grúas torre a instalar en esta obra, estarán rematados a 1 m. de distancia del final del recorrido, y en sus cuatro extremos, por topes electro-soldados.
 - Las vías de las grúas torre a instalar en esta obra, estarán conectadas a tierra.
 - Las grúas torre a montar en esta obra, estarán dotadas de un letrero en lugar visible, en el que se fije claramente la carga máxima admisible en punta.
 - Las grúas torre a utilizar en esta obra, estarán dotadas de la escalerilla de ascensión a la corona, protegida con anillos de seguridad para disminuir el riesgo de caídas.
 - Las grúas torre a utilizar en esta obra, estarán dotadas de cable fiador de seguridad, para anclar los cinturones de seguridad a lo largo de la escalera interior de la torre.
 - Las grúas torre a utilizar en esta obra, estarán dotadas de cable fiador para anclar los cinturones de seguridad a todo lo largo de la pluma; desde los contrapesos a la punta.
 - Los cables de sustentación de cargas que presenten un 10% de hilos rotos, serán sustituidos de inmediato, dando cuenta de ello al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
 - Las grúas torre a utilizar en esta obra, estarán dotadas de ganchos de acero normalizados dotados con pestillo de seguridad.
 - Se prohíbe en esta obra, la suspensión o transporte aéreo de personas mediante el gancho de la grúa-torre.

- En presencia de tormenta, se paralizarán los trabajos con la grúa torre, dejándose fuera de servicio en veleta hasta pasado el riesgo de agresión eléctrica.
- Al finalizar cualquier periodo de trabajo (mañana, tarde, fin de semana), se realizarán en la grúa torre las siguientes maniobras:
 1. Izar el gancho libre de cargas a tope junto al mástil.
 2. Dejar la pluma en posición "veleta".
 3. Poner los mandos a cero.
 4. Abrir los seccionadores del mando eléctrico de la máquina (desconectar la energía eléctrica). Esta maniobra implica la desconexión previa del suministro eléctrico de la grúa en el cuadro general de la obra.
- Se paralizarán los trabajos con la grúa torre en esta obra, por criterios de seguridad, cuando las labores deban realizarse bajo régimen de vientos iguales o superiores a 60 Km./h.
- El cableado de alimentación eléctrica de la grúa torre se realizará enterrándolo a un mínimo de 40 cm. De profundidad; el recorrido siempre permanecerá señalizado. Los pasos de zona con tránsito de vehículos se protegerán mediante una cubrición a base de tablonos enrasados en el pavimento.
- Las grúas torre a instalar en esta obra, estarán dotadas de mecanismos limitadores de carga (para el gancho) y de desplazamiento de carga (para la pluma), en prevención del riesgo de vuelco.
- En esta obra está previsto la instalación de dos grúas torre que se solapan en su radio de acción. Para evitar el riesgo de colisión se instalarán a diferente altura y se les dotará de un dispositivo electromecánico que garantice de forma técnica la imposibilidad de contacto entre ambas (limitador de giro).
- Los gruistas de esta obra siempre llevarán puesto un cinturón de seguridad clase C que amarrarán al punto sólido y seguro, ubicado según los planos.

- Se prohíbe expresamente para prevenir el riesgo de caídas de los gruistas, que trabajen sentados en los bordes de los forjados o encaramándose sobre la estructura de la grúa.
- El instalador de la grúa emitirá certificado de puesta en marcha de la misma en la que se garantice su correcto montaje y funcionamiento.
- Las grúas cumplirán la normativa emanada de la Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de Aparatos Elevadores B.O.E.7-7-88.
- Las grúas torre a instalar en esta obra, se montarán siguiendo expresamente todas las maniobras que el fabricante dé, sin omitir ni cambiar los medios auxiliares o de seguridad recomendados.
- A los maquinistas que deban manejar grúas torre en esta obra, se les comunicará por escrito la siguiente normativa de actuación; del recibí se dará cuenta al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Normas preventivas para los operadores con grúa torre (gruistas):
 1. Sitúese en una zona de la construcción que le ofrezca la máxima seguridad, comodidad y visibilidad; evitará accidentes.
 2. Si debe trabajar al borde de forjados o de cortes del terreno, pida que le instalen puntos fuertes a los que amarrar el cinturón de seguridad. Estos puntos deben ser ajenos a la grúa, de lo contrario si la grúa cae, caerá usted con ella.
 3. No trabaje encaramado sobre la estructura de la grúa, no es seguro.
 4. En todo momento debe tener la carga a la vista para evitar accidentes; en caso de quedar fuera de su campo de visión, solicite la colaboración de un señalista. No corra riesgos innecesarios.
 5. Evite pasar cargas suspendidas sobre los tajos con hombres trabajando. Si debe realizar maniobras sobre los tajos, avise para que sean desalojados.
 6. No trate de realizar "ajustes" en la botonera o en el cuadro eléctrico de la grúa. Avise de las anomalías al
 7. Servicio de Prevención para que sean reparadas.

8. No permita que personas no autorizadas accedan a la botonera, al cuadro eléctrico o a las estructuras de la grúa. Pueden accidentarse o ser origen de accidentes.
9. No trabaje con la grúa en situación de avería o de semiavería. Comunique al Servicio de Prevención las anomalías para que sean reparadas y deje fuera de servicio la grúa.
10. Elimine de su dieta de obra totalmente las bebidas alcohólicas, manejará con seguridad la grúa.
11. Si debe manipular por cualquier causa el sistema eléctrico, cerciórese primero de que está cortado en el cuadro general, y colgado del interruptor o similar un letrero con la siguiente leyenda: "NO CONECTAR, HOMBRES TRABAJANDO EN LA GRUA"
12. No intente izar cargas que por alguna causa estén adheridas al suelo. Puede hacer caer la grúa.
13. No intente "arrastrar" cargas mediante tensiones inclinadas del cable. Puede hacer caer la grúa.
14. No intente balancear la carga para facilitar su descarga en las plantas. Pone en riesgo la caída a sus compañeros que la reciben.
15. No puentee o elimine, los mecanismos de seguridad eléctrica de la grúa.
16. Cuando interrumpa por cualquier causa su trabajo, eleve a la máxima altura posible el gancho. Ponga el carro portor lo más próximo posible a la torre; deje la pluma en veleta y desconecte la energía eléctrica.
17. No deje suspendidos objetos del gancho de la grúa durante las noches o fines de semana. Esos objetos que se desea no sean robados, deben ser resguardados en los almacenes, no colgados del gancho.
18. No eleve cargas mal flejadas, pueden desprenderse sobre sus compañero durante el transporte y causar lesiones.
19. No permita la utilización de eslingas rotas o defectuosas para colgar las cargas del gancho de la grúa. Evitará accidentes.
20. Comunique inmediatamente al Servicio de Prevención la rotura del pestillo de seguridad del gancho, para su reparación inmediata y deje entre tanto la grúa fuera de servicio; evitará accidentes.
21. No intente izar cargas cuyo peso sea igual o superior al limitado por el fabricante para el modelo de grúa que usted utiliza, puede hacerla caer.

22. No rebase la limitación de carga prevista para los desplazamientos del carro portor sobre la pluma, puede hacer desplomarse la grúa.

23. No izar ninguna carga, sin haberse ceriorado de que están instalados los aprietos chasis-via. Considere siempre, que esta acción aumenta la seguridad de grúa.

- Prendas de protección personal recomendables:

• Para el gruista:

1. Casco de polietileno.
2. Ropa de trabajo.
3. Ropa de abrigo.
4. Botas de seguridad.
5. Botas de goma o P.V.C. de seguridad.
6. Cinturón de seguridad clase.

• Para los oficiales de mantenimiento y montadores:

1. Casco de polietileno con barbuquejo.
2. Ropa de trabajo.
3. Botas de seguridad.
4. Botas aislantes de la electricidad.
5. Guantes aislantes de la electricidad.
6. Guantes de cuero.
7. Cinturón de seguridad clase C.

8.1.8.3 Hormigonera eléctrica

- Riesgos detectables más comunes:

- Atrapamientos (paletas, engranajes, etc.)
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes por elementos móviles.
- Polvo ambiental.
- Ruido ambiental.
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- Las hormigoneras se ubicarán en los lugares reseñados para tal efecto en los "planos de organización de obra".
- Las hormigoneras a utilizar en esta obra, tendrán protegidos mediante una carcasa metálica los órganos de transmisión –correas, corona y engranajes–, para evitar los riesgos de atrapamiento.
- Las carcasas y demás partes metálicas de las hormigoneras estarán conectadas a tierra.
- La botonera de mandos eléctricos de la hormigonera lo será de accionamiento estanco, en prevención del riesgo eléctrico.
- Las operaciones de limpieza directa–manual, se efectuarán previa desconexión de la red eléctrica de la hormigonera, para previsión del riesgo eléctrico y de atrapamientos.
- Las operaciones de mantenimiento estarán realizadas por personal especializado para tal fin.

- Prendas de protección personal recomendables:

- Casco de polietileno.
- Gafas de seguridad antipolvo (antisalpicaduras de pastas).
- Ropa de trabajo.
- Guantes de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad de goma o de P.V.C.
- Trajes impermeables.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.

8.1.8.4 Mesa de sierra circular

Se trata de una máquina versátil y de gran utilidad en obra, con alto riesgo de accidente, que suele utilizar cualquiera que la necesite.

- Riesgos detectables más comunes:

- Cortes.
- Golpes por objetos.
- Atrapamientos.

- Proyección de partículas.
 - Emisión de polvo.
 - Contacto con la energía eléctrica.
 - Otros.
- Normas o medidas preventivas:
- Las sierras circulares en esta obra, no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros, (como norma general) del borde de los forjados con la excepción de los que estén efectivamente protegidos (redeso barandillas, petos de remate, etc.).
 - Las máquinas de sierra circular a utilizar en esta obra, estarán dotadas de los siguientes elementos de protección:
 1. Carcasa de cubrición del disco.
 2. Cuchillo divisor del corte.
 3. Empujador de la pieza a cortar y guía.
 4. Carcasa de protección de las transmisiones por poleas.
 5. Interruptor de estanco.
 6. Toma de tierra.
 - Se prohíbe expresamente en esta obra, dejar en suspensión del gancho de la grúa las mesas de sierra durante los periodos de inactividad.
 - El mantenimiento de las mesas de sierra de esta obra, será realizado por personal especializado para tal menester, en prevención de los riesgos por impericia.
 - La alimentación eléctrica de las sierras de disco a utilizar en esta obra, se realizará mediante mangueras
 - antihumedad, dotadas de clavijas estancas a través del cuadro eléctrico de distribución, para evitar los riesgos eléctricos.
 - Se prohíbe ubicar la sierra circular sobre los lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
 - Se limpiará de productos procedentes de los cortes, los aledaños de las mesas de sierra circular, mediante barrido y apilado para su carga sobre bateas emplintadas (o para su vertido mediante las trompas de vertido).

- En esta obra, al personal autorizado para el manejo de la sierra de disco (bien sea para corte de madera o para corte cerámico), se le entregará la siguiente normativa de actuación. El justificante del recibí, se entregará al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Normas de seguridad para el manejo de la sierra de disco.
 1. Antes de poner la máquina en servicio compruebe que no está anulada la conexión a tierra, en caso afirmativo, avise al Servicio de Prevención.
 2. Compruebe que el interruptor eléctrico es estanco, en caso de no serlo, avise al Servicio de Prevención.
 3. Utilice el empujador para manejar la madera; considere que de no hacerlo puede perder los dedos de sus manos. Desconfíe de su destreza. Esta máquina es peligrosa.
 4. No retire la protección del disco de corte. Estudie la forma de cortar sin necesidad de observar la "trisca". El empujador llevará la pieza donde usted desee y a la velocidad que usted necesita. Si la madera "no pasa", el cuchillo divisor está mal montado. Pida que se lo ajusten.
 5. Si la máquina, inopinadamente se detiene, retírese de ella y avise al Servicio de Prevención para que sea reparada. No intente realizar ni ajustes ni reparaciones.
 6. Compruebe el estado del disco, sustituyendo los que estén fisurados o carezcan de algún diente.
 7. Para evitar daños en los ojos, solicite se le provea de unas gafas de seguridad antiproyección de partículas y úselas siempre, cuando tenga que cortar.
 8. Extraiga previamente todos los clavos o partes metálicas hincadas en la madera que desee cortar. Puede fracturarse el disco o salir despedida la madera de forma descontrolada, provocando accidentes serios.
 9. En el corte de piezas cerámicas:
 10. Observe que el disco para corte cerámico no está fisurado. De ser así, solicite al Servicio de Prevención que se cambie por otro nuevo.
 11. Efectúe el corte a ser posible a la intemperie (o en un local muy ventilado), y siempre protegido con una mascarilla de filtro mecánico recambiable.
 12. Efectúe el corte a sotavento. El viento alejará de usted las partículas perniciosas.

13. Moje el material cerámico, antes de cortar, evitará gran cantidad de polvo.

- Prendas de protección personal recomendables
 - Casco de polietileno.
 - Gafas de seguridad antiproyecciones.
 - Mascarilla antipolvo con filtro mecánico recambiable.
 - Ropa de trabajo.
 - Botas de seguridad.
 - Guantes de cuero (preferible muy ajustados).
 - Para cortes en vía húmeda se utilizará:
 - Guantes de goma o de P.V.C. (preferible muy ajustados).
 - Traje impermeable.
 - Polainas impermeables.
 - Mandil impermeable.
 - Botas de seguridad de goma o de P.V.C.

8.1.8.5 Vibrador

- Riesgos detectables más comunes:
 - Descargas eléctricas.
 - Caídas desde altura durante su manejo.
 - Caídas a distinto nivel del vibrador.
 - Salpicaduras de lechada en ojos y piel.
 - Vibraciones.
- Normas o medidas preventivas:
 - Las operaciones de vibrado se realizarán siempre sobre posiciones estables.
 - Se procederá a la limpieza diaria del vibrador luego de su utilización.
 - El cable de alimentación del vibrador deberá estar protegido, sobre todo si discurre por zonas de paso de los operarios.
 - Los vibradores deberán estar protegidos eléctricamente mediante doble aislamiento.

- Prendas de protección personal recomendables:
 - Ropa de trabajo.
 - Casco de polietileno.
 - Botas de goma.
 - Guantes de seguridad.
 - Gafas de protección contra salpicaduras.

8.1.8.6 Soldadura por arco eléctrico

- Riesgos detectables más comunes:
 - Caída desde altura.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Atrapamientos entre objetos.
 - Aplastamiento de manos por objetos pesados.
 - Los derivados de las radiaciones del arco voltaico.
 - Los derivados de la inhalación de vapores metálicos.
 - Quemaduras.
 - Contacto con la energía eléctrica.
 - Proyección de partículas.
 - Otros.

- Normas o medidas preventivas:
 - En todo momento los tajos estarán limpios y ordenados en prevención de tropiezos y pisadas sobre objetos punzantes.
 - Se suspenderán los trabajos de soldadura a la intemperie bajo el régimen de lluvias, en prevención del riesgo eléctrico.
 - Los portaelectrodos a utilizar en esta obra, tendrán el soporte de manutención en material aislante de la electricidad.
 - Se prohíbe expresamente la utilización en esta obra de portaelectrodos deteriorados, en prevención del riesgo eléctrico.
 - El personal encargado de soldar será especialista en estas tareas.
 - A cada soldador y ayudante a intervenir en esta obra, se le entregará la siguiente lista de medidas preventivas; del recibí se dará cuenta a la Dirección Facultativa o Jefatura de Obra:

- Normas de prevención de accidentes para los soldadores:
 1. Las radiaciones del arco voltaico con perniciosas para su salud, protéjase con el yelmo de soldar o la pantalla de mano siempre que suelde.
 2. No mire directamente al arco voltaico. La intensidad luminosa puede producirle lesiones graves en los ojos.
 3. No pique el cordón de soldadura sin protección ocular. Las esquirlas de cascarilla desprendida, pueden producirle graves lesiones en los ojos.
 4. No toque las piezas recientemente soldadas; aunque le parezca lo contrario, pueden estar a temperaturas que podrían producirle quemaduras serias.
 5. Suelde siempre en lugar bien ventilado, evitará intoxicaciones y asfixia.
 6. Antes de comenzar a soldar, compruebe que no hay personas en el entorno de la vertical de su puesto de trabajo. Les evitará quemaduras fortuitas.
 7. No deje la pinza directamente en el suelo o sobre la perfilería. Deposítela sobre un portapinzas evitará accidentes.
 8. Pida que le indiquen cual es el lugar más adecuado para tender el cableado del grupo, evitará tropiezos y caídas.
 9. No utilice el grupo sin que lleve instalado el protector de clemas. Evitará el riesgo de electrocución.
 10. Compruebe que su grupo está correctamente conectado a tierra antes de iniciar la soldadura.
 11. No anule la toma de tierra de la carcasa de su grupo de soldar porque "salte" el disyuntor diferencial. Avise
 12. 80 al Servicio de Prevención para que se revise la avería. Aguarde a que le reparen el grupo o bien utilice otro.
 13. Desconecte totalmente el grupo de soldadura cada vez que haga una pausa de consideración (almuerzo o comida, o desplazamiento a otro lugar).
 14. Compruebe antes de conectarlas a su grupo, que las mangueras eléctricas están empalmadas mediante conexiones estancas de intemperie. Evite las conexiones directas protegidas a base de cinta aislante.

15. No utilice mangueras eléctricas con la protección externa rota o deteriorada seriamente. Solicite se las cambien, evitará accidentes. Si debe empalmar las mangueras, proteja el empalme mediante "forrillos termorretráctiles".
16. Escoja el electrodo adecuado para el cordón a ejecutar.
17. Cerciórese de que estén bien aisladas las pinzas portaelectrodos y los bornes de conexión.
18. Utilice aquellas prendas de protección personal que se le recomienden, aunque le parezcan incómodas o poco prácticas. Considere que sólo se pretende que usted no sufra accidentes.

- Prendas de protección personal recomendables:

- Casco de polietileno para desplazamientos por la obra.
- Yelmo de soldador (casco+careta de protección).
- Pantalla de soldadura de sustentación manual.
- Gafas de seguridad para protección de radiaciones por arco voltaico (especialmente el ayudante).
- Guantes de cuero.
- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Cinturón de seguridad clase A y C.

8.1.8.7 Soldadura oxiacetiénica (oxicorte)

- Riesgos detectables más comunes

- Caída desde altura.
- Caídas al mismo nivel.
- Atrapamientos entre objetos.
- Aplastamientos de manos y/o pies por objetos pesados.
- Quemaduras.
- Explosión (retroceso de llama).

- Incendio.
- Heridas en los ojos por cuerpos extraños.
- Pisadas sobre objetos punzantes o materiales.
- Otros.

- Normas o medidas preventivas:

- El suministro y transporte interno de obra de las botellas o bombonas de gases licuados, se efectuará según las siguientes condiciones:
 1. Estarán las válvulas de corte protegidas por la correspondiente caperuza protectora.
 2. No se mezclarán botellas de gases distintos.
 3. Se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, para evitar vuelcos durante el transporte.
 4. Los puntos 1, 2 y 3 se cumplirán tanto para bombonas o botellas llenas como para bombonas vacías.
- El traslado y ubicación para uso de las botellas de gases licuados se efectuará mediante carros portabotellas de seguridad.
- En esta obra, se prohíbe acopiar o mantener las botellas de gases licuados al sol.
- Se prohíbe en esta obra, la utilización de botellas o bombonas de gases licuados en posición horizontal o en ángulo menor 45°.
- Se prohíbe en esta obra el abandono antes o después de su utilización de las botellas o bombonas de gases licuados.
- Las botellas de gases licuados se acopiarán separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano), con distribución expresa de lugares de almacenamiento para las ya agotadas y las llenas.
- Los mecheros para soldadura mediante gases licuados, en esta obra estarán dotados de válvulas antirretroceso de llama, en prevención del riesgo de explosión. Dichas válvulas se instalarán en ambas conducciones y tanto a la salida de las botellas, como a la entrada del soplete.

- A todos los operarios de soldadura oxiacetilénica o de oxicorte se les entregará el siguiente documento de prevención dando cuenta de la entrega al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra.
- Normas de prevención de accidentes para la soldadura oxiacetilénica y el oxicorte:
 1. Utilice siempre carros portabotellas, realizará el trabajo con mayor seguridad y comodidad.
 2. Evite que se golpeen las botellas o que puedan caer desde altura. Eliminará posibilidades de accidentes.
 3. Por incómodas que puedan parecerle las prendas de protección personal, están ideadas para conservar su salud. Utilice todas aquellas que el Servicio de Prevención le recomiende. Evitará lesiones.
 4. No incline las botellas de acetileno para agotarlas, es peligroso.
 5. No utilice las botellas de oxígeno tumbadas, es peligroso si caen y ruedan de forma descontrolada.
 6. Antes de encender el mechero, compruebe que están correctamente hechas las conexiones de las mangueras, evitará accidentes.
 7. Antes de encender el mechero, compruebe que están instaladas las válvulas antirretroceso, evitará posibles explosiones.
 8. Si desea comprobar que en las mangueras no hay fugas, sumérlas bajo presión en un recipiente con agua; las burbujas le delatarán la fuga. Si es así, pida que le suministren mangueras nuevas sin fugas.
 9. No abandone el carro portabotellas en el tajo si debe ausentarse. Cierre el paso de gas y llévelo a un lugar seguro, evitará correr riesgos al resto de los trabajadores.
 10. Abra siempre el paso del gas mediante la llave propia de la botella. Si utiliza otro tipo de herramienta puede inutilizar la válvula de apertura o cierre, con lo que en caso de emergencia no podrá controlar la situación.
 11. No permita que haya fuegos en el entorno de las botellas de gases licuados. Evitará posibles explosiones.
 12. No deposite el mechero en el suelo. Solicite que le suministren un "portamecheros" al Servicio de Prevención.

13. Estudie o pida que le indiquen cual es la trayectoria más adecuada y segura para que usted tienda la manguera. Evitará accidentes, considere siempre que un compañero, pueda tropezar y caer por culpa de las mangueras.
 14. Una ente sí las mangueras de ambos gases mediante cinta adhesiva. Las manejará con mayor seguridad y comodidad.
 15. No utilice mangueras de igual color para gases diferentes. En caso de emergencia, la diferencia de coloración le ayudará a controlar la situación.
 16. No utilice acetileno para soldar o cortar materiales que contengan cobre: por poco que le parezca que contienen, será suficiente para que se produzca reacción química y se forme un compuesto explosivo. El acetiluro de cobre.
 17. Si debe mediante el mechero desprender pintura, pida que le doten de mascarilla protectora y asegúrese de que le dan los filtros específicos químicos, para los compuestos de la pintura que va usted a quemar. No corra riesgos innecesarios.
 18. Si debe soldar sobre elementos pintados, o cortarlos, procure hacerlo al aire libre o en un local bien ventilado. No permita que los gases desprendidos puedan intoxicarle.
 19. Pida que le suministren carretes donde recoger las mangueras una vez utilizadas; realizará el trabajo de forma más cómodo y ordenada y evitará accidentes.
 20. No fume cuando esté soldando o cortando, ni tampoco cuando manipule los mecheros y botellas. No fume en el almacén de las botellas. No lo dude, el que usted y los demás no fumen en las situaciones y lugares citados, evitará la posibilidad de graves accidentes y sus pulmones se lo agradecerán.
- Prendas de protección personal recomendables:
- Casco de polietileno (para desplazamientos por la obra).
 - Yelmo de soldador (casco + careta de protección).
 - Pantalla de protección de sustentación manual.
 - Guantes de cuero.

- Manguitos de cuero.
- Polainas de cuero.
- Mandil de cuero.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad clases A ó C según las necesidades y riesgos a prevenir.

8.1.8.8 Máquinas, herramienta en general

En este apartado se consideran globalmente los riesgos de prevención apropiados para la utilización de pequeñas herramientas accionadas por energía eléctrica: Taladros, rozadoras, cepilladoras metálicas, sierras, etc., de una forma muy genérica.

- Riesgos detectables más comunes

- Cortes.
- Quemaduras.
- Golpes.
- Proyección de fragmentos.
- Caída de objetos.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Vibraciones.
- Ruido.
- Otros.

- Normas o medidas preventivas colectivas:

- Las máquinas–herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento.
- Los motores eléctricos de las máquina–herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos, o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas, estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma,

que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.

1. Las máquinas en situación de avería o de semiavería se entregarán al Servicio de Prevención para su reparación.
2. Las máquinas-herramienta con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
3. Las máquinas-herramienta no protegidas eléctricamente mediante el sistema de doble aislamiento, tendrán sus carcasas de protección de motores eléctricos, etc., conectadas a la red de tierras en combinación con los disyuntores diferenciales del cuadro eléctrico general de la obra.
4. En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramienta no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
5. Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
6. Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte o taladro, abandonadas en el suelo, o en marcha aunque sea con movimiento residual en evitación de accidentes.

- Prendas de protección personal recomendables:

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Guantes de seguridad.
- Guantes de goma o de P.V.C.
- Botas de goma o P.V.C.
- Botas de seguridad.
- Gafas de seguridad antiproyecciones.
- Protectores auditivos.
- Mascarilla filtrante.
- Máscara antipolvo con filtro mecánico o específico recambiable.

8.1.8.9 Herramientas manuales

- Riesgos detectables más comunes:
 - Golpes en las manos y los pies.
 - Cortes en las manos.
 - Proyección de partículas.
 - Caídas al mismo nivel.
 - Caídas a distinto nivel.

- Normas o medidas preventivas:
 - Las herramientas manuales se utilizarán en aquellas tareas para las que han sido concebidas.
 - Antes de su uso se revisarán, desechándose las que no se encuentren en buen estado de conservación.
 - Se mantendrán limpias de aceites, grasas y otras sustancias deslizantes.
 - Para evitar caídas, cortes o riesgos análogos, se colocarán en portaherramientas o estantes adecuados.
 - Durante su uso se evitará su depósito arbitrario por los suelos.
 - Los trabajadores recibirán instrucciones concretas sobre el uso correcto de las herramientas que hayan de utilizar.

- Prendas de protección personal recomendables:
 - Cascos.
 - Botas de seguridad.
 - Guantes de cuero o P.V.C.
 - Ropa de trabajo.
 - Gafas contra proyección de partículas.
 - Cinturones de seguridad.

RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN SER ELIMINADOS

En este apartado deberán enumerarse los riesgos laborales que no pueden ser eliminados, especificándose las medidas preventivas y protecciones tanto individuales como colectivas que se proponen.

Ejemplos: * no se puede eliminar el riesgo de caída a distinto nivel en la ejecución de forjados, la medida preventiva podría ser la colocación de redes en la excavación de tierras no está eliminado el riesgo de caídas, sepultamientos, aludes, especificar una medida preventiva.

8.1.9 Trabajos con riesgos especiales

En este apartado deberán identificarse y localizarse (pudiendo remitirse a los planos o esquemas en que se grafíen) las zonas en las que se lleven a cabo trabajos que implican riesgos especiales para la Seguridad y Salud de los trabajadores. ANEXO II DEL RD 1627/97

Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores:

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

- Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.
- Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
- Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.
- Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático.

- Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.
- Trabajos que impliquen el uso de explosivos.

8.1.10 Condiciones de seguridad y salud en los previsible trabajos posteriores

En este apartado se contemplaran las, previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsible trabajos de conservación y mantenimiento del recinto.

Ejemplos:

- Trabajos en azoteas o tejados: graficar en esquemas si existen ganchos de sujeción para los posibles trabajos posteriores de reparación.
- Trabajos de cerramientos y fachadas: indicar los tipos de andamios a utilizar y las medidas de seguridad.
- Si existen en cubierta esperas para el anclaje de los andamios móviles, graficar en esquemas.
- Trabajos de instalaciones: indicar el paso de instalaciones, la ubicación de contadores, la red de agua potable, de saneamiento, para posibles trabajos de mantenimiento. Si existen patinillos graficar las dimensiones.
- Señalizar las maquinas incorporadas al edificio, así como los manuales de mantenimiento de las mismas.

8.2 PLIEGO DE CONDICIONES

8.2.1 Normativa de aplicación

8.2.1.1 Generales

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Título II (Capítulos de I a XII): Condiciones Generales de los centros de trabajo y de los mecanismos y medidas de protección de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. (O.M. de 9 de marzo de 1.971)
- Capítulo XVI: Seguridad e Higiene; secciones 1ª, 2ª y 3ª de la Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica. (O.M. de 28 de agosto de 1.970)
- Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las Disposiciones Mínimas de Seguridad y de Salud en las Obras de Construcción.
- Ordenanzas Municipales.

8.2.1.2 Señalizaciones

- Real Decreto 485/97, de 14 de abril.
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

8.2.1.3 Equipos de protección individual

- Real Decreto 1.407/1.992 modificado por Real Decreto 159/1.995, sobre condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual-EPI.
- Real Decreto 773/1.997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por trabajadores de equipos de protección individual.

8.2.1.4 Equipos de trabajo

- Real Decreto 1215/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

8.2.1.5 Seguridad en máquinas

- Real Decreto 1.435/1.992 modificado por Real Decreto 56/1.995, dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/392/CEE, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.
- Real Decreto 1.495/1.986, modificación Real Decreto 830/1.991, aprueba el Reglamento de Seguridad en las máquinas.
- Orden de 23/05/1.977 modificada por Orden de 7/03/1.981. Reglamento de aparatos elevadores para obras.
- Orden de 28/06/1.988 por lo que se aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM2 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Mantenimiento, referente a grúas torres desmontables para obras.

8.2.1.6 Protección acústica

- Real Decreto 1.316/1.989, del Mº de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno. 27/10/1.989. Protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- Real Decreto 245/1.989, del Mº de Industria y Energía. 27/02/1.989. Determinación de la potencia acústica admisible de determinado material y maquinaria de obra.
- Orden del Mº de Industria y Energía. 17/11/1.989. Modificación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989.
- Orden del Mº de Industria, Comercio y Turismo. 18/07/1.991. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989.
- Real Decreto 71/1.992, del Mº de Industria, 31/01/1.992. Se amplía el ámbito de aplicación del Real Decreto 245/1.989, 27/02/1.989, y se establecen nuevas especificaciones técnicas de determinados materiales y maquinaria de obra.
- Orden del Mº de Industria y Energía. 29/03/1.996. Modificación del Anexo I del Real Decreto 245/1.989.

8.2.1.7 Otras disposiciones de aplicación

- Real Decreto 487/1.997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorso lumbar, para los trabajadores.
- Reglamento electrotécnico de baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Orden de 20/09/1.986: Modelo de libro de Incidencias correspondiente a las obras en que sea obligatorio un Estudio de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Orden de 6/05/1.988: Requisitos y datos de las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades de empresas y centros de trabajo.

8.2.2 Condiciones técnicas de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en si mismo.

8.2.2.1 Protección personal

Todo elemento de protección personal dispondrá de marca CE siempre que exista en el mercado.

En aquellos casos en que no exista la citada marca CE, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

El encargado del Servicio de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas.

El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen. En el caso concreto del

cinturón de seguridad, será preceptivo que el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra proporcione al operario el punto de anclaje o en su defecto las instrucciones concretas para la instalación previa del mismo.

8.2.2.2 Protecciones Colectivas

8.2.2.2.1 Vallas de cierre

La protección de todo el recinto de la obra se realizará mediante vallas autónomas de limitación y protección.

Estas vallas se situarán en el límite de la parcela tal como se indica en los planos y entre otras reunirán las siguientes condiciones:

- Tendrán 2 metros de altura.
- Dispondrán de puerta de acceso para vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente de acceso de personal.
- La valla se realizará a base de pies de madera y mallazo metálico electrosoldado.
- Esta deberá mantenerse hasta la conclusión de la obra o su sustitución por el vallado definitivo.

8.2.2.2.2 Viseras de protección de acceso a obra

La protección del riesgo existente en los accesos de los operarios a la obra se realizará mediante la utilización de viseras de protección.

La utilización de la visera de protección se justifica en el artículo 190 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Las viseras estarán formadas por una estructura metálica tubular como elemento sustentante de los tablones de anchura suficiente para el acceso del personal prolongándose hacia el exterior de la fachada 2,50 m. y señalizándose convenientemente.

Los apoyos de la visera en el suelo se realizarán sobre durmientes de madera perfectamente nivelados.

Los tablones que forman la visera de protección deberán formar una superficie perfectamente cuajada.

8.2.2.2.3 Encofrados continuos

La protección efectiva del riesgo de caída de los operarios desde un forjado en ejecución al forjado inferior se realizará mediante la utilización de encofrados continuos.

Se justifica la utilización de este método de trabajo en base a que el empleo de otros sistemas como la utilización de plataformas de trabajo inferiores, pasarelas superiores o el empleo del cinturón de seguridad en base a lo dispuesto en los artículos 192 y 193 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, son a todas luces inviables.

La empresa constructora deberá por medio del Plan de Seguridad, justificar la elección de un determinado tipo de encofrado continuo entre la oferta comercial existente.

8.2.2.2.4 Redes perimetrales

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral del forjado en los trabajos de estructura y desencofrado, se hará mediante la utilización de redes perimetrales tipo bandeja.

La obligación de su utilización se deriva de lo dispuesto en la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en sus artículos 192 y 193.

Las redes deberán ser de poliamida o poliéster formando malla rómbica de 100 mm como máximo.

La cuerda perimetral de seguridad será como mínimo de 10 mm y los módulos de red serán atados entre sí con cuerda de poliamida o poliéster como mínimo de 3 mm.

La red dispondrá, unida a la cuerda perimetral y del mismo diámetro de aquella, de cuerdas auxiliares de longitud suficiente para su atado a pilares o elementos fijos de la estructura.

Los soportes metálicos estarán constituidos por tubos de 50mm de diámetro, anclados al forjado a través de la base de sustentación la cual se sujetará mediante dos puntales suelo-techo o perforando el forjado mediante pasadores.

Las redes se instalarán, como máximo, seis metros por debajo del nivel de realización de tareas, debiendo elevarse a medida que la obra gane altura.

8.2.2.2.5 Tableros

La protección de los riesgos de caída al vacío por los huecos existentes en el forjado se realizará mediante la colocación de tableros de madera.

Estos huecos se refieren a los que se realizan en obra para el paso de ascensores, montacargas y pequeños huecos para conductos de instalaciones.

La utilización de este medio de protección se justifica en el artículo 21 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Los tableros de madera deberán tener la resistencia adecuada y estarán formados por un cuajado de tablones de madera de 7 x 20 cm. sujetos inferiormente mediante tres tablones transversales, tal como se indica en los Planos.

8.2.2.2.6 Barandillas

La protección del riesgo de caída al vacío por el borde perimetral en las plantas ya desencofradas, por las aberturas en fachada o por el lado libre de las escaleras de acceso se realizará mediante la colocación de barandillas.

La obligatoriedad de su utilización se deriva de lo dispuesto en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en sus artículos 17, 21 y 22 y la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica en su artículo 187.

En la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en su artículo 23 se indican las condiciones que deberán cumplir las barandillas a utilizar en obra. Entre otras:

- Las barandillas, plintos y rodapiés serán de materiales rígidos y resistentes.
- La altura de la barandilla será de 90 cm sobre el nivel del forjado y estará formada por una barra horizontal, listón intermedio y rodapié de 15 cm de altura.
- Serán capaces de resistir una carga de 150 Kg por metro lineal.
- La disposición y sujeción de la misma al forjado se realizará según lo dispuesto en Planos.

8.2.2.2.7 Andamios tubulares

La protección de los riesgos de caída al vacío por el borde del forjado en los trabajos de cerramiento y acabados del mismo deberá realizarse mediante la utilización de andamios tubulares perimetrales.

Se justifica la utilización del andamio tubular perimetral como protección colectiva en base a que el empleo de otros sistemas alternativos como barandillas, redes, o cinturón de seguridad en base a lo dispuesto en los artículos 187, 192 y 193 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica, y 151 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo en estas fases de obra y debido al sistema constructivo previsto no alcanzan el grado de efectividad que para la ejecución de la obra se desea.

El uso de los andamios tubulares perimetrales como medio de protección deberá ser perfectamente compatible con la utilización del mismo como medio auxiliar de obra, siendo condiciones técnicas las señaladas en el capítulo correspondiente de la memoria descriptiva y en los artículos 241 al 245 de la citada Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

8.2.2.2.8 Plataformas de recepción de material en planta

Los riesgos derivados de la recepción de materiales paletizados en obra mediante la grúa-torre solo pueden ser suprimidos mediante la utilización de plataformas receptoras voladas.

Su justificación se encuentra en los artículos 277 y 281 de la Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

Las plataformas voladas que se construyan en obra deberán ser sólidas y seguras, convenientemente apuntaladas mediante puntales suelo-techo, tal como se indica en los planos.

Las plataformas deberán ser metálicas y disponer en su perímetro de barandilla que será practicable en una sección de la misma para permitir el acceso de la carga a la plataforma.

8.2.3 Condiciones técnicas de la maquinaria

Las máquinas con ubicación fija en obra, tales como grúas torre y hormigonera serán las instaladas por personal competente y debidamente autorizado.

El mantenimiento y reparación de estas máquinas quedará, asimismo, a cargo de tal personal, el cual seguirá siempre las instrucciones señaladas por el fabricante de las máquinas.

Las operaciones de instalación y mantenimiento deberán registrarse documentalmente en los libros de registro pertinentes de cada máquina. De no existir estos libros para aquellas máquinas utilizadas con anterioridad en otras obras, antes de su utilización, deberán ser revisadas con profundidad por personal competente, asignándoles el mencionado libro de registro de incidencias.

Especial atención requerirá la instalación de las grúas torre, cuyo montaje se realizará por personal autorizado, quien emitirá el correspondiente certificado de "puesta en marcha de la grúa" siéndoles de aplicación la Orden de 28 de junio de 1.988 o Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 2 del Reglamento de aparatos elevadores, referente a grúas torre para obras.

Las máquinas con ubicación variable, tales como circular, vibrador, soldadura, etc. deberán ser revisadas por personal experto antes de su uso en obra, quedando a cargo del Servicio de Prevención la realización del mantenimiento de las máquinas según las instrucciones proporcionadas por el fabricante.

El personal encargado del uso de las máquinas empleadas en obra deberá estar debidamente autorizado para ello, proporcionándosele las instrucciones concretas de uso.

8.2.4 Condiciones técnicas de la instalación eléctrica

La instalación eléctrica provisional de obra se realizará siguiendo las pautas señaladas en los apartados correspondientes de la Memoria Descriptiva y de los Planos, debiendo ser realizada por empresa autorizada y siendo de aplicación lo señalado en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y Norma UNE 21.027.

Todas las líneas estarán formadas por cables unipolares con conductores de cobre y aislados con goma o policloruro de vinilo, para una tensión nominal de 1.000 voltios.

La distribución de cada una de las líneas, así como su longitud, secciones de las fases y el neutro son los indicados en el apartado correspondiente a planos.

Todos los cables que presenten defectos superficiales u otros no particularmente visibles, serán rechazados.

Los conductores de protección serán de cobre electrolítico y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por las mismas canalizaciones que estos. Sus secciones mínimas se establecerán de acuerdo con la tabla V de la Instrucción MI.BT 017, en función de las secciones de los conductores de fase de la instalación.

Los tubos constituidos de P.V.C. o polietileno, deberán soportar sin deformación alguna, una temperatura de 60° C.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento, a saber:

- Azul claro: conductor neutro.
- Amarillo/Verde: conductor de tierra y protección.
- Marrón/Negro/Gris: conductores activos o de fase.

En los cuadros, tanto principales como secundarios, se dispondrán todos aquellos aparatos de mando, protección y maniobra para la protección contra sobrecargas (sobrecarga y corte circuitos) y contra contactos directos e indirectos, tanto en los circuitos de alumbrado como de fuerza.

Dichos dispositivos se instalarán en los orígenes de los circuitos así como en los puntos en los que la intensidad admisible disminuya, por cambiar la sección, condiciones de instalación, sistemas de ejecución o tipo de conductores utilizados. Los aparatos a instalar son los siguientes:

- Un interruptor general automático magnetotérmico de corte omnipolar que permita su accionamiento manual, para cada servicio.
- Dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos. Estos dispositivos son interruptores automáticos magnetotérmicos, de corte omnipolar, con curva térmica de corte. La capacidad de corte de estos interruptores será inferior a la intensidad de corto circuitos que pueda presentarse en el punto de su instalación. Los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos de los circuitos interiores tendrán los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las intensidades máximas admisibles en los conductores del circuito que protegen.
- Dispositivos de protección contra contactos indirectos que al haberse optado por sistema de la clase B, son los interruptores diferenciales sensibles a la intensidad de defecto. Estos dispositivos se complementarán con la unión a una misma toma de tierra de todas las masas metálicas accesibles. Los interruptores diferenciales se instalan entre el interruptor general de cada servicio y los dispositivos de protección contra sobrecargas y corto circuitos, a fin de que estén protegidos por estos dispositivos.

En los interruptores de los distintos cuadros, se colocarán placas indicadoras de los circuitos a los que pertenecen, así como dispositivos de mando y protección para cada una de las líneas generales de distribución y la alimentación directa a los receptores.

8.2.5 Organización de la seguridad

8.2.5.1 Servicio de prevención

El empresario deberá nombrar persona o persona encargada de prevención en la obra dando cumplimiento a lo señalado en el artículo 30 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores y su distribución en la misma.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- El diseño, aplicación y coordinación de los planes y programas de actuación preventiva.
- La evaluación de los factores de riesgo que puedan afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores en los términos previstos en el artículo 16 de esta Ley.
- La determinación de las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La información y formación de los trabajadores.
- La prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- La vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinario, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, la formación, especialidad, capacitación, dedicación y número de componentes de estos servicios así como sus recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar, en función de las siguientes circunstancias:

- Tamaño de la empresa.
- Tipos de riesgo que puedan encontrarse expuestos los trabajadores.
- Distribución de riesgos en la empresa.

8.2.5.2 Seguros de responsabilidad civil y riesgo en obra

El contratista debe disponer de cobertura de responsabilidad civil en el ejercicio de su actividad industrial, cubriendo el riesgo inherente a su actividad como constructor por los daños a terceras personas de los que pueda resultar responsabilidad civil extracontractual a su cargo, por hechos nacidos de culpa o negligencia; imputables al mismo o a las personas de las que debe responder. Se entiende que esta responsabilidad civil debe quedar ampliada al campo de la responsabilidad civil patronal.

El contratista viene obligado a la contratación de un Seguro, en la modalidad de todo riesgo a la construcción, durante el plazo de ejecución de la obra con ampliación a un periodo de mantenimiento de un año, contado a partir de la fecha de terminación definitiva de la obra.

8.2.5.3 Formación

Todo el personal que realice su cometido en las fases de cimentación, estructura y albañilería en general, deberá realizar un curso de Seguridad y Salud en la Construcción, en el que se les indicarán las normas generales sobre Seguridad y Salud que en la ejecución de esta obra se van a adoptar.

Esta formación deberá ser impartida por los Jefes de Servicios Técnicos o mandos intermedios, recomendándose su complementación por instituciones tales como los Gabinetes de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Mútua de Accidentes, etc.

Por parte de la Dirección de la empresa en colaboración con el Coordinador de Seguridad y Salud en ejecución de obra, se velará para que el personal sea instruido sobre las normas particulares que para la ejecución de cada tarea o para la utilización de cada máquina, sean requeridas.

8.2.5.4 Reconocimientos médicos

Al ingresar en la empresa constructora todo trabajador deberá ser sometido a la práctica de un reconocimiento médico, el cual se repetirá con periodicidad máxima de un año.

8.2.6 Obligaciones de las partes implicadas

- De la Propiedad:

La propiedad, viene obligada a incluir el presente Estudio de Seguridad y Salud, como documento adjunto del Proyecto de Obra.

Igualmente, abonará a la Empresa Constructora, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, las partidas incluidas en el Presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud.

- De la Empresa Constructora:

La/s Empresa/s Contratista/s viene/n obligada/s a cumplir las directrices contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud, a través del/los Plan/es de Seguridad y Salud, coherente/s con el anterior y con los sistemas de ejecución que la misma vaya a emplear. El Plan de Seguridad y Salud, contará con la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra, y será previo al comienzo de la obra.

Por último, la/s Empresa/s Contratista/s, cumplirá/n las estipulaciones preventivas del Estudio y el Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte o de los posibles subcontratistas y empleados del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra.

Al Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de obra le corresponderá el control y supervisión de la ejecución del Plan/es de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste y dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento de la Propiedad y de los organismos competentes, el incumplimiento, por parte de la/s Empresa/s Contratista/s, de las medidas de Seguridad contenidas en el Estudio de Seguridad y Salud.

8.2.7 Normas para certificación de elementos de seguridad

Junto a la certificación de ejecución se extenderá la valoración de las partidas que, en material de Seguridad, se hubiesen realizado en la obra; la valoración se hará conforme a este Estudio y de acuerdo con los precios contratados por la propiedad. Esta valoración será aprobada por la Dirección Facultativa y sin este requisito no podrá ser abonada por la Propiedad.

El abono de las certificaciones expuestas en el párrafo anterior se hará conforme se estipule en el contrato de obra.

En caso de ejecutar en obra unidades no previstas en el presente presupuesto, se definirán total y correctamente las mismas y se les adjudicará el precio correspondiente procediéndose para su abono, tal y como se indica en los apartados anteriores.

En caso de plantearse una revisión de precios, el Contratista comunicará esta proposición a la Propiedad por escrito, habiendo obtenido la aprobación previa de la Dirección Facultativa.

8.2.8 Plan de seguridad y salud

El/los Contratista/s está/n obligado/s a redactar un Plan/es de Seguridad y Salud, adaptando este Estudio a sus medios y métodos de ejecución.

Este Plan de Seguridad y Salud deberá contar con la aprobación expresa del Coordinador de seguridad y salud en ejecución de la obra, a quien se presentará antes de la iniciación de los trabajos.

Una copia del Plan deberá entregarse al Servicio de Prevención y Empresas subcontratistas.