



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Máster
CURSO 2016/17

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ALUMNA/O

Borja Álvarez Pérez

TUTORAS/ES

Manuel Ángel Graña López

FECHA

SEPTIEMBRE 2017

El presente proyecto estudiará la construcción de un taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal situada en el Polígono Río do Pozo en el Ayuntamiento de Narón (A Coruña) de acuerdo con la normativa urbanística vigente que rige al polígono.

El proyecto analizará los diferentes anexos:

- Estructura metálica de la nave y en hormigón de la zona de oficinas.
- Estudio de los valores lumínicos y de las diferentes luminarias tipo LED.
- Cálculos eléctricos para las diferentes líneas de la instalación.
- Cálculos de las instalaciones de fontanería y ACS con captadores térmicos.
- Cálculos de la instalación de saneamiento de aguas residuales y de aprovechamiento de aguas pluviales.
- Diseño de instalación neumática.
- Estudio de energía reactiva y de los armónicos.
- Estudio de seguridad y salud para el proceso de construcción.
- Estado de mediciones y presupuesto.

O presente proxecto estudiará a construción dun taller-concesionario de maquinaria agrícola e forestal situada no Polígono Río do Pozo no Concello de Narón (A Coruña) dacordo coa normativa urbanística vixente que rixe o polígono.

O proxecto analizará os diferentes anexos:

- Estructura metálica da nave e en formigón na zona de oficinas.
- Estudo dos valores lumínicos e das diferentes luminarias tipo LED.
- Cálculos eléctricos para as diferentes líneas da instalación.
- Cálculos das instalación de fontanería e ACS con captadores térmicos.
- Cálculos da instalación de saneamiento de augas residuais e de aproveitamento de augas pluviais
- Deseño da instalación neumática.
- Estudo de enerxía reactiva e dos armónicos.
- Estudo de seguridade e saúde para o proceso de construción.
- Estado de medicións e presupuesto.

The current project will study the building of a farming and forest garage placed in the area of Río do Pozo in the council of Narón (A Coruña), according to the urban regulations.

The project will analyze the different annexes:

- Metallic structure of the building and the concrete of the offices area.
- The study of the lightning values and the different lights (LED).
- Electric calculations for the different lines of the installation.
- Calculations of the installation of plumbing and ACS using thermal collectors.
- Calculations of the installations for the sanitation of the residual waters and the use of the rain water.
- The design of the pneumatic installation.
- The study of the reactive energy and the harmonics.
- The study of the security and health during the building works.
- The required material and the budget.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ÍNDICE GENERAL

1. ÍNDICE GENERAL
2. MEMORIA
 - 2.1 Título del proyecto
 - 2.2 Objeto del proyecto
 - 2.3 Alcance
 - 2.4 Peticionario
 - 2.5 Emplazamiento
 - 2.6 Antecedentes
 - 2.7 Normas y referencias
 - 2.8 Definiciones y abreviaturas
 - 2.9 Requisitos del diseño
 - 2.10 Análisis de soluciones
 - 2.11 Resultados finales
 - 2.12 Planificación
 - 2.13 Orden de prioridad
3. ANEXOS
 - 3.1 ESTRUCTURA
 - 3.1.1 Objeto
 - 3.1.2 Alcance
 - 3.1.3 Normas y referencias
 - 3.1.4 Definiciones y abreviaturas
 - 3.1.5 Descripción de la solución adoptada
 - 3.2 ILUMINACIÓN
 - 3.2.1 Objeto
 - 3.2.2 Alcance
 - 3.2.3 Normas y referencias
 - 3.2.4 Definiciones y abreviaturas
 - 3.2.5 Requisitos de diseño
 - 3.2.6 Descripción de la instalación
 - 3.2.7 Cálculos realizados
 - 3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA
 - 3.3.1 Objeto
 - 3.3.2 Alcance
 - 3.3.3 Normas y referencias
 - 3.3.4 Empresa suministradora de energía
 - 3.3.5 Requisitos de diseño
 - 3.3.6 Consideraciones generales

- 3.3.7 Clasificación del local
- 3.3.8 Descripción de la instalación
- 3.3.9 Cálculos de la instalación
- 3.4 INSTALACIÓN ACS
 - 3.4.1 Objeto
 - 3.4.2 Alcance
 - 3.4.3 Normas y referencias
 - 3.4.4 Características generales de la instalación
- 3.5 FONTANERÍA
 - 3.5.1 Objeto
 - 3.5.2 Alcance
 - 3.5.3 Normas y referencias
 - 3.5.4 Suministro de agua
 - 3.5.5 Descripción de la instalación
 - 3.5.6 Requisitos de diseño
 - 3.5.7 Dimensionado de las instalaciones
- 3.6 SANEAMIENTO
 - 3.6.1 Objeto
 - 3.6.2 Alcance
 - 3.6.3 Normas y referencias
 - 3.6.4 Descripción de la instalación
 - 3.6.5 Red de pequeña evacuación
 - 3.6.6 Red de bajantes
 - 3.6.7 Red de colectores
 - 3.6.8 Cálculo de las instalaciones de aguas residuales
 - 3.6.9 Cálculo de la instalación aguas pluviales
- 3.7 NEUMÁTICA
 - 3.7.1 Objeto
 - 3.7.2 Alcance
 - 3.7.3 Normas y referencias
 - 3.7.4 Elementos de la instalación
 - 3.7.5 Dimensionado de la instalación
 - 3.7.6 Mantenimiento de la instalación
- 3.8 ESTUDIO DE ARMÓNICOS
 - 3.8.1 Objeto
 - 3.8.2 Alcance
 - 3.8.3 Conceptos generales
 - 3.8.4 Corrección factor de potencia

3.8.5 Armónicos

3.8.6 Filtros

3.8.7 Diseño filtros de rechazo

3.9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.9.1 Memoria

3.9.1.2 Características de la obra

3.9.1.3 Trabajos previos a la realización de la obra

3.9.1.4 Servicios higiénicos, vestuarios, comedor y oficina de obra

3.9.1.5 Instalación eléctrica provisional de obra

3.9.1.6 Fases de ejecución de la obra

3.9.1.7 Medios Auxiliares

3.9.1.8 Maquinaria de obra

3.9.1.9 Trabajos con riesgos especiales

3.9.1.10 Condiciones de seguridad y salud en los previsibles trabajos posteriores

3.9.2 Pliego de condiciones

4. PLANOS

5. PLIEGO DE CONDICIONES

5.1 Objeto

5.2 Pliego de condiciones generales

5.3 Pliego de condiciones facultativas

5.4 Pliego de condiciones técnicas

5.5 Disposición final

6. ESTADO DE MEDICIONES

7. PRESUPUESTO



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

MEMORIA

2. MEMORIA	2
2.1 Título del proyecto	2
2.2 Objeto del proyecto	2
2.3 Alcance	2
2.4 Peticionario	2
2.5 Emplazamiento	3
2.6 Antecedentes	3
2.7 Normas y referencias	3
2.7.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.....	3
2.7.1.1 Normas urbanísticas	3
2.7.1.2 Accesibilidad	3
2.7.1.3 Normas e instrucciones técnicas de construcción de proyecto.....	4
2.7.1.4 Disposiciones ambientales y sobre actividades	6
2.7.1.5 Disposiciones sobre seguridad y salud de aplicación a los centro de trabajo, obras y durante la explotación de las instalaciones	6
2.7.1.6 Condiciones de la vía de acceso y servicios urbanos disponibles en la parcela	7
2.7.1.7 Características geotécnicas del terreno	8
2.7.1.8 Acciones sísmicas. Cumplimiento de la normativa sismo resistente (ART. 1.2.1/NCSE-02).....	8
2.7.2 Bibliografía	8
2.7.3 Programas de cálculo	8
2.8 Definiciones y abreviaturas	9
2.9 Requisitos del diseño	9
2.10 Análisis de soluciones.....	10
2.11 Resultados finales.....	11
2.12 Planificación.....	18
2.13 Orden de prioridad	18

2. MEMORIA

2.1 Título del proyecto

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

2.2 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto tiene como objeto definir, describir y calcular la construcción y las instalaciones para una nave industrial destinada a la fabricación de maquinaria, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y demás reglamentos y normas aplicables.

El proyecto está formado por la memoria descriptiva en la que se justifican las soluciones adoptadas y, junto con los planos y los anexos describe de forma inequívoca 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 el propósito de poder de obtener los oportunos permisos y licencias ante los Organismos correspondientes.

2.3 Alcance

Las obras e instalaciones a realizar en el presente proyecto son:

- Distribución: de locales y mobiliario tanto de planta baja como de entreplanta.
- Acotación y mediciones de los diferentes locales.
- Cálculo de la estructura de la nave.
- Instalación eléctrica de fuerza: desde la acometida hasta los diferentes tipos de receptores
- Instalación eléctrica de alumbrado: desde la acometida hasta las diferentes luminarias, con los correspondientes estudios luminotécnicos.
- Diseño de captadores solares térmicos con el fin de adecuar la temperatura del agua para aporte de ACS.
- Cálculo y diseño de la red de agua fría y agua caliente para la correcta distribución hasta los puntos de consumo.
- Evacuación de aguas residuales.
- Recogida y aprovechamiento de aguas pluviales.
- Estudio de energía reactiva y armónicos.

2.4 Peticionario

El presente proyecto se redacta para la Escuela Politécnica Superior de Ferrol con domicilio en Rúa Mendizábal s/n, Ferrol, con objeto de que sirva como Trabajo Fin de Máster para el alumno.

2.5 Emplazamiento

La nave industrial se situará en una parcela del polígono industrial de “Río do Pozo” en el municipio de Narón (A Coruña).

La situación corresponde a suelo industrial, regido por las normas urbanísticas de aplicación, según el Plan Parcial del referido polígono industrial y restante normativa urbanística del Concello de Narón.

2.6 Antecedentes

Se redacta este proyecto asignado por la Escuela Politécnica Superior de Ferrol (EPS), con el Título “Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal” para su presentación como Trabajo Fin de Máster

2.7 Normas y referencias

Se manifiesta por parte del autor, que en la redacción del presente proyecto se han tenido en cuenta y respetado las normas técnicas, urbanísticas, industriales y medio ambientales aplicables. En particular se han considerado las siguientes disposiciones, normas e instrucciones de aplicación al proyecto y actividad:

2.7.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

2.7.1.1 Normas urbanísticas

- Documento de Revisión del PGOM de Narón, aprobado el 22 de abril de 2002 y publicado en el B.O.P. Nº 131 de 10 de junio de 2002. Corrección de errores publicada en el B.O.P Nº13 de 17 de enero de 2003.
- Ley 9/2002, de 30 de diciembre, de Ordenación Urbanística y Protección del Medio Rural de Galicia (D.O.G Nº 252 de 31 de diciembre de 2002), modificada por la Ley 2/2016, de 10 de febrero.
- Decreto 28/1999, de 21 de enero, de la C.P.T.O.P.V de la Xunta de Galicia, por el que se aprueba el Reglamento de Disciplina Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley del Suelo de Galicia (D.O.G. Nº 32 de 17/2/1.999).
- Plan Parcial y ordenanzas reguladoras del Sector IV del Polígono Industrial “Río do Pozo”, aprobado definitivamente en los términos municipales de Narón el 25 de julio de 2004 (publicación en el B.O.P. Nº 131 del 10 de junio del 2002).El 27 de junio de 2012, aprobación definitiva de la modificación puntual del Plan Xeral de ordenación municipal del Ayuntamiento de Narón para apertura de un vial y variación de otro en el sector IV del polígono industrial Río do Pozo (publicación en el D.O.G Nº131 de 10/7/2012).

2.7.1.2 Accesibilidad

- Decreto 35/2000 de 28 de enero, de la Consellería de Sanidad y Servicios Sociales de la Xunta de Galicia por la que se aprueba el Reglamento de desarrollo y ejecución de la Ley de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia
- Ley 8/1997, de 20 de agosto, de la Consellería de Presidencia de la Xunta de Galicia, de accesibilidad y supresión de barreras en la Comunidad Autónoma de Galicia

2.7.1.3 Normas e instrucciones técnicas de construcción de proyecto

- Norma española UNE 157001 / Febr. 2002. Criterios generales para la elaboración de Proyectos.
 - Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
 - Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo y modificado en materia de accesibilidad y no discriminación de las personas con discapacidad (Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero).
 - Norma de Construcción Sismo resistente: Parte General y Edificación (NCSE-02) aprobada por R.D. 997/2002, de 27 de septiembre.
 - Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08 aprobada por R.D 314/2006, de 17 de marzo.
 - Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE) de aplicación no contradictoria con las determinaciones del C.T.E. En particular, las siguientes:
 - NTE - ADD. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Demoliciones.
 - NTE - ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.
 - NTE - ADV. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Vaciados.
 - NTE - ADZ. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjás y pozos.
 - NTE - ASD. Acondicionamiento del terreno. Saneamiento: Drenajes y Avenamientos.
 - NTE - CCM. Cimentaciones. Contenciones. Muros.
 - NTE - CSZ. Cimentaciones Superficiales: Zapatas.
 - NTE - IEP. Instalaciones de Electricidad. Puesta a Tierra.
 - NTE - IEB. Instalaciones de Electricidad. Baja Tensión.
 - NTE - IEA. Instalaciones de Electricidad. Alumbrado interior.
 - NTE - IEE. Instalaciones de Electricidad. Alumbrado exterior.
 - NTE - IFA. Instalaciones de Fontanería. Abastecimiento.
 - NTE - ISA. Instalaciones de Salubridad: Alcantarillado.
 - NTE - ISD. Instalaciones de Salubridad: Depuración y vertido.
 - NTE - ISS. Instalaciones de Salubridad: Saneamiento.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (R.I.T.E.) y sus instrucciones técnicas complementarias.
 - Norma UNE-EN 13779-2008. Ventilación de los edificios no residenciales.
 - Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua. MOPU.1974.
 - Pliego de Prescripciones Técnicas para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones MOPU.1986.
 - Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias MI BT.
 - Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Resolución de 5/septiembre/1997 de la Dirección General de Industria. Xunta de Galicia.

- Procedimientos para la Ejecución y Puesta en Servicio de las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión. Orden de 11 de febrero de 1997 de la Consellería de Industria de la Xunta de Galicia.
- Orden de la Consellería de Innovación, Industria y Comercio, de 23 de julio de 2003 por la que se regula la aplicación en la Comunidad Autónoma de Galicia del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión aprobado por real Decreto 842/2002, del 2 de agosto.
- Normas sobre Acometidas Eléctricas. Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, del Ministerio de Industria y Energía.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, del Mº de Industria y Energía de sobre exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión y Orden de 06/06/1989 sobre desarrollo y complemento del R.D. 187/2016.
- Orden de 28/12/1988 del MOPU sobre Regulación de contadores de agua fría.
- Normas Básicas para las Instalaciones interiores de suministro de Agua. Orden del Ministerio de Industria y Energía de 09/12/1975.
- ITC-MIE-AP 11. Aparatos destinados a calentar o acumular agua caliente fabricados en serie. Orden del Min. Industria y Energía de 31 de mayo de 1.985.
- Normas Técnicas sobre Grifería Sanitaria para locales de higiene corporal, cocinas y lavaderos y su homologación. R. D. 358/1985, de 23/01 del Mº de Industria y Energía.
- Normas sobre pinturas INTA 160101, 160604, NTE y restantes de aplicación.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-4/88 del MOPU.
- Orden Circular 5/2001 “Riegos auxiliares, mezclas bituminosas y pavimentos de hormigón”.
- Orden FOM/1382/2002, de 16 de mayo de 2.002, por la que se actualizan determinados artículos del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes relativos a la construcción de explanaciones, drenajes y cimentaciones.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC “Secciones de firme”, de la Instrucción de Carreteras.
- Instrucción 5.1-IC sobre “Drenaje”, aprobada por Orden Ministerial de 21 de junio de 1965, vigente en la parte no modificada por la Instrucción 5.2-IC sobre “Drenaje superficial”, aprobada por O.M. de 14 de mayo de 1990.
- Norma de Carreteras 8.1-IC “Señalización vertical” (Orden Mº. Fom.28/dic./1999).
- Norma de Carreteras 8.2-IC “Marcas viales”.
- Norma de Carreteras 8.3-IC “Señalización de Obras”.
- Norma Básica de la Edificación NBE CA-88 “Condiciones Acústicas en los Edificios”.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Protección Contra incendios en los Establecimientos Industriales.
- Real Decreto 110/2008, de 1 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 312/2005, de 18 de marzo, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- Orden del Mº. de Industria y Energía de 28/06/1988 y modificación de 16/04/1990 por la que se aprueba la ITC-MIE-AEM 2. Grúas Torres desmontables para obras.

2.7.1.4 Disposiciones ambientales y sobre actividades

- Decreto 9/2013, de 19 de diciembre, de la Consellería de Medio Ambiente e Desenvolvemento Sostenible por el que se regula la evaluación de incidencia ambiental.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1131/1988, de 30 de septiembre, de Evaluación Ambiental.
 - Ley 1/1995, de 2 de enero, de Protección Ambiental de Galicia.
 - Decreto 106/2015, de 9 de julio, sobre contaminación acústica de Galicia.
 - Decreto 320/2002, de 7 de noviembre, de la Consellería de Medio Ambiente de la Xunta de Galicia, por el que se aprueba el Reglamento que establece las ordenanzas tipo sobre protección contra la contaminación acústica.
 - Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
 - Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
 - Ley 8/2002, de 18 de diciembre, de protección del ambiente atmosférico de Galicia.
 - Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
 - Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 15/enero/2008 relativa a la prevención y al control, integrada de la contaminación (D.O.U.E. de 29.1.2008).
 - Real Decreto 815/2013, de 18 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
 - Documento Básico DB SI Seguridad en caso de Incendio del Código Técnico de la Edificación.
 - Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.
 - Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
 - Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
 - Ley 1/2015, de 12 de febrero, de seguridad industrial de Galicia.
 - Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental
 - Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios.
 - Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
 - Criterios de la Xunta de Galicia sobre Condiciones de Protección Contra incendios en los edificios de Uso Industrial. B.O.E. de 29 de febrero de 1985.

2.7.1.5 Disposiciones sobre seguridad y salud de aplicación a los centro de trabajo, obras y durante la explotación de las instalaciones

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (B.O.E. Nº269 de 10 de nov. de 1995).

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (B.O.E. de 31/01/97).
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales (B.O.E. Nº 298 de 13 de diciembre de 2.003).
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre 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 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y Salud en las Obras de Construcción
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1.997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- R.D. 773/1997, de 30 de mayo sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de los Equipos de Protección Individual
- R.D. 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 171/2.004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el Art. 24 de la Ley 31/1995, de 8/11 de PRL, en materia de coordinación de actividades inter empresariales
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción

Toda la documentación y normas citadas se han considerado en la fecha de redacción del presente proyecto y obligarán, en cuanto a modificaciones durante el plazo de licitación o ejecución de las obras en los términos establecidos por la Dirección de Obra, y en su caso, en las modificaciones legales en sus propios términos de aplicación.

2.7.1.6 Condiciones de la vía de acceso y servicios urbanos disponibles en la parcela

La parcela de emplazamiento de la edificación objeto del presente proyecto se sitúa en Suelo Urbanizable Industrial y dispone de todos los servicios urbanos básicos:

- Acceso rodado y peatonal (acera).
- Abastecimiento de agua.
- Saneamiento (red separativa).
- Red de energía eléctrica.
- Red de alumbrado público.
- Aparcamiento público en paralelo.
- Red de telecomunicaciones.

- Red de gas.

Para el inicio de la actividad, las instalaciones interiores se conectarán en las condiciones fijadas por las correspondientes ordenanzas municipales o de los titulares a todos los servicios urbanos del polígono existentes, diferenciando en todo caso la conexión a las redes de saneamiento de pluviales y residuales según el sistema separativo del polígono.

2.7.1.7 Características geotécnicas del terreno

A falta de datos sobre las características geotécnicas del terreno y dado que éste es un Trabajo Fin de Master (TFM) se supone que el terreno se caracteriza como T-1 según el DB SE-C del CTE, es decir, terreno favorable con poca variabilidad en los que la práctica habitual es de cimentación directa mediante elementos aislados una vez saneado el espesor total del rellenos antrópicos y tierra vegetal.

En el proyecto se disponen todas las cimentaciones superficiales mediante zapatas aisladas unidas con vigas de atado, en una o dos direcciones según se muestra en los planos correspondientes.

2.7.1.8 Acciones sísmicas. Cumplimiento de la normativa sismo resistente (ART. 1.2.1/NCSE-02)

Dado que la actividad industrial a realizar en las instalaciones así como el nivel máximo de ocupación y su emplazamiento se considera que la construcción proyectada es “de importancia normal” según la clasificación del Art.1.2.2. de la Norma NCSE-02.

Para el caso de Narón, se tiene una aceleración sísmica básica y de acuerdo con el Art. 1.2.3 de NCSE-02 no es necesario aplicar la norma de construcción sismo resistente NCSE-02.

2.7.2 Bibliografía

Se han utilizado los siguientes manuales:

- Manual técnico de luminotecnica –UPC
- Manual técnico, Sistemas de Fontanería y Calefacción, UPONOR
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)
- Utilización de los diferentes catálogos relacionados con los cálculos de los anexos
- Código Técnico de la Edificación (CTE)
- Pereda Suquet, Pilar. Proyecto y Cálculo de Instalaciones Solares Térmicas. Madrid. Editorial Fundación COAM. 2006.
- Monge Mal, Luis. Instalaciones de energía solar térmica para la obtención de ACS en viviendas. Barcelona. Marcombo. 2010.

2.7.3 Programas de cálculo

Se han empleado los siguientes soportes informáticos:

- Software DIALux 4.12 para los cálculos luminotécnicos
- Emerlight Legrand 4.0 para el alumbrado de emergencia
- Metalpla para el cálculo de la estructura
- Microsoft Office EXCEL 2007 para los cálculos matemáticos y tablas
- Programa de diseño AUTOCAD 2012 para la elaboración de planos
- Microsoft Office WORD 2010 y Adobe PDF para la redacción de textos

2.8 Definiciones y abreviaturas

En este apartado del proyecto, Memoria descriptiva, todas las abreviaturas que se utilicen estarán especificadas o definidas previamente, mientras que en los anexos las diferentes abreviaturas utilizadas serán definidas en un apartado independiente.

2.9 Requisitos del diseño

El edificio contará, como mínimo, con las siguientes dependencias y superficies:

PLANTA BAJA:

- Zona de recepción de material y corte: 250 m².
- Zona de mecanizado: 350 m².
- Zona de montaje: 550 m².
- Almacén: 300 m².
- Despacho para Jefe de Fabricación: 20 m².
- Zona de recepción para clientes: 15 m².
- Despacho para Técnicos Comerciales: 30 m². (mobiliario para 2 personas)
- Oficina administrativa: 40 m². (mobiliario para 3 personas) En esta planta es necesario incorporar:

Aseos públicos para clientes, aseos y vestuarios para empleados, teniendo en cuenta que en las zonas de taller trabajaran 27 personas.

ENTREPLANTA:

- Sala de Reuniones: 40 m².
- Despacho para Director Gerente: 30 m².
- Despacho para Director Técnico: 20 m².

- Oficina Técnica: 85 m² (mobiliario para 5 personas)

Se incorporará una zona destinada a aseos para empleados que tengan su lugar de trabajo en la entreplanta.

OTROS DATOS CONSTRUCTIVOS A TENER EN CUENTA:

- Altura libre interior para Zonas de fabricación y Almacén: 6 m.
- Estructura: Perfiles metálicos (IPE-400).Distancia entre pilares (6-8 m)
- Pilares para la zona de entreplanta: 300 x 300 mm.
- Espesor del forjado de la entreplanta: 300 mm.
- Espesor tabiques interiores: 100 mm.
- Espesor tabiques exteriores: 200 mm.

Para la implantación del edificio objeto del proyecto, se dispone de una parcela con una superficie de 3.600 m². (80 x 45 m.), tal como puede comprobarse en el plano de emplazamiento que se adjunta. Dicha parcela se encuentra situada en un polígono industrial, en cuyas Ordenanzas Reguladoras está reflejada la normativa de aplicación.

A continuación se indican las potencias de los receptores por cada zona.

ZONA DE RECEPCIÓN DE MATERIAL Y CORTE:

- 1 sierra semiautomática BR 240/320. P = 1,5 kW.
- 1 sierra semiautomática BR 320/510. P = 2 kW.
- 1 cizalla 3106-S. P = 5 kW.
- 1 plegadora 124. P = 7,5 kW.
- 4 tomas de corriente combinadas: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.- 400 V.

ZONA DE MECANIZADO:

- 2 tornos S-90/260. P = 5 kW.
- 1 fresadora universal GMR 152. P = 3,5 kW.
- 1 rectificadora G 41-V. P = 3,5 kW.
- 1 roscadora SH-25. P = 2 kW.
- 1 taladros sobremesa SE-25. P = 2 kW.
- 2 tomas de corriente combinadas: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.- 400 V.

ZONA DE MONTAJE:

- 1 toma de corriente combinada: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.- 400 V., cada 6-8 m, medidos perimetralmente.

ALMACÉN:

- 2 tomas de corriente combinadas: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.- 400 V.

OFICINAS, DESPACHOS, VESTUARIOS Y ASEOS:

- Tomas de corriente 10/16 A.-230 V.

2.10 Análisis de soluciones

En el proyecto que estamos a tratar, no es necesario indicar las diferentes alternativas que se podrían seguir en la elaboración de dicho proyecto, los pasos que se han seguido ni las diferentes ventajas e inconvenientes.

Esta única alternativa que se va a tratar será la alternativa válida debido a que en nuestro caso, se ha establecido un guión fijo de elaboración para todos los alumnos de la asignatura mediante un enunciado, el cual ha sido guiado a lo largo del curso por el tutor. Aunque este guión deje ciertos aspectos a decisión de los propios proyectistas, como pueden ser las distribuciones, ubicación, dimensionamiento, materiales y procedimientos para llevar a cabo la obra.

De este modo, cumpliendo la normativa vigente especificada anteriormente, se espera que cuente con los requisitos indispensables para que se le conceda la pertinente autorización por parte de los organismos competentes para la ejecución de las obras, el montaje de las instalaciones y la puesta en servicio de la actividad.

2.11 Resultados finales

- Descripción General de la Obra. Dimensiones y Distribuciones

El terreno en el que se situará la nave industrial dentro del polígono Río do Pozo, se clasifica como suelo urbano dedicado a zona de industrias, según el Plan Xeral de Ordenación Urbana de Concello de Narón.

Este terreno se corresponde con la parcela 29 de dicho polígono industrial, con una superficie total de 3600 m², limitando por el lateral derecho y la parte trasera con las parcelas colindantes del polígono, mientras que por la parte frontal y el lateral izquierdo limita con la vía pública, esto quiere decir que la nave podrá tener un acceso frontal y otro lateral.

Podemos verlo en la siguiente imagen:

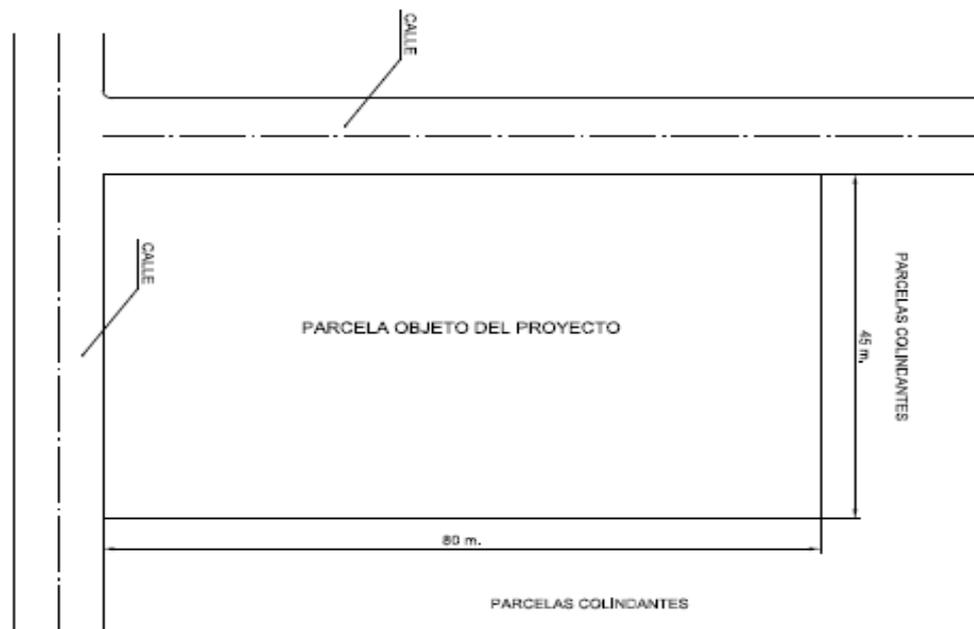


Figura 2.11.1 - Parcela

A pesar de contar con la superficie de 3600 m² de la parcela, debido a la Ordenanza Municipal, tendremos que cumplir los requisitos indicados, lo que nos limita a una construcción de como máximo 1950 m² y una altura máxima de 8 metros que se convierte en una altura útil de 6 m.

La distribución de la nave se realiza en dos grandes bloques diferenciados: por un lado la zona de taller, dedicada a la actividad industrial (almacén, recepción y corte, mecanizado y montaje) y la zona de oficinas y exposición, dividida en planta baja y entreplanta (oficina técnica, despacho jefe fabricación, sala de reuniones....).

Esta distribución se especifica en las tablas siguientes:

CUADRO DE SUPERFICIES		
ZONA	NECESARIO	REAL
PLANTA BAJA		
Recepción de material y corte	250 m ²	251,154 m ²
Almacén	300 m ²	304,344 m ²
Mecanizado	350 m ²	360,288 m ²
Montaje	550 m ²	552,28 m ²
Despacho Jefe de fabricación	20 m ²	28,7695 m ²
Despacho Técnicos comerciales	30 m ²	31,1435 m ²
Oficina administrativa	40 m ²	40,945 m ²
Recepción	15 m ²	22,4525 m ²
Pasillo zona taller		131,52 m ²
Escaleras		8,35 m ²
Sala de descanso		7,981 m ²
Exposición		260,77 m ²
Vestuario femenino		26,34 m ²
Vestuario masculino		26,268 m ²
Aseo femenino		5,94 m ²
Aseo masculino		5,724 m ²

Tabla 2.11.1 – Superficies Planta Baja

ENTREPLANTA		
ZONA	NECESARIO	REAL
Oficina técnica	85 m ²	91,642 m ²
Despacho de Director técnico	20 m ²	21,894 m ²
Despacho del Director gerente	30 m ²	31,516 m ²
Sala de reuniones	40 m ²	50,993 m ²
Pasillo		34,6771 m ²
Balcón		45,116 m ²
Aseo femenino		5,94 m ²
Aseo masculino		5,724 m ²
Escaleras		8,35 m ²

Tabla 2.11.2 – Superficies Entreplanta

○ Descripción de las Características Constructivas

A continuación se realizará una descripción de las construcciones basándose en las calidades y tipos, ya que la descripción dimensional estará reflejada en el apartado “Planos”.

- Estructura

En cuanto a la estructura podemos comentar que la nave cuenta con una estructura fija de acero de soporte formada por 11 vigas IPE 450 distribuidas uniformemente por los laterales de la superficie. Estas vigas estarán unidas transversalmente con unas cerchas de 30 m de longitud.

En los pórticos testeros tendremos 3 pilares adicionales empotrados en cimentación.

Cabe comentar que en la zona dedicada a oficinas y exposición, existe también una estructura formada por pilares de 0.3x0.3 m de hormigón armado para soportar el forjado de la entreplanta.

- Cerramientos

Los cerramientos de la nave industrial esta constituidos por:

1. Dos paneles de hormigón prefabricado, de 1,5 metros de altura, consiguiendo así alcanzar los 3 metros con este tipo de cerramiento.

2. Panel sándwich de fachada de tornillería oculta. Se instala a partir de los 3 metros hasta alcanzar la altura de la nave en cada punto. Esta fachada de tornillería oculta está formada por dos chapas de acero galvanizado y prelacado. La chapa está ligeramente perfilada para darle mayor resistencia al conjunto. El interior está formado por poliuretano inyectado de 40 kg/m³ y con un espesor mínimo de 40 mm que le proporcionan un aislamiento de alto poder contra el calor y el frío.

Ventaja de este tipo de cerramiento:

- Puede colocarse tanto en vertical como en horizontal, dando un aspecto de acabado arquitectónico.
- Por su opción de una cara lisa exterior y tornillo oculto, es el elegido para fachadas con acabado perfecto.
- Otros colores disponibles bajo consulta: rojo, verde, azul, gris pizarra, plata metalizada, crema, gris, etc.
- Sistema de unión antihumedades y filtraciones de agua tipo machihembrado tradicional. Encaje perfecto y sellado.
- Colocación mediante tornillo oculto lo que deja un acabado más uniforme al quedar la tornillería oculta.
- La rematería se realiza en el mismo color del panel, con lo que la integración es perfecta. La cubierta se realizará con un material perfectamente aislante, teniendo en cuenta que se deberán de dejar unos lucernarios para permitir la entrada de luz natural a la zona de actividad industrial de la nave.

- Cubierta

La nave industrial presenta una cubierta a dos aguas realizada con panel sándwich de cubierta tapajuntas que es el más utilizado para cubiertas y tejados en España. El panel sándwich tapajuntas tiene la cualidad de resistir el viento y comportarse mejor antes situaciones adversas de lluvia, humedad y frío. Es el panel sándwich recomendado para cubiertas y tejados por su remante acero que se coloca una vez atornillado los paneles a la estructura, ocultado la unión de la lluvia.

La pendiente de la cubierta es del 7.59 %, y en uno de los lados se han de colocar los paneles solares encargados de calentar el agua junto con la caldera de gas de apoyo. Además, cada cierta distancia se dispone de placas translúcidas acrílicas con el fin de permitir la entrada de la luz natural y así mejorar la iluminación permitiendo reducir el consumo energético.

- Cimentaciones

La cimentación es superficial, a base de zapatas rígidas aisladas de hormigón armado atado en ambas direcciones.

- Acabado interior

Las divisiones interiores de la zona industrial de la nave, como por ejemplo el almacén estarán divididas por pladur, mientras que todas las divisiones realizadas en las zonas de oficinas se llevarán a cabo mediante tabiques de ladrillos.

Además en la zona correspondiente a las oficinas, será necesaria la instalación de falso techo, por la que discurrirán todas las instalaciones eléctricas, instaladas sobre bandeja.

El resto de acabados, como pueden ser, revestimiento de paredes, acabados de carpintería, sanitarios, pinturas...se dejan a elección del cliente.

- Urbanización

Por último, la zona de los retranqueos de la parcela se habilitarán para aparcamiento privado, estando cerrada la parcela en toda su totalidad cumpliendo con la legislación urbanística.

- o Instalaciones generales

- Instalación eléctrica

La parcela consta de servicio eléctrico suministrado por la compañía Gas Natural Fenosa. La empresa suministradora nos da el servicio en la parte frontal de la nave que se corresponde con la entrada principal.

La instalación parte de una acometida que se encuentra situada en la acera de la vía pública, que se lleva hasta las dos CGPs situadas en el muro que limita la propiedad municipal de la propiedad privada.

A partir de este punto la instalación es propiedad del titular de la propiedad privada, por lo que cualquier problema o imprevisto que suceda desde este punto hacia el interior de la instalación el responsable será nuevamente el titular privado; mientras que si el fallo se produce algún fallo en el suministro, desde este punto hacia el exterior, tendrá que hacerse cargo la compañía suministradora.

De las CGPs sacamos una línea general subterránea que será la que nos lleve hasta el Cuadro General de Alumbrado y Fuerza, del que procederán todas las líneas y por lo tanto los diferentes cuadros secundarios de alumbrado y fuerza.

Empezando con la instalación de alumbrado, diremos que, dicha instalación se dispone en la nave en 4 cuadros secundarios de alumbrado (CSA), todos ellos procedentes del CGA.

El primero de ellos, CSA 1 (7 líneas de alumbrado), es el encargado de dar servicio a la zona de la nave dedicada a uso industrial, comprendiendo así las zonas de recepción de material y corte, mecanizado y montaje.

El CSA 2 (3 líneas de alumbrado), se encuentra situado en la zona correspondiente al almacén.

El CSA 3 (6 líneas de alumbrado), es el encargado de abastecer a toda la zona restante de planta baja, en la que se incluyen aseos, vestuarios, oficina administrativa, sala de descanso, zona de recepción y exposición, despacho de jefe de fabricación y despacho de técnicos comerciales.

El CSA 4 (6 líneas de alumbrado), es el cuadro secundario que da servicio a toda la entreplanta de la nave, que comprende el pasillo, aseos, sala de reuniones, despacho de director técnico, despacho de director gerente y oficina técnica.

Cabe destacar que cada línea lleva los interruptores correspondientes para el acceso de las luminarias y que todos los receptores son de tipo led.

Por otro lado, la instalación de fuerza se dispone en la nave en 5 cuadros fuerza (CF), todos ellos procedentes del cuadro general de fuerza, el CGF.

El primero de ellos, CF 1 (7 líneas de fuerza), es el encargado de dar servicio a la zona de la nave dedicada a recepción, corte y almacén.

El CF 2 (7 líneas de fuerza), se encuentra situado en la zona correspondiente a mecanizado.

El CF 3 (6 líneas de fuerza), es el encargado de abastecer la zona restante de montaje.

El CF 4 (6 líneas de fuerza), es el encargado de abastecer a toda la zona restante de planta baja, entre las que están los aseos, vestuarios, oficina administrativa, despacho jefe de fabricación, despacho de los técnicos comerciales y la zona de exposición y de sala de estar.

El CF 5 (7 líneas de fuerza), es el cuadro secundario que da servicio a toda la entreplanta de la nave que se compone de una zona de la oficina técnica, el despacho del director técnico, director gerente, la sala de reuniones, la zona de pasillo y de los aseos.

Cabe destacar que cada línea lleva las protecciones correspondientes para la protección de la instalación.

- Instalación fontanería
 - Red de agua fría

La acometida debe disponer de los elementos siguientes: una llave de toma que abra el paso a la acometida; un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general; una llave de corte en el exterior.

En cuanto a la instalación general debe contener los elementos que le correspondan de los que se citan en los apartados siguientes:

- La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en la arqueta del contador general.
 - El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general, en el interior de la arqueta del contador general.
 - El armario o arqueta del contador general contendrá: la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.
 - El tubo de alimentación.
 - El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.
 - Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo. Las ascendentes deben disponer en sus bases de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales.
- Agua caliente sanitaria (ACS)

La instalación de agua caliente sigue los mismos pasos que la de agua fría.

Para cumplir con la normativa, se realizará una instalación de energía solar térmica para el aporte mínimo de ACS.

La red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

La red de retorno se compondrá de: un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas y columnas de retorno desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

- Instalación saneamiento

- Cierres hidráulicos

Los cierres hidráulicos pueden ser: sifones individuales, botes sifónicos, sumideros sifónicos o arquetas sifónicas.

- Redes de pequeña evacuación

El trazado de la red debe ser lo más sencillo posible para conseguir una circulación natural por gravedad, evitando los cambios bruscos de dirección.

- Bajantes y canalones

Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con 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.

- Colectores colgados

Las bajantes deben conectarse mediante piezas especiales. No puede realizarse esta conexión mediante simples codos, ni en el caso en que estos sean reforzados.

No deben acometer en un mismo punto más de dos colectores.

En los tramos rectos, en cada encuentro o acoplamiento tanto en horizontal como en vertical, así como en las derivaciones, deben disponerse registros constituidos por piezas especiales, según el material del que se trate, de tal manera que los tramos entre ellos no superen los 15m.

- Elementos de conexión

En las arquetas de paso deben acometer como máximo tres colectores, y las arquetas de registro deben disponer de tapa accesible y practicable.

Los registros para limpieza de colectores deben situarse en cada encuentro y cambio de dirección e intercalados en tramos rectos.

Al final de la instalación y antes de la acometida debe disponerse el pozo general del edificio.

- Válvulas antirretorno de seguridad

Para prevenir las posibles inundaciones cuando la red exterior de alcantarillado se sobrecargue.

- Subsistema de ventilación primaria

Se considera suficiente como único sistema de ventilación en edificios con menos de 7 plantas, o con menos de 11 si la bajante está sobredimensionada, y los ramales de desagües tienen menos de 5 m.

La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación, aunque a ella se conecte una columna de ventilación secundaria.

- Urbanización, pavimentos y acceso

Se dispondrán de 2 accesos a la parcela, de 8 m de ancho cada uno, con carril de entrada y salida.

El Art. 33 del P.P. del P.I. establece como anchura máxima de accesos 5,0 m. En el presente caso la anchura es mayor para permitir un doble sentido de circulación pero se justifica por las características de uso y funcionamiento de la actividad.

La parcela tendrá una reserva de aparcamiento en el interior de 27 plazas para turismos (2 plazas será reservadas para personas con movilidad reducida).

En las zonas de rodadura se ha proyectado un pavimento flexible con una capa de rodadura a base MBC según la sección 4121 del catálogo de secciones de firme de la Instrucción de Carreteras 6.1-IC "Secciones de Firme".

Se ha adoptado una solución de pavimento a base de MBC por motivos de economía de construcción, comportamiento del material, facilidad de reparación, etc.

- Señalización

Las condiciones de la actividad y la intensidad y el tipo de tráfico generados en un polígono industrial de alta ocupación requieren disponer una adecuada señalización, para extremar la seguridad tanto en el interior como en el acceso.

Como norma general, y de acuerdo con la sección SU7 "Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento" del CTE se siguen los siguientes criterios conforme al código de circulación:

- El sentido de circulación y la salida.
- La velocidad máxima de circulación en todo el recinto: 20 km/h.
- Las zonas de tránsito y paso de peatones.
- Diferenciación de pavimentos de aceras respecto a las zonas de calzada.

La señalización horizontal de aparcamiento, limitado de velocidad (R-301, 20 km/h), Stop (R-2), dirección obligatoria (M-5.2), delimitación de aparcamientos (M-7.4/1, M-7.4/b.3), etc., se dispondrá según el Reglamento General de Circulación y se corresponderá según la norma 8.2-IC "Marcas viales".

- Cierre perimetral

El Art. 37.1 del P.P. del polígono establece que " el límite de la parcela en su frente y en las líneas medianeras, objeto de retranqueos, se materializará con un cerramiento tipo que se fije para el polígono o, en su caso, se resolverá respetando un diseño adecuado que deberá someterse a la aprobación municipal".

Se dispone de un cierre perimetral en toda la parcela formado por un muro de hormigón de 90 cm de altura sobre el pavimento. Sobre el muro se dispone un cierre a base de tubos huecos de acero con tapa de 80x80 mm y malla de $\varnothing 6$ mm de 30x10.

Las puertas de acceso son de 8 m de ancho, de corredera, formadas por láminas de acero y contarán con sus correspondientes elementos de arriostramiento, anclaje, etc.

2.12 Planificación

El plan seguido será el normal para las construcciones de este tipo.

Desde que se tengan los permisos y requisitos burocráticos oportunos, se iniciaran los desmontes y acondicionamientos del terreno.

Se continuará por la parte constructiva (cimientos, pórticos, cubierta, cerramientos) y se seguirá por los detalles constructivos como la distribución.

Seguiremos con las instalaciones necesarias como fontanería, saneamiento, instalación eléctrica... y finalizaremos con los acabados interiores y exteriores.

2.13 Orden de prioridad

En relación con las posibles discrepancias entre los documentos básicos del Proyecto el orden de prioridad es el que viene indicado de forma general en la UNE 157001:2002, sin más consideraciones, es decir:

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



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXOS

3. ANEXOS

3.1 ESTRUCTURA

3.2 ILUMINACIÓN

3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.4 ACS

3.5 FONTANERÍA

3.6 SANEAMIENTO

3.7 INSTALACIÓN NEUMÁTICA

3.8 ESTUDIO ARMÓNICOS Y REACTIVA

3.9 ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO I: ESTRUCTURA

3.1 ESTRUCTURA	2
3.1.1 Objeto	2
3.1.2 Alcance	2
3.1.3 Normas y referencias	2
3.1.3.1 Bibliografía	2
3.1.3.2 Programas de cálculo	2
3.1.4 Definiciones y abreviaturas	3
3.1.5 Descripción de la solución adoptada.....	3
3.1.5.1 Acciones previas	3
3.1.5.2 Elementos estructurales	4
3.1.5.2.1 Cimentaciones	4
3.1.5.2.1.1 Elementos de cimentación aislados	4
3.1.5.2.1.2 Vigas.....	4
3.1.5.2.2 Placas de anclaje.....	4
3.1.5.2.3 Pórtico tipo.....	5
3.1.5.2.4 Pórtico testero.....	6
3.1.5.2.5 Fachada lateral	6
3.1.5.2.6 Forjado oficinas.....	6
3.1.5.2.7 Correas	7
3.1.5.3 Características materiales	7
3.1.6 Acciones.....	8
3.1.7 Combinación de acciones.....	10
3.1.8 Cálculos	11
3.1.9 Soluciones constructivas	14
3.1.9.1 Dilatación térmica	14
3.1.9.2 Cerramientos	15
3.1.9.2.1 Cubierta	15
3.1.9.2.2 Fachadas	16
3.1.9.2.3 Solera	16
3.1.9.2.4 Forjado de oficinas.....	17
3.1.9.2.5 Urbanización parcela	17

3.1 ESTRUCTURA

3.1.1 Objeto

El objeto del presente anejo es definir, diseñar y calcular los distintos elementos estructurales para una nave industrial de estructura metálica situada en el polígono industrial de Río do Pozo (Narón)..

Se procederá a la justificación del cumplimiento de las exigencias básicas definidas en el CTE, conforme al R.D. 314/2006, de 17 de marzo, relativas a resistencia, estabilidad y aptitud al servicio de la estructura adoptada frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometida durante la construcción y uso previsto.

El análisis estructural se ha llevado a cabo mediante modelos teóricos introducidos en el programa de cálculo Metalpla, implementado para la normativa nacional vigente, en este caso el CTE.

3.1.2 Alcance

El alcance es el cálculo con soporte informático de la estructura metálica de la nave, tanto de los pórticos tipo, testeros, arriostramientos...

3.1.3 Normas y referencias

Este proyecto ha sido realizado siguiendo la normativa actual española, la correspondiente al Código Técnico de la Edificación Documento Básico de Seguridad Estructural (CTE DB SE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 el 17 de marzo de 2006, la instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08), aprobada por el Real Decreto 1247/2008 el 18 de julio de 2008, y la normativa correspondiente al término municipal de Oliva, las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana, aprobadas por la comisión provincial de urbanismo el 30 de noviembre de 1982. Por último, el sismo se ha calculado según la Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE- 02), aprobada por el Real Decreto 997/2002 el 27 de septiembre de 2002.

Dentro del CTE DB SE, se han aplicado la normativa de los siguientes documentos:

Documento Básico de Seguridad Estructural - Acciones de la Edificación (CTE DB SE-AE). El ámbito de aplicación de dicho documento es el cálculo de las distintas acciones sobre la edificación para verificar el cumplimiento de seguridad estructural y la aptitud al servicio.

Documento Básico de Seguridad Estructural – Aceros (CTE DB SE-A). El ámbito de aplicación de este documento es la verificación de la seguridad estructural de elementos metálicos realizados con acero en edificación.

3.1.3.1 Bibliografía

La bibliografía utilizada ha sido el Código Técnico de la Edificación y sus Documentos Básico de Seguridad Estructural y de Acciones en la Edificación.

3.1.3.2 Programas de cálculo

El análisis estructural se ha llevado a cabo mediante modelos teóricos introducidos en el programa de cálculo Metalpla, implementado para la normativa nacional vigente, en este caso el CTE.

3.1.4 Definiciones y abreviaturas

- DB: Documento básico.
- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- IPE: Perfil en forma de doble T
- HEB: Perfil de alas anchas

3.1.5 Descripción de la solución adoptada

La estructura proyectada es un edificio industrial de acero, emplazado en el Polígono Industrial Río do Pozo (Narón).

Las dimensiones son de 65 metros de profundidad y 30 metros de luz, con pórticos separados 6.5 metros, pilares de 6 metros de altura y una separación entre pilares de fachada de 7.5 metros, que abarca un área total de 1950 metros cuadrados.

Para abarcar toda la superficie necesaria se han dispuesto 11 pórticos. El pórtico tipo se repite desde la alineación 2 a la alineación 10 y el pórtico de fachada se corresponde con las alineaciones 1 y 11.

Los arriostramientos de fachada están colocados con el fin de aumentar la rigidez del sistema. En la fachada lateral, además, se han dispuesto otros arriostramientos para disminuir el efecto de la dilatación térmica mediante el uso de agujeros colisos.

El sistema contraviento se ha resuelto con cruces de San Andrés de perfiles macizos.

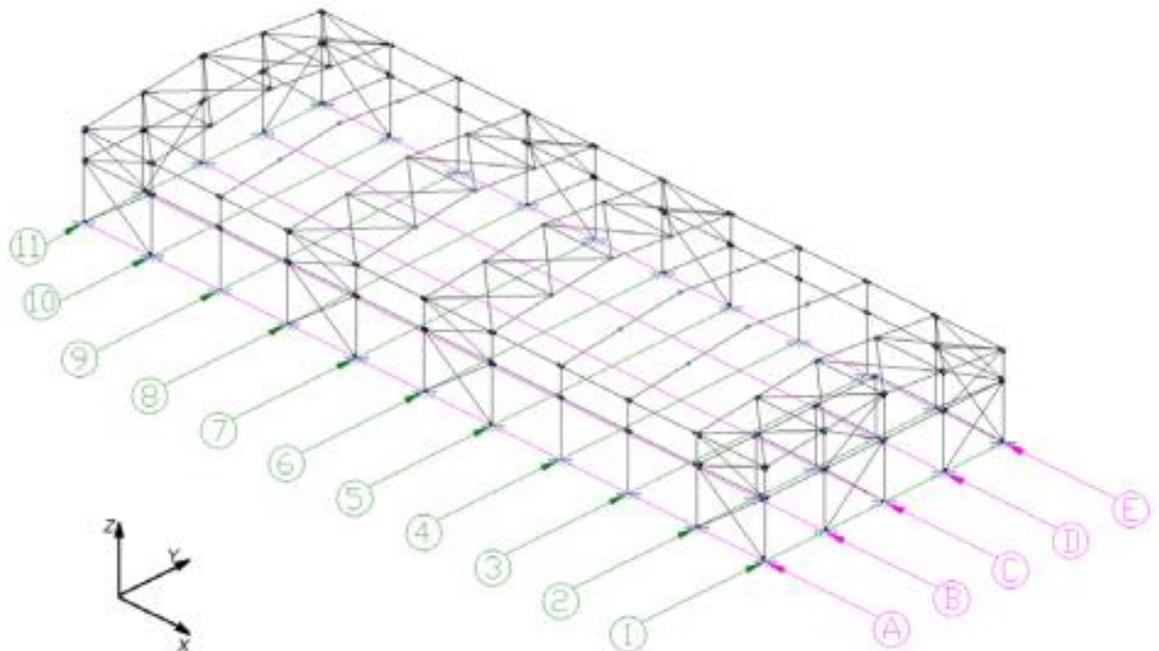


Figura 3.1.5.1 – Estructura Nave

Para la cimentación se ha utilizado hormigón HA-25/B/20/Ila-Qa, hormigón de limpieza HL- 150/B/20 y acero B500S para las armaduras. Las zapatas se pueden ver con más detalle en el plano adjunto de Cimentaciones.

3.1.5.1 Acciones previas

Como se ha mencionado anteriormente, la parcela seleccionada no contiene ninguna estructura que derribar por lo que se pasará directamente al acondicionamiento del terreno.

Primero, se realizará un desbroce de toda la parcela. Después, se procederá a la nivelación del terreno y la compactación del mismo, dejándolo listo para proceder con las zanjas de la cimentación.

Por último, los residuos producidos como tierras y matorrales serán transportados al centro de gestión de residuos más próximo.

3.1.5.2 Elementos estructurales

3.1.5.2.1 Cimentaciones

La cimentación de la nave industrial está realizada con hormigón HA- 25/B/20/Ila-Qa, hormigón de limpieza HL-150/B/20 y acero B500S para la armadura.

Las dimensiones y detalles de las zapatas se pueden ver con mayor detalle en el plano adjunto de Cimentaciones.

3.1.5.2.1.1 Elementos de cimentación aislados

La estructura consta de 42 elementos aislados. Del total, 22 son pertenecientes a los pilares laterales. Otros 6 restantes son pertenecientes a los pilares de fachada y los pilares restantes son correspondientes al altillo para oficinas. Las dimensiones de cada zapata se especifican en la Tabla del plano de Cimentaciones.

3.1.5.2.1.2 Vigas

Las dimensiones de las vigas de atado se especifican en el plano de Cimentaciones teniendo vigas 0.60x0.60 para las zapatas perimetrales y de 0.40x0.40 para las zapatas interiores.

3.1.5.2.2 Placas de anclaje

Las placas de anclaje soportan y transmiten hacia la cimentación los esfuerzos que la estructura recibe. Conectan dos tipos de materiales y aseguran la fijación y verticalidad de los pilares de la nave industrial mediante elementos fijadores.

La placa de asiento del anclaje se encarga de repartir el esfuerzo por el cimiento. Las cartelas aumentan la rigidez del conjunto, disminuyendo los esfuerzos de flexión. Los pernos forman la unión entre la placa de anclaje y la cimentación. Transmiten los esfuerzos de tracción, introduciéndose en la propia cimentación la longitud adecuada.

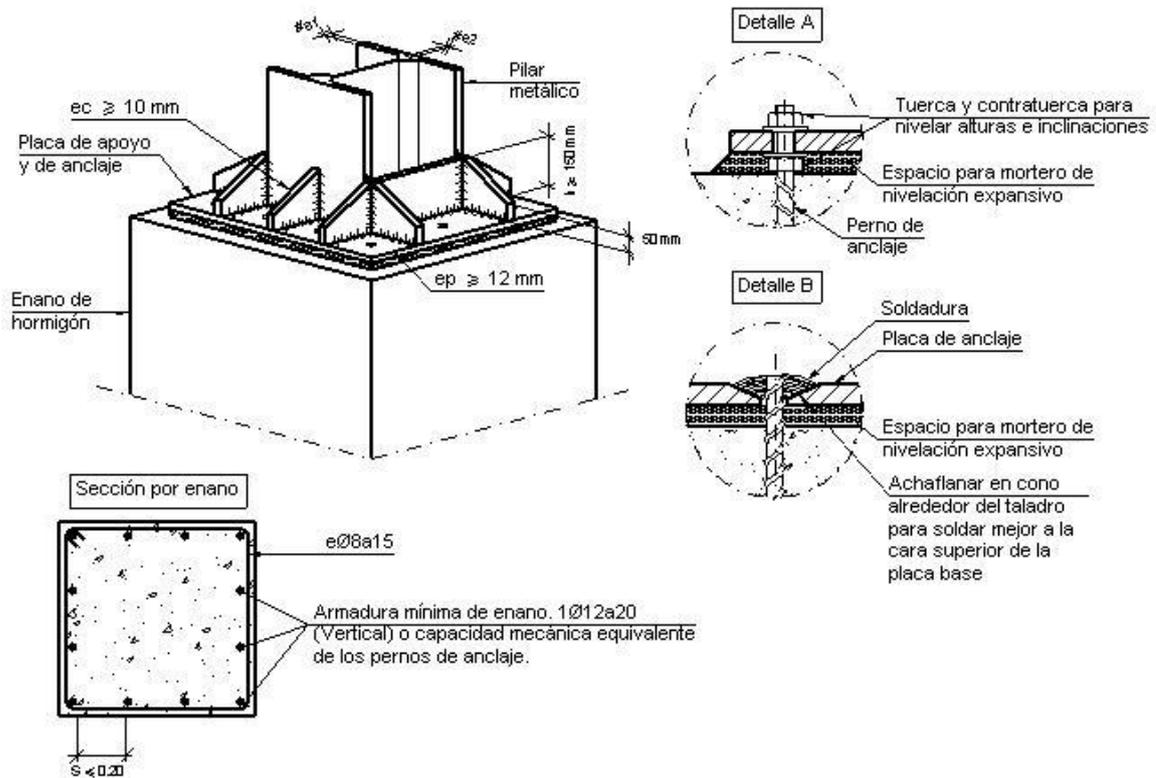


Figura 3.1.5.2.3.1 – Placas de Anclaje

3.1.5.2.3 Pórtico tipo

El pórtico tipo se corresponde a una tipología sencilla, con dos pilares HEB 280 y dos jácenas IPE 450. Éste se repite a lo largo de toda la estructura, desde la alineación 2 hasta la alineación 10, recibiendo la mayor parte de la carga gravitatoria de la nave. En total, se colocarán 9 pórticos de esta tipología separados 6.5 metros cada uno.

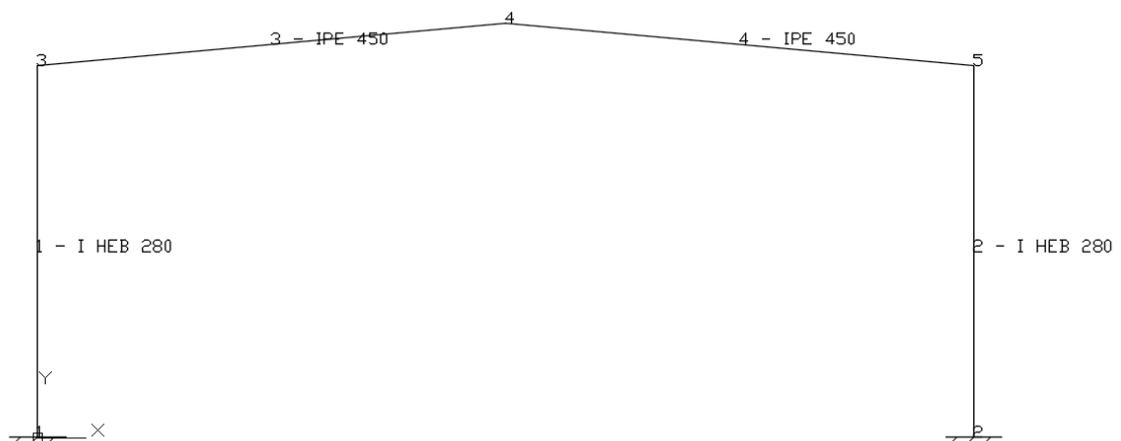


Figura 3.1.5.2.3.1 – Pórtico Tipo

Este pórtico tiene 6 metros de altura de pilar, llegando a los 8 metros en la cumbre. La luz del pórtico es de 30 metros, teniendo cada jácena 15 metros de longitud y un 7.59% de pendiente.

3.1.5.2.4 Pórtico testero

El pórtico de fachada o testero se corresponde con las alineaciones 1 y 11 de la estructura. Está formado por cinco pilares (HEB 260 en la fachada frontal), dos jácenas IPE 300 y un sistema de arriostamientos con perfiles macizos de 35 entre los pórticos 10-11 y 1-2.

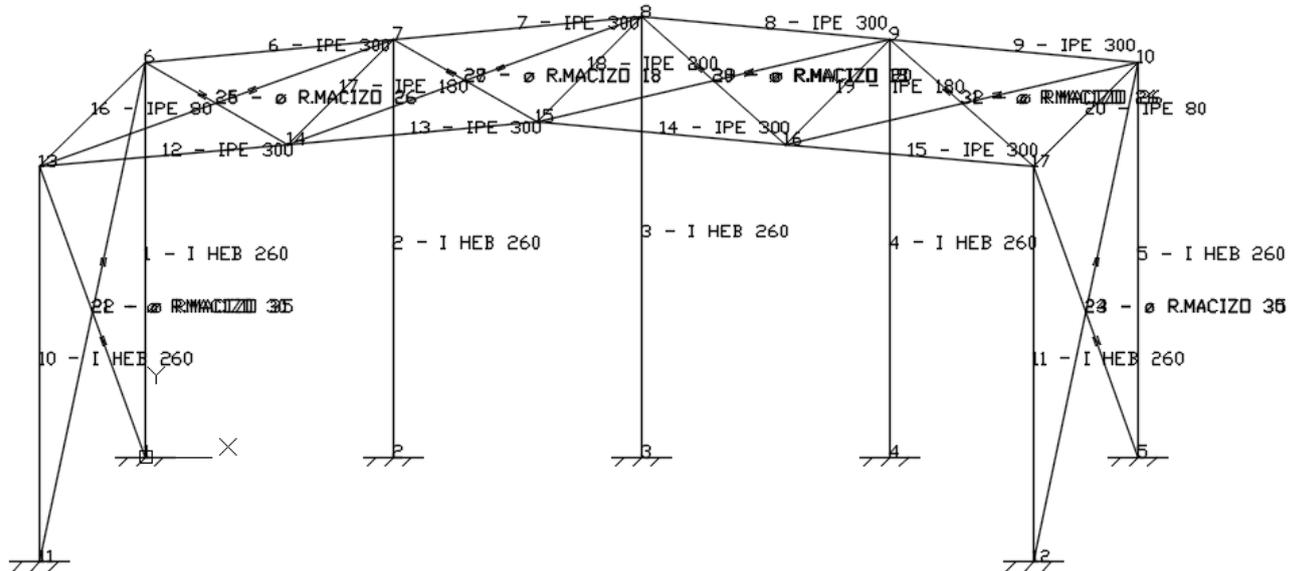


Figura 3.1.5.2.4.1 – Pórtico Testero

Las dimensiones de este pórtico son iguales que las del pórtico tipo: 6 metros de cabeza de pilar, 30 metros de luz y 7.59% de pendiente. Los pilares de la fachada están separados 7.5 metros entre sí, midiendo 6 metros los pilares de las alineaciones A y E, 7.2 metros los pilares de las alineaciones B y D y 8 metros el pilar central (alineación C). Este pórtico, además de recibir una parte de la carga gravitatoria, también soporta la acción que el viento ejerce sobre la nave, transmitiendo dichas fuerzas a la cimentación.

3.1.5.2.5 Fachada lateral

La fachada lateral corresponde con las alineaciones A y E de la nave industrial. La fachada arriestra los pilares de los pórticos mediante la viga perimetral, de tal forma que disminuye su coeficiente de pandeo. La fachada lateral mide 65 metros de longitud y dispone de arriostamientos en el primer y último vano (alineaciones 1-2 y 10-11) y en el quinto y séptimo vano (alineaciones 5-6 y 7-8).

Los arriostamientos colocados en las fachadas anterior y posterior (cruces de San Andrés) forman parte del sistema a contraviento de la nave, transmitiendo las fuerzas generadas por el viento hacia la cimentación. Los arriostamientos centrales ejercen la función de absorber el efecto de la dilatación térmica, montados con agujeros colisos que otorgan a las barras un pequeño juego.

3.1.5.2.6 Forjado oficinas

El altillo para oficinas se ha realizado entre las alineaciones 1 y 3 del edificio industrial.

Esta zona de la nave se decide hacer con solución de hormigón para mayor comodidad a la hora de realizar las diferentes instalaciones necesarias y para mayor confort de sus trabajadores.

Los pilares del altillo están realizados con pilares de 0.30x0.30. El forjado del altillo irá en dirección paralela a los pórticos, y tendrá un ancho de 0.20 metros lo que nos permitirá una altura libre en las oficinas de 2.80 metros.

3.1.5.2.7 Correas

Se ha dispuesto correas en todo el edificio, las cuales reciben la carga del cerramiento y las que el propio cerramiento soporta y la transmiten hacia los pórticos de la nave. Existen 20 correas en la cubierta tipo ZF-250.20, y 2 correas en las fachadas laterales en la parte alta.

En la fachada lateral existirá una puerta de 6 metros de ancho por 5 metros de alto, entre el pórtico 8 y 9. En el pórtico de fachada delantera, existirá otra puerta de pequeñas dimensiones.

3.1.5.3 Características materiales

- Pilares HEB acero S275

TABLA DE CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL HEB																		
PERFILES	DIMENSIONES		TERMINOS DE SECCION		REFERIDO AL EJE X-X		REFERIDO AL EJE Y-Y											PESO
(mm)	h	b	e	e1	r	h1	u	A	It	Ia	Sx	Ix	Wx	ix	Iy	Wy	Iy	(kg/mL)
HEB-100	100	100	6,0	10,0	12	56	567	26,00	9,340	3375	52,1	450,0	90,0	4,16	167,00	33,00	2,53	20,91
HEB-120	120	120	6,5	11,0	12	74	686	34,00	14,900	9410	82,6	864,0	144,0	5,04	318,00	53,00	3,06	27,37
HEB-140	140	140	7,0	12,0	12	92	805	43,00	22,500	22480	123,0	1509,0	216,0	5,93	550,00	79,00	3,58	34,54
H1EB-160	160	160	8,0	13,0	15	104	918	54,30	33,200	47940	177,0	2492,0	311,0	6,78	889,00	111,00	4,05	43,67
HEB-180	180	180	8,5	14,0	15	122	1040	65,30	46,500	93750	241,0	3831,0	426,0	7,66	1363,00	151,00	4,57	52,48
HEB-200	200	200	9,0	15,0	18	134	1150	78,10	63,400	171100	321,0	5696,0	570,0	8,54	2003,00	200,00	5,07	62,83
HEB-220	220	220	9,5	16,0	18	152	1270	91,00	84,400	295400	414,0	8091,0	736,0	9,43	2843,00	258,00	5,59	73,29
HEB-240	240	240	10,0	17,0	21	164	1380	106,00	110,000	486900	527,0	11259,0	938,0	10,30	3923,00	327,00	6,08	85,28
HEB-260	260	260	10,0	17,5	24	177	1500	118,40	130,000	753700	641,0	14919,0	1150,0	11,20	5135,00	395,00	6,58	95,33
HEB-280	280	280	10,5	18,0	24	196	1620	131,40	153,000	1130000	767,0	19270,0	1380,0	12,10	6595,00	471,00	7,09	105,58

Tabla 3.1.5.3.1 – Características Perfiles HEB

- Vigas IPE acero S275

TABLA DE CARACTERÍSTICAS DEL PERFIL IPE																		
PERFILS	DIMENSIONES		TERMINOS DE SECCION		REFERIDO AL EJE X-X			REFERIDO AL EJE Y-Y									PESO	
	h (mm)	b (mm)	e (mm)	e1 (mm)	r (mm)	h1 (mm)	u (cm2)	A (cm4)	It (cm6)	Ia (cm3)	Sx (cm4)	Ix (cm3)	Wx (cm)	ix (cm4)	Iy (cm3)	Wy (cm)		Iy (kg/mL)
IPE-80	80	46	3,8	5,2	5	60	328	7,64	0,721	118	11,6	80,1	20,0	3,24	8,49	3,69	1,05	6,15
IPE-100	100	55	4,1	5,7	7	75	400	10,30	1,140	351	19,7	171,0	34,2	4,07	15,90	5,79	1,24	8,30
IPE-120	120	64	4,4	6,3	7	93	475	13,20	1,770	890	30,4	318,0	53,0	4,90	27,70	8,65	1,45	10,66
IPE-140	140	73	4,7	6,9	7	112	551	16,40	2,630	1981	44,2	541,0	77,3	5,74	44,90	12,30	1,65	13,22
IPE-160	160	82	5,0	7,4	9	127	623	20,10	3,640	3959	61,9	869,0	109,0	6,58	68,30	16,70	1,84	16,20
IPE-180	180	91	5,3	8,0	9	146	698	23,90	5,060	7431	83,2	1320,0	146,0	7,42	101,00	22,20	2,05	19,27
IPE-200	200	100	5,6	8,5	12	159	788	28,50	6,670	12990	110,0	1940,0	194,0	8,26	142,00	28,50	2,24	22,96
IPE-220	220	110	5,9	9,2	12	178	848	33,40	9,150	22670	143,0	2770,0	252,0	9,11	205,00	37,30	2,48	26,86
IPE-240	240	120	6,2	9,8	15	190	922	39,10	12,000	37390	183,0	3890,0	324,0	9,97	284,00	47,30	2,69	31,47
IPE-270	270	135	6,6	10,2	15	220	1040	45,90	15,400	70580	242,0	5790,0	429,0	11,20	420,00	62,20	3,02	37,00
IPE-300	300	150	7,1	10,7	15	249	1160	53,80	20,100	125900	314,0	8360,0	557,0	12,50	604,00	80,50	3,35	43,26
IPE-330	330	160	7,5	11,5	18	271	1250	62,60	26,500	199100	402,0	11770,0	713,0	13,70	788,00	98,50	3,55	50,33
IPE-360	360	170	8,0	12,7	18	299	1350	72,70	37,300	313600	510,0	16270,0	904,0	15,00	1040,00	123,00	3,79	58,53
IPE-400	400	180	8,6	13,5	21	331	1470	84,50	48,300	490000	654,0	23130,0	1160,0	16,50	1320,00	146,00	3,95	67,96
IPE-450	450	190	9,4	14,6	21	379	1610	98,80	65,900	791000	851,0	33740,0	1500,0	18,50	1680,00	176,00	4,12	79,54

Tabla 3.1.5.3.2 – Características Perfiles IPE

3.1.6 Acciones

Según SE-AE (Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación):

a) Información previa

- Población: Narón
- Altitud topográfica: 20 m.
- Zona según la influencia del clima: Zona I.
- Ambiente. Durabilidad: IIa.
- Resistencia/Estabilidad al fuego: REI90.

b) Acciones permanente (G)

- Cargas permanentes en cubierta:

- Correas: 0,20 kN/m²

- ii. Cubierta; $0,15 \text{ kN/m}^2$
- iii. Instalaciones: $0,05 \text{ kN/m}^2$
- iv. Otras: $0,00 \text{ kN/m}^2$

Adicionalmente de las cargas uniformemente repartidas, si existen cargas puntuales definidas en los planos se tendrán en cuenta en los cálculos.

c) Acciones variables (Q)

a. Cargas variables en cubierta:

- i. Nieve: $0,40 \text{ kN/m}^2$
- ii. Mantenimiento: $0,40 \text{ kN/m}^2$
- iii. Otras: $0,00 \text{ kN/m}^2$

d) Acción eólica (W)

Según el código técnico de la edificación CTE-06:

Situación: Normal

H (altura): 7,25 m

Presión dinámica del viento $H < 11\text{m}$: $0,50 \text{ kN/m}^2$
Coeficiente exposición (grado espereza: IV): 1,80
Coeficiente eólico a barlovento: 0,8
Coeficiente eólico a sotavento: 0,5

e) Acciones accidentales (A)

- a. Sismo: Construcción de importancia moderada o normal y, por tanto, $ab < 0,04g$
Al ser menor la aceleración sísmica básica que el valor establecido en la norma NCSE-02, no se consideran acciones sísmicas.

Se considera los coeficientes de riesgo, de contribución, de comportamiento por ductilidad en función de los establecidos en la normativa citada.

- b. Comportamiento frente al fuego

Se ha considerado una resistencia y estabilidad al fuego de la estructura REI90 excepto correas u canalón (REI-30).

Se define para cada elemento su índice de resistencia al fuego con la correspondiente clase de exposición admisible por aplicación directa de la Instrucción de Hormigón Estructural EHE08, EC2 y del CTE06 y del Reglamento de Seguridad Contra incendios en los Establecimientos Industriales.

Se denomina resistencia al fuego de una estructura, a su capacidad de mantener durante un periodo de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico.

Para la clasificación del comportamiento frente al fuego, se establecen tres criterios:

- Por capacidad portante de la estructura (criterio R).
- Por estanqueidad al paso de llamas y gases calientes (criterio E).
- Por aislamiento térmico en caso de fuego (criterio I).

Los índices de resistencia al fuego se determinan según establece el Eurocódigo 2: Proyecto de estructura de hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras frente al fuego (UNE ENV 1992-1-2:2011). No se considera acción de agresión térmica debido al fuego.

c. Impacto

No considerado.

f) Acciones reológicas y térmicas

No se consideran en el cálculo global de la estructura pues, de acuerdo con la Norma NBE-AE/88, la estructura proyectada no es hiperestática y sí del tipo de vigas y pilares sin unión rígida (isostática), y se deja confiada la libertad de movimiento de la estructura debido a este tipo de acciones, en caso de ser necesario, a las juntas de dilatación.

3.1.7 Combinación de acciones

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

- Situaciones persistentes o transitorias
 - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Situaciones sísmicas

- Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{Kj} + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

- Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{Kj} + \gamma_{AE} A_E + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

Dónde:

- Gk Acción permanente
- Qk Acción variable
- AE Acción sísmica
- γ_G Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes
- $\gamma_{Q,1}$ Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal
- $\gamma_{Q,i}$ Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento
- γ_{AE} Coeficiente parcial de seguridad de la acción sísmica
- $\psi_{p,1}$ Coeficiente de combinación de la acción variable principal
- $\psi_{a,i}$ Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

3.1.8 Cálculos

Para mayor facilidad, se han realizado los cálculos siguiendo el DB SE-AE del Código Técnico de la Edificación para calcular la acción del viento.

Para el cálculo de la presión dinámica es, respectivamente de 0,42 kN/m² , 0,45 kN/m² y 0,52 kN/m² para las zonas A, B y C de dicho mapa.

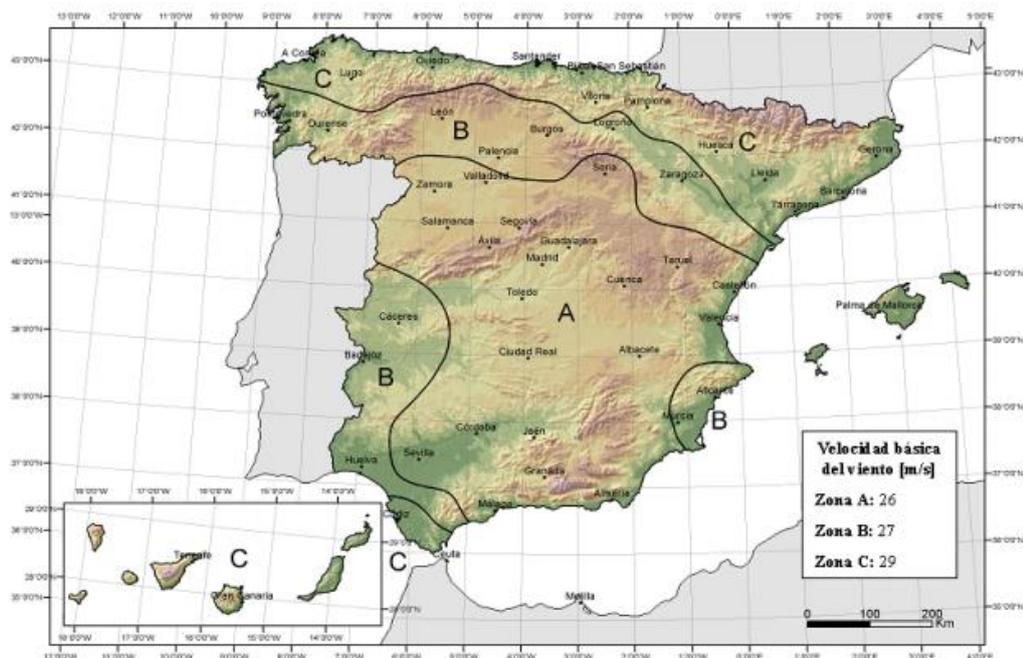


Figura 3.1.8.1 – Presión Dinámica

En nuestro caso será 0.52 KN/m2.

El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k)$$

$$F = k \ln (\max (z,Z) / L)$$

siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según:

	Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
		k	L (m)	Z (m)
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V	Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Tabla 3.1.8.1 – Coeficiente Exposición

$c_e = F(F + 7K)$		$F = k \cdot \ln(\max(z, Z) / L)$		
1,908411		0,81155348		
		k	L	Z
		0,22	0,3	5

Tabla 3.1.8.2 – Resultados Coeficiente Exposición

Para el coeficiente de presión exterior:

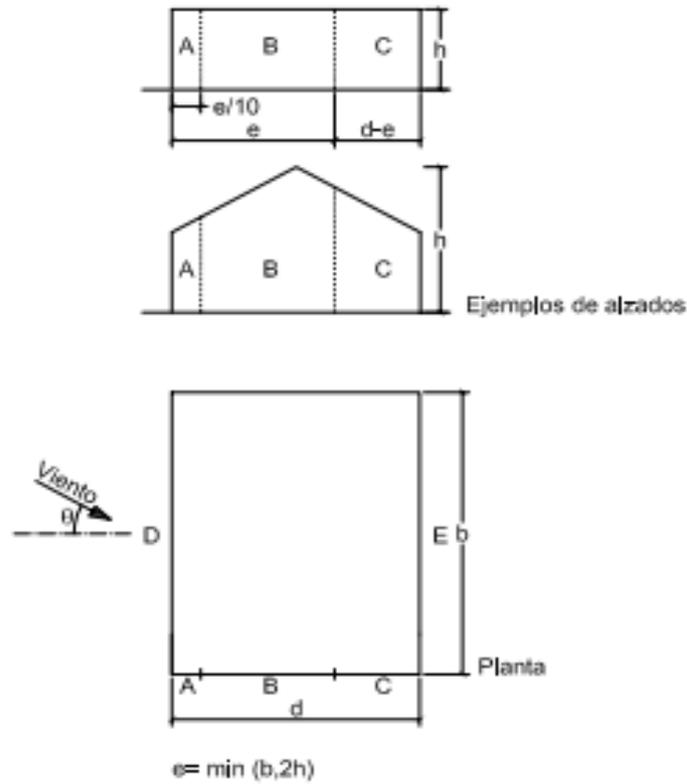


Figura 3.1.8.2 – Presión Exterior

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3

Tabla 3.1.8.3 – Presión Exterior

Pendientes.	zona b	z paramento		b	e=min(b,2h)	h/d
	Pres. Dina	z	d			
7,59	0,52	10	30	65	20	0,333333
0,13247049						

		A	B	C	D	E
área	h/d	16,00	144,00	80,00	520,00	520,00
>10	1	-1,20	-0,80	-0,50	0,80	-0,50
	0,25	-1,20	-0,80	-0,50	0,70	-0,30
	0,48	-1,20	-0,80	-0,50	0,71	-0,32
		-1,11	-0,74	-0,46	0,66	-0,30

pilares laterales			
Pilares	1	2 a 4	5
anch.band	3,125	6,25	3,125
zona	AyB	B	ByC
	-3,20824	-4,64	-2,039918695

pilares en caso de presión		
Pilares	1 y 5	2 a 4
anch.banda	3,125	6,25
zona	D	D
	2,060524	4,121047869

pilares en caso de succión		
Pilares	1 y 5	2 a 4
anch.banda	3,125	6,25
zona	E	E
	-0,93367	-1,867349816

Tabla 3.1.8.4 – Resultados Coeficiente Presión Exterior

3.1.9 Soluciones constructivas

3.1.9.1 Dilatación térmica

El acero utilizado en la estructura podría sufrir el efecto de la dilatación térmica, produciendo flechas en exceso, vibraciones, pandeos en los pilares o tensiones superiores a las calculadas. Para solucionar este problema, se ha decidido colocar arriostramientos en los vanos 5 y 7 (alineaciones 5-6 y 7-8) con un sistema de agujeros colisos, permitiendo así un pequeño juego en las barras que absorbe la dilatación producida.

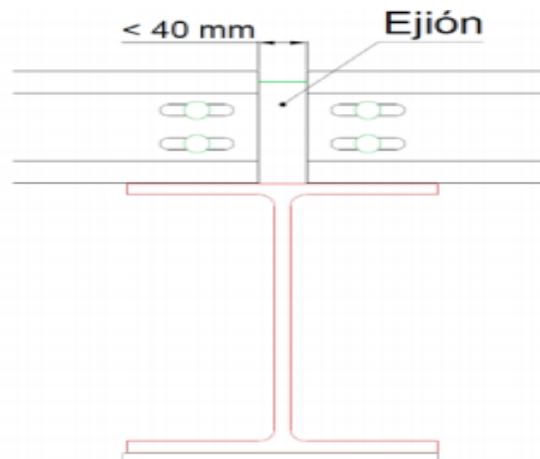


Figura 3.1.9.1.1 – Agujeros Coliseos

3.1.9.2 Cerramientos

3.1.9.2.1 Cubierta

Ambos faldones de la nave industrial se cerrarán con paneles tipo sándwich. Este tipo de cerramiento ofrece un buen aislamiento tanto térmico como frente a agentes climáticos como la lluvia o la humedad. Además, poseen buena capacidad portante y poco peso, ideal para naves industriales.

El panel seleccionado es un panel sándwich prefabricado de 50 milímetros de espesor formado por dos caras exteriores de chapa de acero y relleno de espuma rígida de poliuretano expandido. Su peso es de 13.10 kg/m².

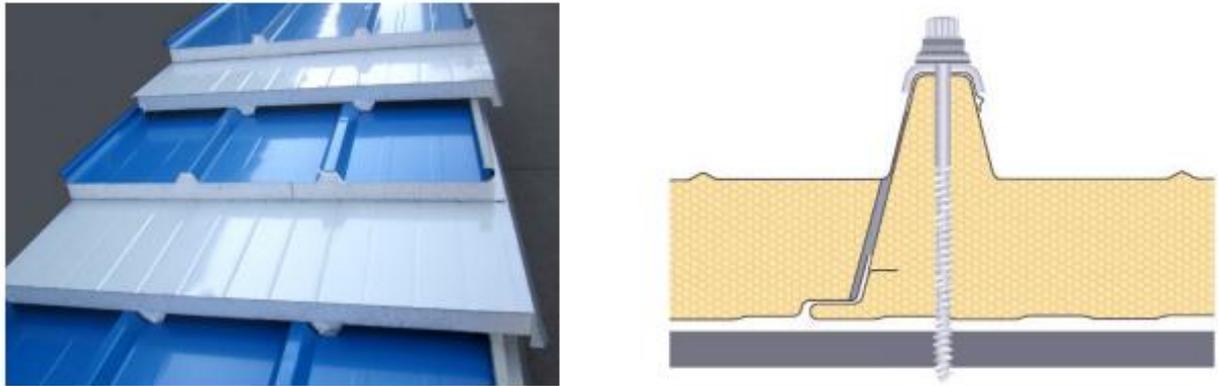


Figura 3.1.9.2.1.1 – Panel Sandwich Cubierta

Estos paneles se fijarán a las correas mediante tornillos autorroscantes que quedarán ocultos bajo un cubrejuntas. Los paneles se sellarán entre sí para conseguir estanqueidad en el conjunto.

Adicionalmente, con la finalidad de dotar la estructura de luz natural, se ha decidido colocar 6 filas de lucernarios en cada vano de la nave. Cada fila de lucernarios llegará hasta la cumbre de la nave, es decir, 15 metros de largo. Esto hará un área total de 433 m² de los 1950 m² del total de la nave.

Por último, dotaremos las cubiertas con canalones para recoger el agua de la lluvia. El canalón se colocará anclado en la correa de cubierta y en la correa lateral, pasando el cerramiento de cubierta por encima de éste.

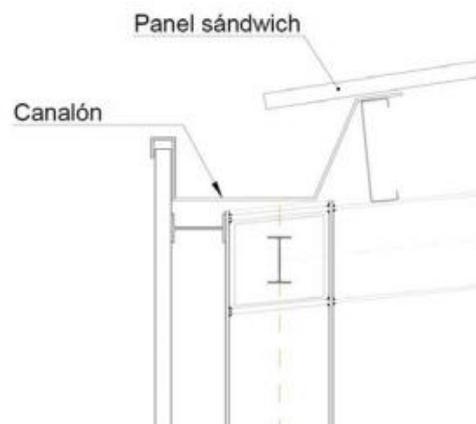


Figura 3.1.9.2.1.2 – Detalle Canalón

3.1.9.2.2 Fachadas

Respecto al cerramiento de las fachadas, se ha decidido colocar por todo el perímetro un muro de hormigón de 3 metros de altura para aumentar así la seguridad de la nave.

Desde el muro de hormigón hasta la cabeza del pilar se colocará panel tipo sándwich con tornillería oculta de 40 milímetros de espesor, con 9.15 kg/m² de peso.

El panel y el muro estarán unidos mediante un vierteaguas que se fijará a las correas laterales con tornillos. El bloque de hormigón utilizado mide 40x20x30 centímetros, con un acabado liso.



Figura 3.1.9.2.2.1 – Materiales Fachadas

3.1.9.2.3 Solera

La solera es el conjunto de capas de terreno, hormigón y otros materiales que conforman el pavimento de la nave industrial. La solera se compone de cuatro niveles: una primera capa de arena y piedras compactada denominada zahorra, una lámina de plástico que separa la zahorra y el hormigón, una capa de hormigón con mallazo y una cuarta y última capa de rodadura.

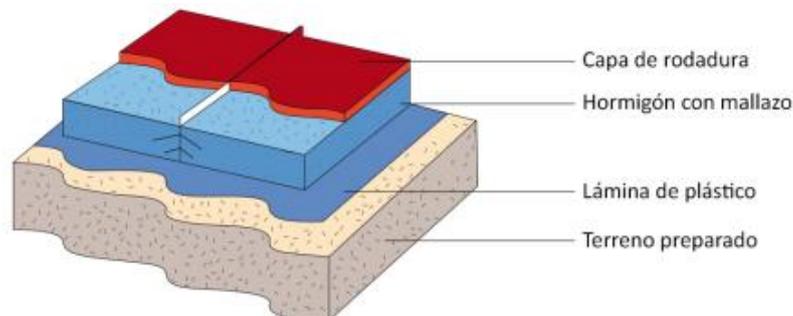


Figura 3.1.9.2.3.1 – Capas Solera

- Capa de rodadura

La capa de rodadura se compone de cementos especiales y áridos minerales. Estos áridos dotan al cemento de resistencia y dureza adicional para soportar el continuo paso de vehículos de la nave.

- Hormigón con mallazo

Se extiende una capa de hormigón HA-25/B/20/IIa-Qa de aproximadamente 20 centímetros, con un mallazo de 8 milímetros de diámetro, separados cada 15 centímetros, situado en la parte superior de la capa

Este mallazo resiste las tensiones de tracción que se producen en el hormigón por el efecto de la retracción, controlando así la aparición de fisuras.

- Lámina de plástico

La lámina de plástico se coloca entre el terreno y el hormigón. Su finalidad es evitar el contacto directo entre estas dos capas, ya que el terreno, al contaminar el hormigón, podría producir una disminución en sus características mecánicas, favoreciendo así la aparición de fisuras y grietas.

- Terreno compactado

Se compacta una capa de aproximadamente 20 centímetros de grava y arena que proporcionará a la solera una base sólida además de evitar que la humedad suba por el terreno.

3.1.9.2.4 Forjado de oficinas

El forjado se realizará con viguetas autorresistentes de hormigón de 13 cm , con bovedillas de hormigón prefabricado de 60x20x10 centímetros.

Se ha colocado un mallazo de reparto en la parte superior y armado de negativos en la dirección de las viguetas. El hormigón de relleno es HA-25/B/20/IIa-Q

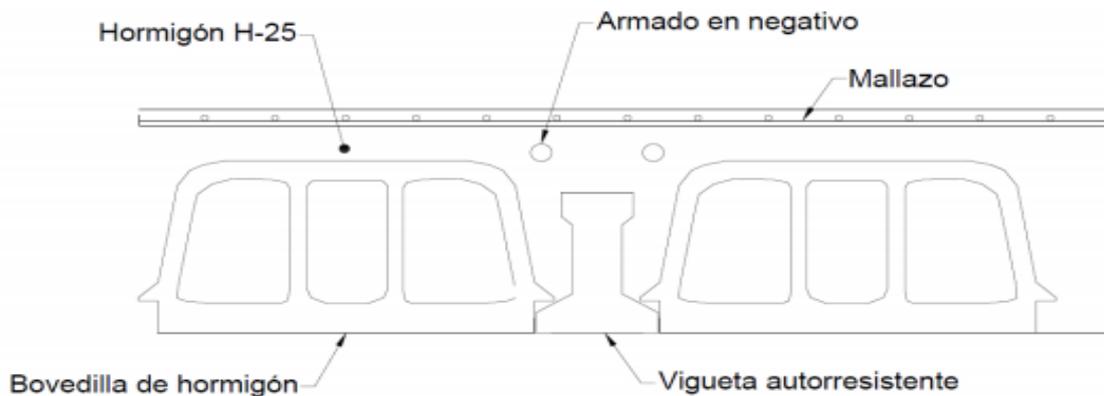


Figura 3.1.9.2.4.1 – Detalle Forjado Oficinas

3.1.9.2.5 Urbanización parcela

Se urbanizará la parcela con un pavimento de aglomerado asfáltico de unos 8 centímetros de espesor, abarcando 1650 m² del interior de la misma que corresponden con los retranqueos de la parcela.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO II: ILUMINACIÓN

3.2 ILUMINACIÓN	3
3.2.1 Objeto	3
3.2.2 Alcance	3
3.2.3 Normas y referencias	3
3.2.3.1 Bibliografía	3
3.2.3.2 Programas de cálculo	3
3.2.4 Definiciones y abreviaturas	3
3.2.5 Requisitos de diseño.....	4
3.2.6 Descripción de la instalación.....	8
3.2.7 Cálculos realizados.....	9
3.2.7.1 Locales planta baja.....	9
3.2.7.1.1 Almacén.....	9
3.2.7.1.2 Zona nave industrial.....	12
3.2.7.1.3 Oficina administrativa.....	16
3.2.7.1.4 Despacho jefe fabricación.....	21
3.2.7.1.5 Despacho técnicos comerciales.....	25
3.2.7.1.6 Sala de descanso	29
3.2.7.1.7 Zona de exposición y recepción.....	33
3.2.7.1.8 Escaleras y balcón.....	36
3.2.7.1.9 Aseo público	41
3.2.7.1.10 Servicio minusválido vestuario	44
3.2.7.1.11 Cambiador minusválido vestuario	48
3.2.7.1.12 Ducha minusválido vestuario	51
3.2.7.1.13 Ducha vestuario	55
3.2.7.1.14 Pasillo y lavabos vestuario	58
3.2.7.2 Locales entreplanta	62
3.2.7.2.1 Oficina técnica	62
3.2.7.2.2 Despacho director gerente.....	67
3.2.7.2.3 Despacho director técnico.....	71
3.2.7.2.4 Sala de reuniones	75
3.2.7.2.5 Aseo	78
3.2.7.2.6 Pasillo	82
3.2.8 Resultados para las diferentes dependencias	86
3.2.9 Alumbrado de emergencia.....	86
3.2.9.1 Almacén.....	88
3.2.9.2 Nave industrial	88
3.2.9.3 Vestuarios.....	89

3.2.9.4 Aseo	89
3.2.9.5 Oficina administrativa.....	90
3.2.9.6 Jefe fabricación.....	91
3.2.9.7 Técnicos comerciales.....	91
3.2.9.8 Recepción y exposición	92
3.2.9.9 Oficina técnica	92
3.2.9.10 Director gerente	93
3.2.9.11 Director técnico	93
3.2.9.12 Sala reuniones.....	94
3.2.9.13 Aseo	94
3.2.9.14 Pasillo y escaleras	95
3.2.9.15 Luminarias y lámparas utilizadas	95
3.2.9.16 Ubicación de luminarias	97

3.2 ILUMINACIÓN

3.2.1 Objeto

El objeto de este anexo es el cálculo de los niveles de iluminación necesarios en las distintas zonas de la nave industrial conforme a la legislación vigente de aplicación.

En este anexo también se indican cuáles son las características de las luminarias a utilizar así como el número de ellas que habrá que disponer en cada zona para alcanzar unos niveles mínimos de iluminación. Siempre que se haga referencia a una marca o modelo determinado, se podrá emplear cualquier otro de características iguales o similares.

También 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.

3.2.2 Alcance

El alcance es la totalidad de la instalación de alumbrado de la nave, desde la instalación existente hasta los receptores.

3.2.3 Normas y referencias

En el presente proyecto, como bien indicamos antes los cálculos de luminarias y demás deberán cumplir con lo dispuesto en las siguientes normas:

- El Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HE Ahorro de Energía, sección HE3, "Eficiencia Energética de las Instalaciones de Iluminación". Versión publicada en el BOE 12/09/2013 con corrección de errores del BOE del 08/11/2013.
- Normas UNE referentes a los cálculos de iluminación (UNE-EN-12464-1 de Febrero de 2012 Iluminación de los Lugares de Trabajo).

3.2.3.1 Bibliografía

La bibliografía utilizada ha sido: Manual técnico de luminotecnia –UPC.

3.2.3.2 Programas de cálculo

El programa de cálculo utilizado para la iluminación general ha sido: el software DIALux, versión 4.12 y los correspondientes catálogos añadidos y para el alumbrado de emergencia el Emerlight Legrand 4.0.

3.2.4 Definiciones y abreviaturas

- DB: Documento básico.
- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- REBT: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- BOE: Boletín Oficial del Estado.

- CIE: Comisión de iluminación internacional.
- P: Potencia (unidades en Watios-W)
- E: Intensidad lumínica (unidades en luxes-lx)
- VEEL: Valor de eficiencia energética (unidades en W/m²/100lx)
- UGR: Índice de deslumbramiento unificado.
- U0: Tensión asignada.
- Ra: Índice de reproducción cromática.
- Φ: Flujo de la luminaria (unidades en lúmenes-lm)
- CGP: Caja General de Protección.
- CGA: Cuadro General de Alumbrado.
- CSA: Cuadro Secundario de Alumbrado.

3.2.5 Requisitos de diseño

Para realizar la instalación luminotécnica y sus cálculos, en primer lugar hemos tenido que cumplir los siguientes puntos:

Siguiendo el DB HE, sección HE 3, se nos establece una serie de requisitos que han de cumplir y los cuales se citan seguidamente:

Junto con los cálculos justificativos en cada zona figurarán al menos:

- a) El índice del local (K) utilizado en el cálculo
- b) El número de puntos considerados en el proyecto
- c) El factor de mantenimiento (Fm) previsto
- d) La iluminancia media horizontal mantenida obtenida
- e) El índice de deslumbramiento unificado (UGR) alcanzado
- f) Los índices de rendimiento de color de las lámparas seleccionadas
- g) El valor de eficiencia energética de la instalación resultante en el cálculo
- h) Las potencias de los conjuntos: lámpara más equipo auxiliar

El valor de eficiencia energética de la instalación VEEL (W/m²) por cada 100 lux se determinará mediante la siguiente expresión:

$$VEEL = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Donde:

- P= Potencia total instalada de lámparas más equipos auxiliares (W)
- S=Superficie iluminada (m²)
- Em=iluminación media horizontal (lux)

Los límites de la eficiencia energética, dependiendo de la zona de actividad se especifican en la siguiente tabla:

Zonas de actividad diferenciada	VEEI limite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, <i>salas técnicas</i> y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

3.2.5.1 Límite Valor Eficiencia Energética

Los valores límite de la potencia máxima de iluminación vienen indicados en la siguiente tabla:

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m²]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

3.2.5.2 Límite de Potencia Máxima Instalada

Por otro lado, para el cálculo de los luxes mínimos, el UGR, la U_o o la E_m tendremos en cuenta lo establecido en las normas UNE referentes a los cálculos de iluminación,

concretamente en la norma UNE-EN-12464-1 de Febrero de 2012 Iluminación de los Lugares de Trabajo.

En dicha norma se incluyen una serie de tablas en las que se indica el número dependiendo del tipo de interior, tarea y actividad. Las utilizadas se muestran a continuación:

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	0,40	60	200 lx si está ocupado de forma continua
5.4.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	25	0,60	60	

3.2.5.3 Valores Iluminación Almacén

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.18.1	Forja en troquel abierto	200	25	0,60	80	
5.18.2	Estampación en caliente	300	25	0,60	80	
5.18.3	Soldadura	300	25	0,60	80	
5.18.4	Mecanización basta y media: tolerancias $\geq 0,1$ mm	300	22	0,60	80	
5.18.5	Mecanización de precisión; pulido: tolerancias $< 0,1$ mm	500	19	0,70	80	
5.18.6	Trazado; inspección	750	19	0,70	80	
5.18.7	Talleres de estirado de hilos y tubos; conformado en frío	300	25	0,60	80	
5.18.8	Mecanización de chapas: espesor ≥ 5 mm	200	25	0,60	80	
5.18.9	Chapistería: espesor < 5 mm	300	22	0,60	80	
5.18.10	Fabricación de herramientas; fabricación de equipo de corte	750	19	0,70	80	
5.18.11	Montaje: - basto - medio - fino - precisión	200 300 500 750	25 25 22 19	0,60 0,60 0,60 0,70	80 80 80 80	
5.18.12	Galvanización	300	25	0,60	80	
5.18.13	Preparación de superficies y pintado	750	25	0,70	80	
5.18.14	Fabricación de herramientas, patrones, mecánica de precisión, micromecánica	1 000	19	0,70	80	

3.2.5.4 Valores Iluminación Zona Actividad Industrial

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.26.1	Archivo, copias, etc.	300	19	0,40	80	
5.26.2	Escritura, escritura a máquina, lectura, tratamiento de datos	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.3	Dibujo técnico	750	16	0,70	80	
5.26.4	Puestos de trabajo de CAD	500	19	0,60	80	Trabajo en EPV, véase el apartado 4.9
5.26.5	Salas de conferencias y reuniones	500	19	0,60	80	La iluminación debería ser controlable
5.26.6	Mostrador de recepción	300	22	0,60	80	
5.26.7	Archivos	200	25	0,40	80	

3.2.5.5 Valores Iluminación Oficinas

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.28.1	Vestíbulo de entrada	100	22	0,40	80	UGR sólo si es aplicable
5.28.2	Guardarropas	200	25	0,40	80	
5.28.3	Salones	200	22	0,40	80	
5.28.4	Oficinas de taquillas	300	22	0,60	80	

3.2.5.6 Valores Iluminación Zona Exposición

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.1.1	Áreas de circulación y pasillos	100	28	0,40	40	<ul style="list-style-type: none"> • Iluminancia al nivel del suelo • R_a y UGR similares a áreas adyacentes • 150 lx si hay vehículos en el recorrido • El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre el interior y el exterior de día o de noche • Debería tenerse cuidado para evitar el deslumbramiento del conductor y los peatones
5.1.2	Escaleras, escaleras automáticas, cintas transportadoras	100	25	0,40	40	Requiere contraste mejorado sobre los escalones
5.1.3	Ascensores, montacargas	100	25	0,40	40	El nivel de iluminación en frente del montacargas debería ser al menos $\bar{E}_m = 200$ lx
5.1.4	Rampas/tramos de carga	150	25	0,40	40	

3.2.5.7 Valores Iluminación Escaleras y Pasillos

N° ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lx	UGR_L -	U_o -	R_a -	Requisitos específicos
5.2.1	Cantinas, despensas	200	22	0,40	80	
5.2.2	Salas de descanso	100	22	0,40	80	
5.2.3	Salas para ejercicio físico	300	22	0,40	80	
5.2.4	Vestuarios, salas de lavado, cuartos de baño, servicios	200	25	0,40	80	En cada baño individual si está completamente cerrado
5.2.5	Enfermería	500	19	0,60	80	
5.2.6	Salas para atención médica	500	16	0,60	90	$4\ 000\ K \leq T_{CP} \leq 5\ 000\ K$

3.2.5.8 Valores Iluminación Vestuarios y Aseos

3.2.6 Descripción de la instalación

Antes de explicar los cálculos realizados para llevar a cabo el proyecto, explicaremos la distribución y descripción de la instalación de alumbrado en la nave.

Dicha instalación parte de una acometida, que se lleva hasta las dos CGPs, (ambas calculadas en el anexo de fuerza), de las cuales sacamos una línea general que será la que nos lleve hasta el Cuadro General de Alumbrado, del que procederán todas las líneas y por lo tanto los diferentes cuadros secundarios de alumbrado.

La instalación se dispone en la nave en 4 cuadros secundarios de alumbrado (CSA), todos ellos procedentes del CGA.

El primero de ellos, CSA 1, es el encargado de dar servicio a la zona de la nave dedicada a uso industrial, comprendiendo así las zonas de recepción de material y corte, mecanizado y montaje. Se encuentra situado cercano a la puerta lateral de la nave y de él dependen 7 líneas de alumbrado, una de ellas con 9 receptores y las 6 restantes con 7 receptores cada una.

El CSA 2, se encuentra situado en la zona correspondiente al almacén, por lo que su servicio depende del mismo. En este cuadro secundario tenemos una distribución de 3 líneas con 5 receptores cada una.

El CSA 3, es el encargado de abastecer a toda la zona restante de planta baja y se compone de 6 líneas diferentes. La primera de ellas se compone de dos receptores que dan luz a los servicios. La segunda abastece a los vestuarios, tanto masculino como femenino y de ella cuelgan 16 receptores. La tercera alimenta a la oficina administrativa y está compuesta por 21 receptores. La cuarta línea que sale de este cuadro secundario da servicio a sala de descanso, zona de recepción y a la zona de exposición, por ello se compone de 24 receptores. Y por último, las líneas 5 y 6 alimentan a los despachos de jefe de fabricación y técnicos comerciales, estando formadas por 12 y 15 receptores respectivamente.

El CSA 4, es el cuadro secundario que da servicio a toda la entreplanta de la nave, y a partir del mismo se distribuyen las líneas de alumbrado correspondientes, en este caso 6. La primera de ellas consta de 10 receptores y es la que abastece a la zona del pasillo. La segunda de las líneas es la encargada de alimentar a los aseos y de ella salen dos receptores. La tercera línea alimenta a la sala de reuniones y de la misma cuelgan 28 receptores. Por último las líneas 4,5 y 6 dan servicio al despacho del director técnico, director gerente y a la oficina técnica, estando compuestas de 12,16 y 42 receptores respectivamente.

Cabe destacar que cada línea lleva los interruptores correspondientes para el acceso de las luminarias y que todos los receptores son de tipo led.

3.2.7 Cálculos realizados

En este apartado explicaremos los cálculos realizados y especificaremos las luminarias utilizadas en cada local que, como comprobaremos cumplen con las normas y legislación vigente.

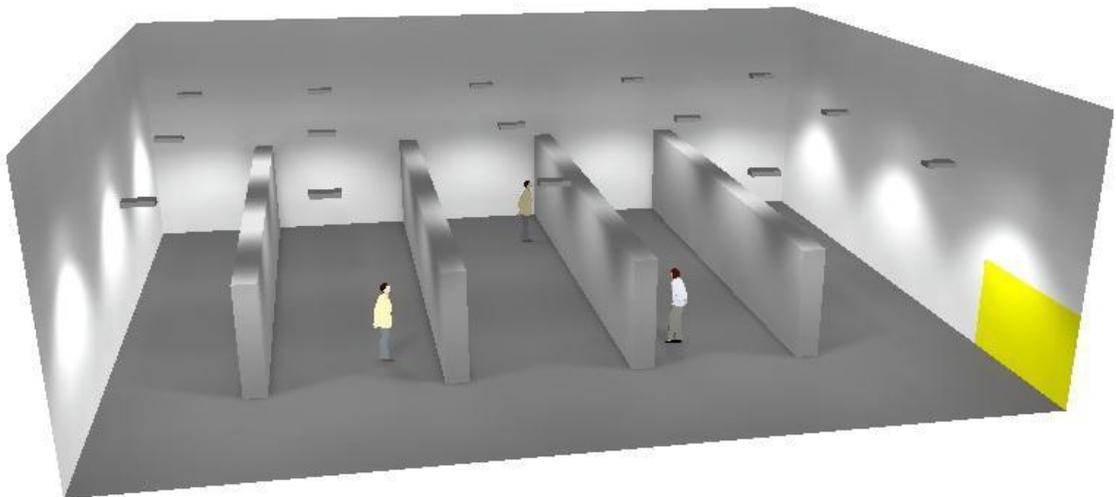
Para realizar los cálculos se ha usado el software de cálculo DIALUX 4.12 como comentamos anteriormente.

Todos los cálculos de iluminación se realizan basándose en el método del flujo, teniendo en cuenta las recomendaciones de la C.I.E. en cuanto a iluminancias de servicio, calidad de la limitación de deslumbramiento directo y grupo de rendimiento de color más recomendado para una instalación concreta. 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...como veremos a continuación.

Dividiremos así en locales de planta baja y locales de entreplanta.

3.2.7.1 Locales planta baja

3.2.7.1.1 Almacén



3.2.7.1.1.1 Vista Almacén 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que contamos con que este ocupado por personas de forma continua, con un UGR menor de 25 y un Ra de 60 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BY460P 1xLED120S/740 WB GC de 145 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

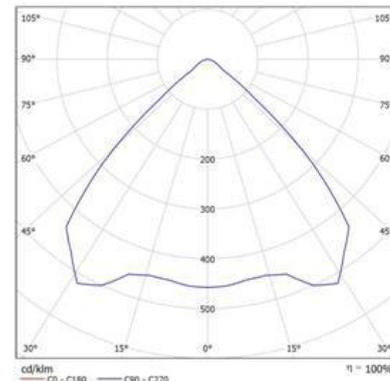


14.12.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BY460P 1xLED120S/740 WB GC / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 74 97 100 100 100

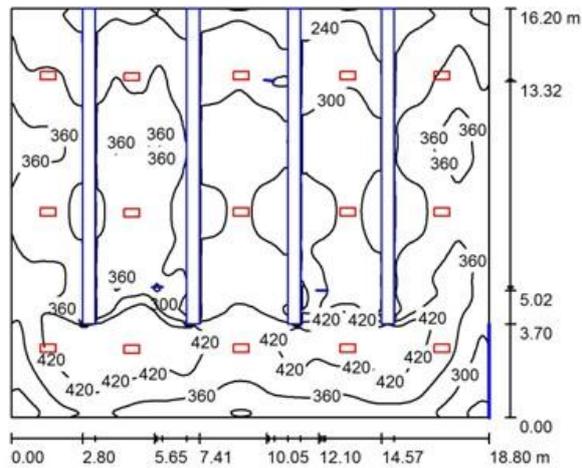
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H		23.0	24.0	23.3	24.2	24.4	23.0	24.0	23.3	24.2	24.4
	3H		23.0	23.9	23.3	24.1	24.3	23.0	23.9	23.3	24.1	24.3
	4H		23.0	23.8	23.3	24.0	24.3	23.0	23.8	23.3	24.0	24.3
	6H		22.9	23.7	23.3	23.9	24.2	22.9	23.7	23.3	23.9	24.2
	8H		22.9	23.6	23.2	23.9	24.2	22.9	23.6	23.2	23.9	24.2
4H	12H		22.9	23.5	23.2	23.8	24.2	22.9	23.5	23.2	23.8	24.2
	2H		22.9	23.7	23.2	23.9	24.2	22.9	23.7	23.2	23.9	24.2
	3H		22.9	23.6	23.3	23.9	24.2	22.9	23.6	23.3	23.9	24.2
	4H		22.9	23.5	23.3	23.8	24.2	22.9	23.5	23.3	23.8	24.2
	6H		22.9	23.4	23.3	23.7	24.1	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1
8H	8H		22.9	23.3	23.3	23.7	24.1	22.9	23.3	23.3	23.7	24.1
	12H		22.8	23.2	23.3	23.6	24.0	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0
	4H		22.8	23.3	23.3	23.7	24.1	22.8	23.3	23.3	23.7	24.1
	6H		22.8	23.2	23.3	23.6	24.0	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0
	8H		22.8	23.1	23.3	23.5	24.0	22.8	23.1	23.3	23.5	24.0
12H	12H		22.7	23.0	23.2	23.5	24.0	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0
	4H		22.8	23.2	23.2	23.6	24.0	22.8	23.2	23.2	23.6	24.0
	6H		22.8	23.1	23.2	23.5	24.0	22.8	23.1	23.2	23.5	24.0
8H		22.7	23.0	23.2	23.5	24.0	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+2.0 / -5.8					+2.0 / -5.8						
S = 1.5H	+4.2 / -6.7					+4.2 / -6.7						
S = 2.0H	+6.2 / -7.2					+6.2 / -7.2						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	4.6					4.6						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 12000lm Flujo luminoso total												

PLANTA BAJA NAVE



14.12.2014

 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail
ALMACEN / Resumen

Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 4.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:209

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	332	183	481	0.553
Suelo	20	305	14	483	0.045
Techo	76	60	35	71	0.595
Paredes (4)	50	115	19	594	/

Plano útil:
 Altura: 0.010 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	Philips BY460P 1xLED120S/740WB GC (1.000)	12000	12000	145.0
Total:			180000	180000	2175.0

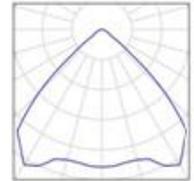
 Valor de eficiencia energética: $7.14 \text{ W/m}^2 = 2.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 304.56 m^2)

PLANTA BAJA NAVE


DIALux
 14.12.2014

 Proyecto elaborado por
 Teléfono
 Fax
 e-Mail
ALMACEN / Lista de luminarias

15 Pieza Philips BY460P 1xLED120S/740WB GC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 12000 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 12000 lm
 Potencia de las luminarias: 145.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 74 97 100 100 100
 Lámpara: 1 x LED120S/740/- (Factor de corrección 1.000).

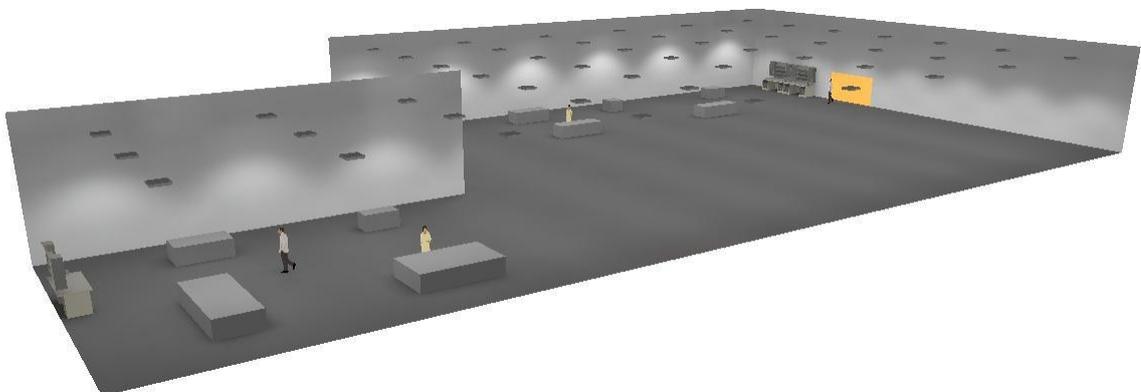
**ALMACEN / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 180000 lm
 Potencia total: 2175.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	276	56	332	/	/
Suelo	252	52	305	20	19
Techo	0.00	60	60	76	14
Pared 1	65	52	116	50	18
Pared 2	44	49	93	50	15
Pared 3	89	55	144	50	23
Pared 4	54	57	111	50	18

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.553 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.382 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $7.14 \text{ W/m}^2 = 2.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 304.56 m^2)

3.2.7.1.2 Zona nave industrial**3.2.7.1.2.1 Vista Zona Actividad Industrial 3D**

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 750 lx ya que se corresponde con una zona de trabajos de precisión que son los que más luxes necesitan, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 25 W/m² por ser un local con iluminancia media superior a 600 lx.

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BY461P 1xLED240S/740 WB GC de 292 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE



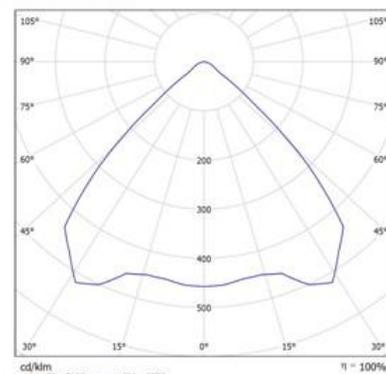
Proyecto elaborado por
Teléfono:
Fax:
e-Mail:

Philips BY461P 1xLED240S/740 WB GC / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 74 97 100 100 100

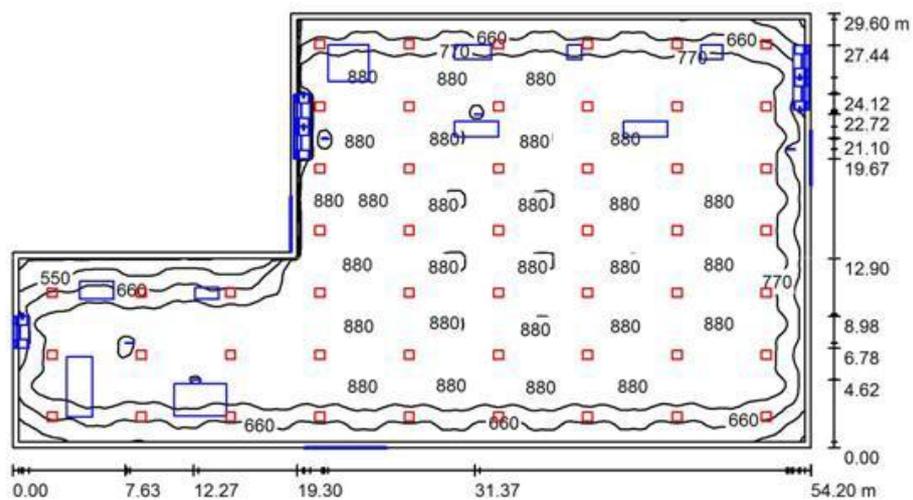
Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H		23.0	24.0	23.3	24.2	24.4	23.0	24.0	23.3	24.2	24.4
	3H		23.0	23.9	23.3	24.1	24.3	23.0	23.9	23.3	24.1	24.3
	4H		23.0	23.8	23.3	24.0	24.3	23.0	23.8	23.3	24.0	24.3
	6H		22.9	23.7	23.3	23.9	24.2	22.9	23.7	23.3	23.9	24.2
	8H		22.9	23.6	23.2	23.9	24.2	22.9	23.6	23.2	23.9	24.2
	12H		22.9	23.5	23.2	23.8	24.2	22.9	23.5	23.2	23.8	24.2
4H	2H		22.9	23.7	23.2	23.9	24.2	22.9	23.7	23.2	23.9	24.2
	3H		22.9	23.6	23.3	23.9	24.2	22.9	23.6	23.3	23.9	24.2
	4H		22.9	23.5	23.3	23.8	24.2	22.9	23.5	23.3	23.8	24.2
	6H		22.9	23.4	23.3	23.7	24.1	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1
	8H		22.9	23.3	23.3	23.7	24.1	22.9	23.3	23.3	23.7	24.1
	12H		22.8	23.2	23.3	23.6	24.0	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0
8H	4H		22.8	23.3	23.3	23.7	24.1	22.8	23.3	23.3	23.7	24.1
	6H		22.8	23.2	23.3	23.6	24.0	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0
	8H		22.8	23.1	23.3	23.5	24.0	22.8	23.1	23.3	23.5	24.0
	12H		22.7	23.0	23.2	23.5	24.0	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0
12H	4H		22.8	23.2	23.2	23.6	24.0	22.8	23.2	23.2	23.6	24.0
	6H		22.8	23.1	23.2	23.5	24.0	22.8	23.1	23.2	23.5	24.0
	8H		22.7	23.0	23.2	23.5	24.0	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H			+2.0 / -5.8					+2.0 / -5.8				
S = 1.5H			+4.2 / -6.7					+4.2 / -6.7				
S = 2.0H			+6.2 / -7.2					+6.2 / -7.2				
Tabla estándar			BK00					BK00				
Sumando de corrección			4.6					4.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 24000lm Flujo luminoso total												

RESTO NAVE / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.400 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:388

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	788	402	916	0.510
Suelo	20	720	20	909	0.028
Techo	70	139	78	162	0.563
Paredes (6)	50	239	36	718	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.400 m

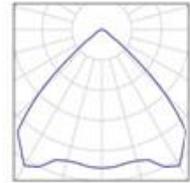
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	51	Philips BY461P 1xLED240S/740 WB GC (1.000)	24000	24000	292.0
Total:			1224000	1224000	14892.0

Valor de eficiencia energética: $11.49 \text{ W/m}^2 = 1.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1296.25 m^2)

RESTO NAVE / Lista de luminarias

51 Pieza Philips BY461P 1xLED240S/740 WB GC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 24000 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 24000 lm
 Potencia de las luminarias: 292.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 74 97 100 100 100
 Lámpara: 1xLED240S/740/- (Factor de corrección 1.000).



RESTO NAVE / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 1224000 lm
 Potencia total: 14892.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.400 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	685	103	788	/	/
Suelo	619	101	720	20	46
Techo	0.00	139	139	70	31
Pared 1	137	114	251	50	40
Pared 2	98	109	208	50	33
Pared 3	140	114	254	50	40
Pared 4	171	113	284	50	45
Pared 5	100	109	210	50	33
Pared 6	111	99	210	50	33

Simetrías en el plano útil
 E_{min}/E_m : 0.510 (1:2)
 E_{min}/E_{max} : 0.439 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $11.49 \text{ W/m}^2 = 1.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1296.25 m^2)

3.2.7.1.3 Oficina administrativa



3.2.7.1.3.1 Vista Oficina Administrativa 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 500 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura o tratamiento de datos, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local en torno al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE



DIALux

14.12.2014

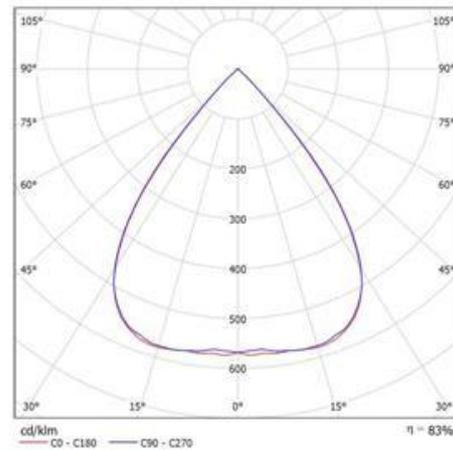
Proyecto elaborado por
Teléfono:
Fax:
e-Mail:

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



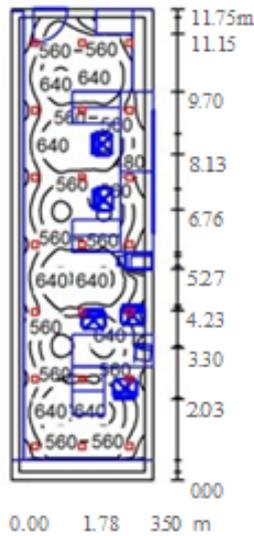
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H	19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H	19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	12H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	2H	19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H	18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H	18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
	8H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
8H	4H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
12H	4H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
	8H	18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5				
S = 1.5H		+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0				
S = 2.0H		+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		0.0					0.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total											

AOMINISTRACION PB 1 Resumen



Altura del local: 2.500 m. Altura de montaje: 2.585 m. Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:151

g rti	p [s]	E _{av} [lx]	E _{av} [m]	E _{av} [m]	E _{av} / E _{av}
Plano @	1	545	27.1	670	0.497
	20	255	1.74	564	0.007
illt.g.	70	65	2.28	200	0.035
(4)	50	43	0.76	355	

Plano de:
 Altura: OE50 II
 Iluminancia: 12a x t28 Rwms
 JUANJO, 083L 0.200 II

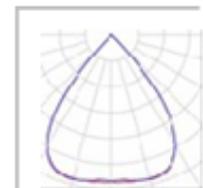
1.1 Jit de -

N.	Q	P. il. a. c. i. l. l.	Factor de corr. i. o. >	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
21	Philips	68 548	LED-4000 (100C)	1344	1619	19.0
				Tot.: 28710	Tot.: 33000	300.0

Valor de eficiencia energética: 9.70 kWh/m² = 1.78 Nm/100 x (Basa: 41.13 m²)

AOMINISTRACION PB 1 Lista de luminarias

21 Pto. 7. Philips BBSIR? 1x n1Fn-40110
 N de articulo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 1344lm
 Flujo luminoso (L2m aros): 10.5lm
 potencia de la 3 luminarias: 19.0 W
 Clase de luminarias según GIE: 100
 Código CEFlux: 91.99 100 i. i. i. 83
 Umpana: 1x DLED-4000 (Factor de corrección 100C).



ADMINISTRACION PB / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 28219 lm
 Potencia total: 399.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.200 m

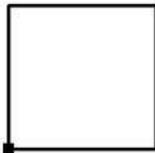
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	487	58	545	/	/
Suelo	222	33	255	20	16
Techo	0.03	65	65	70	14
Pared 1	0.00	4.48	4.48	50	0.71
Pared 2	51	39	91	50	14
Pared 3	28	25	53	50	8.39
Pared 4	0.00	2.78	2.78	50	0.44

Simetrías en el plano útil
 E_{min} / E_m : 0.497 (1:2)
 E_{min} / E_{max} : 0.405 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $9.70 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 41.13 m^2)

Además hemos comprobado el valor del UGR con distintas superficies de cálculo dependiendo de la posición, a continuación podemos comprobar que cumple:

ADMINISTRACION PB / Superficie de cálculo UGR 2 / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado: (76.934 m, 53.399 m, 1.200 m)



1.126 <10 <10
 0.375 17 17
 m 0.383 1.149

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 2 Puntos

Min
 <10

Max
 17

3.2.7.1.4 Despacho jefe fabricación



3.2.7.1.4.1 Vista Despacho Jefe Fabricación 3 D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 500 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura o tratamiento de datos y trabajos de CAD, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local en torno al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

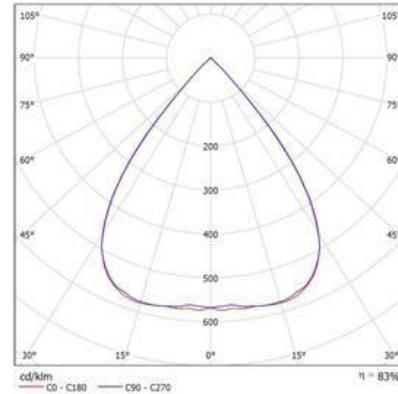


14.12.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias

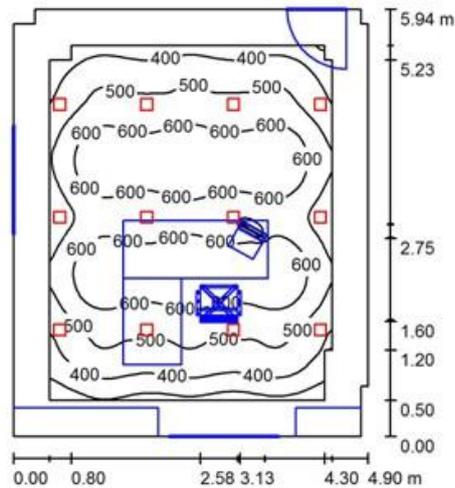
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H		19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H		19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H		19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H		19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H		19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	12H		19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	2H		19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H		18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H		18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H		18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
8H	8H		18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H		18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	4H		18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H		18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H		18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
12H	12H		18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
	4H		18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H		18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
	8H		18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5						
S = 1.5H	+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0						
S = 2.0H	+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	0.0					0.1						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total												

JEFE FABRICACION / Resumen

Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:77

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	530	227	690	0.428
Suelo	20	316	0.61	602	0.002
Techo	70	61	7.69	91	0.126
Paredes (10)	50	89	1.50	287	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.500 m

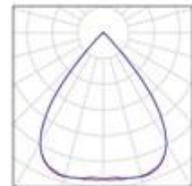
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips BBS482 1xDLED-4000 (1.000)	1344	1619	19.0
			Total: 16125	Total: 19428	228.0

Valor de eficiencia energética: $7.88 \text{ W/m}^2 = 1.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.93 m^2)

JEFE FABRICACION / Lista de luminarias

12 Pieza Philips BBS482 1xDLED-4000
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
 Potencia de las luminarias: 19.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
 Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



JEFE FABRICACION / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 16125 lm
 Potencia total: 228.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	486	44	530	/	/
Suelo	274	43	316	20	20
Techo	0.03	61	61	70	14
Pared 1	12	14	26	50	4.16
Pared 2	12	18	30	50	4.71
Pared 3	45	51	95	50	15
Pared 4	77	53	130	50	21
Pared 5	29	43	72	50	11
Pared 6	15	45	60	50	9.52
Pared 7	36	55	91	50	14
Pared 8	13	46	60	50	9.52
Pared 9	33	48	80	50	13
Pared 10	66	48	114	50	18

Simetrías en el plano útil

E_{min}/E_m : 0.428 (1:2)

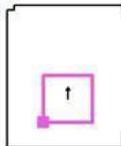
E_{min}/E_{max} : 0.328 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $7.88 \text{ W/m}^2 = 1.49 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 28.93 m^2)

Además hemos comprobado el valor del UGR con la superficie de cálculo en la posición de trabajo, a continuación podemos comprobar que cumple:

JEFE FABRICACION / Superficie de cálculo UGR 1 / Tabla (UGR)

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado: (76.778 m, 45.800 m, 1.200 m)



1.463 / /

0.488 ≤10 ≤10

m 0.506 1.517

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/

Max
<10

3.2.7.1.5 Despacho técnicos comerciales



3.2.7.1.5 Vista Despacho Técnicos Comerciales 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 500 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura y trabajos de CAD, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

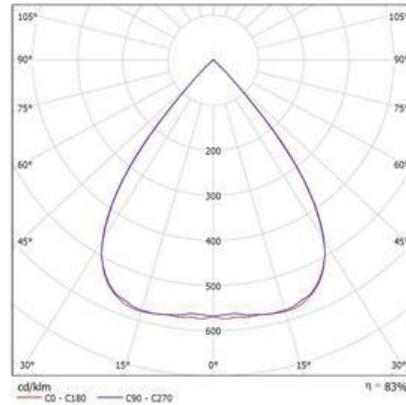


14.12.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:

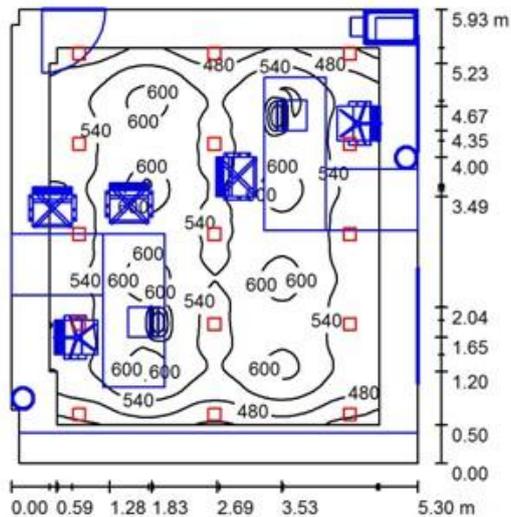


Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H		19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H		19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H		19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H		19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H		19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	12H		19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	2H		19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H		18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H		18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H		18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
8H	8H		18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H		18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	4H		18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H		18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H		18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
12H	12H		18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
	4H		18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H		18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
	8H		18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
	Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5						
S = 1.5H	+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0						
S = 2.0H	+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5						
Tabla estándar	BK00					BK00						
Sumando de corrección	0.0					0.1						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total												

TECNICOS COMERCIALES / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:77

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	543	346	622	0.637
Suelo	20	277	1.41	574	0.005
Techo	70	73	9.47	98	0.130
Paredes (8)	50	93	2.85	354	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

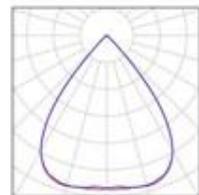
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	15	Philips BBS482 1xDLED-4000 (1.000)	1344	1619	19.0
			Total: 20157	Total: 24285	285.0

Valor de eficiencia energética: $9.09 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.37 m^2)

TECNICOS COMERCIALES / Lista de luminarias

- 15 Pieza Philips BBS482 1xDLED-4000
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
Potencia de las luminarias: 19.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



TECNICOS COMERCIALES / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 20157 lm
 Potencia total: 285.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.500 m

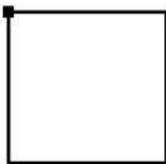
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	487	56	543	/	/
Suelo	236	41	277	20	18
Techo	0.03	73	73	70	16
Pared 1	17	54	70	50	11
Pared 2	31	23	54	50	8.63
Pared 3	0.00	4.28	4.28	50	0.68
Pared 4	57	51	108	50	17
Pared 5	74	57	131	50	21
Pared 6	54	59	113	50	18
Pared 7	33	58	91	50	15
Pared 8	70	61	131	50	21

Simetrías en el plano útil
 E_{min} / E_m : 0.637 (1:2)
 E_{min} / E_{max} : 0.556 (1:2)

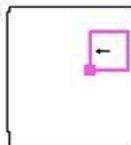
Valor de eficiencia energética: $9.09 \text{ W/m}^2 = 1.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.37 m^2)

Además hemos comprobado el valor del UGR con la superficie de cálculo en las posiciones de trabajo, a continuación podemos comprobar que cumple:

TECNICOS COMERCIALES / Superficie de cálculo UGR 2 / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado: (83.699 m, 48.031 m, 1.200 m)



1.172 18 18
 0.391 <10 <10
 m 0.405 1.216

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 2 Puntos

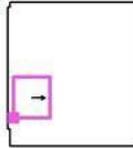
Min
<10

Max
18

TECNICOS COMERCIALES / Superficie de cálculo UGR 1 / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado: (80.513 m, 45.900 m, 1.200 m)



1.115	<10	<10
0.372	14	14
m	0.425	1.276

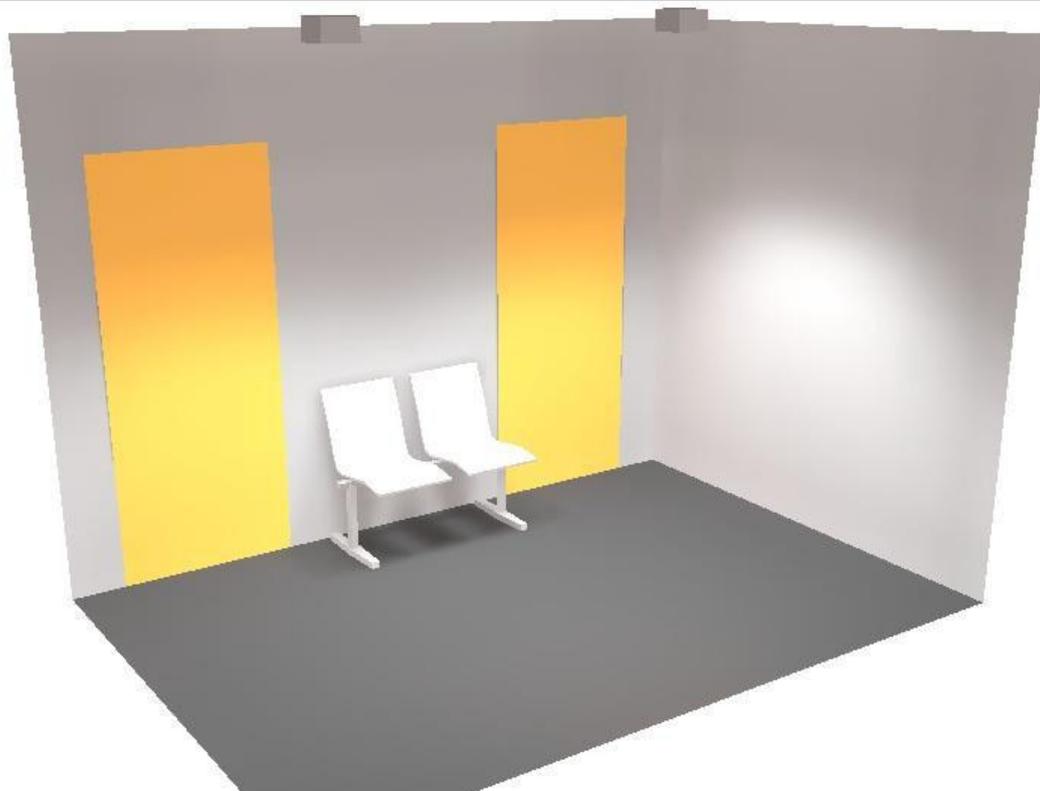
Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 2 Puntos

Min
<10

Max
14

3.2.7.1.6 Sala de descanso



3.2.7.1.6.1 Vista Sala Descanso 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 100 lx ya que se corresponde con una zona de descanso o espera, con un UGR menor de 22 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

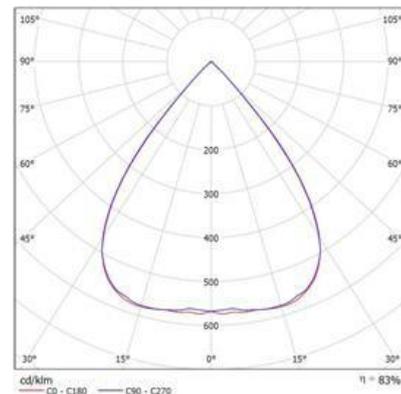


Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

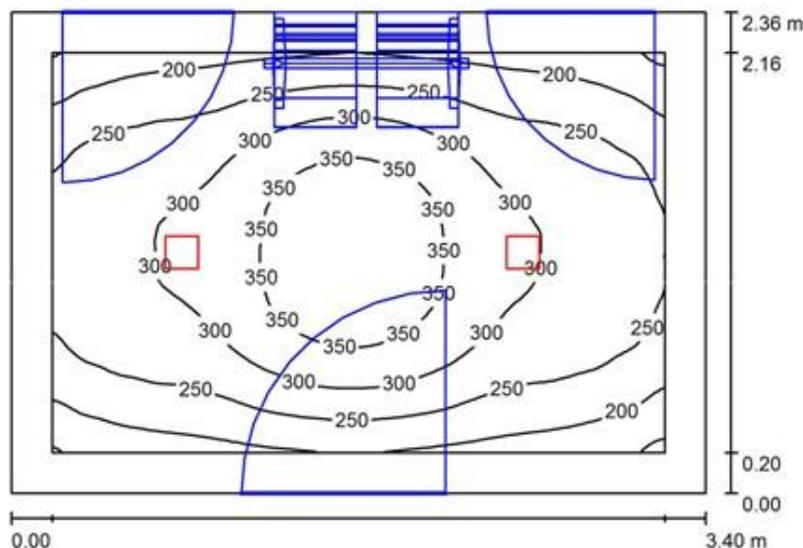
Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H	19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H	19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	12H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	2H	19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H	18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H	18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
	8H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
8H	4H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
12H	4H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
	8H	18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5					
S = 1.5H	+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0					
S = 2.0H	+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5					
Tabla estándar Sumando de corrección	BK00 0.0					BK00 0.1					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total											

SALA ESPERA / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.585 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:31

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	276	138	383	0.500
Suelo	20	174	16	239	0.094
Techo	70	30	20	36	0.667
Paredes (4)	50	58	15	170	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.200 m

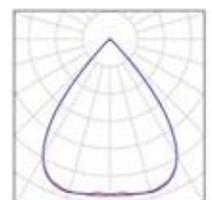
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	Philips BBS482 1xDLED-4000 (1.000)	1344	1619	19.0
			Total: 2688	Total: 3238	38.0

Valor de eficiencia energética: $4.73 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.04 m^2)

SALA ESPERA / Lista de luminarias

2 Pieza Philips BBS482 1xDLED-4000
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
 Potencia de las luminarias: 19.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
 Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).

**SALA ESPERA / Resultados luminotécnicos**

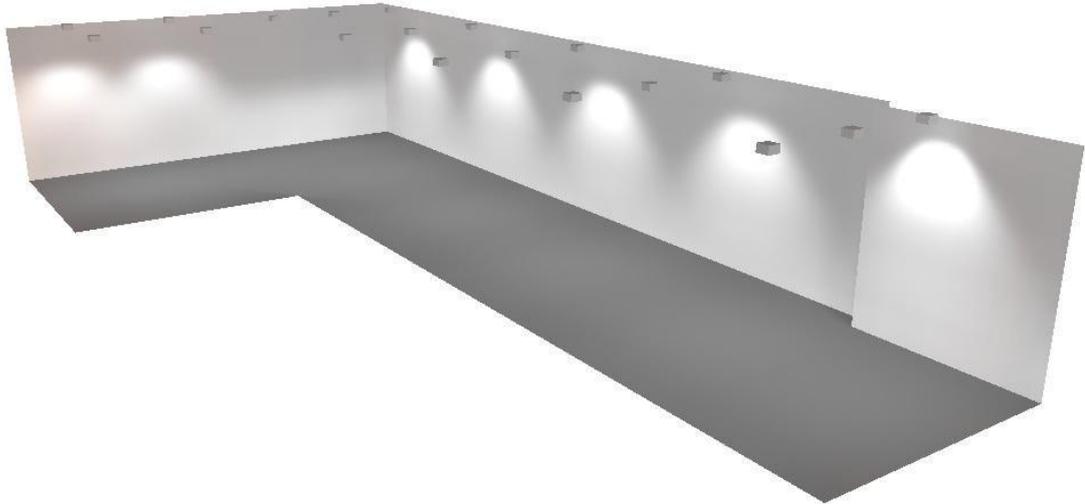
Flujo luminoso total: 2688 lm
 Potencia total: 38.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.200 m

+ Superficie	Intensidades luminicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad luminica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	250	26	276	/	/
Suelo	140	34	174	20	11
Techo	0.01	30	30	70	6.62
Pared 1	26	31	57	50	9.09
Pared 2	36	31	66	50	11
Pared 3	17	29	46	50	7.25
Pared 4	39	31	70	50	11

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.500 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.360 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $4.73 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 8.04 m^2)

3.2.7.1.7 Zona de exposición y recepción



3.2.7.1.7.1 Vista Zona Exposición y Rcepción 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con un salón de exposición, con un UGR menor de 22 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 15 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE



14.12.2014

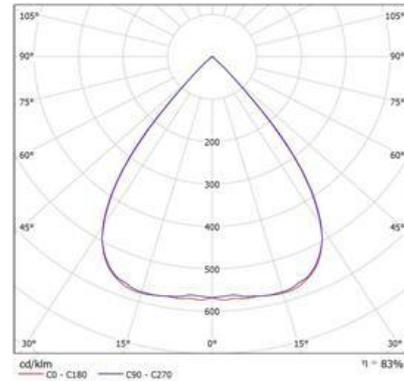
Proyecto elaborado por
Teléfono:
Fax:
e-Mail:

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias



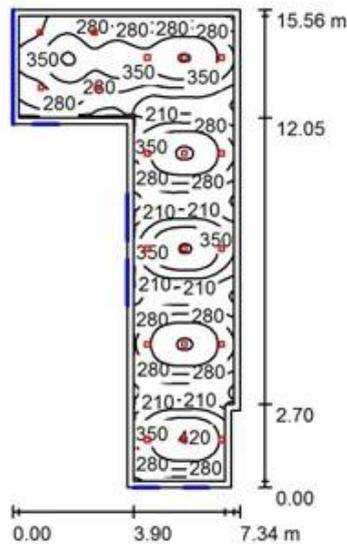
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
p Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H	19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H	19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	12H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	2H	19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H	18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H	18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
	8H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
8H	4H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
12H	4H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
	8H	18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5				
S = 1.5H		+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0				
S = 2.0H		+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		0.0					0.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total											

RESTO EXPOSICION / Resumen

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.885 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:200

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	291	122	432	0.420
Suelo	20	250	93	350	0.373
Techo	70	44	28	68	0.627
Paredes (8)	50	80	28	944	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.200 m

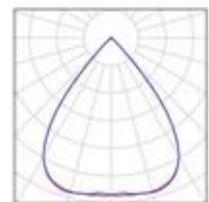
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	19	Philips BBS482 1xDLED-4000 (1.000)	1344	1619	19.0
			Total: 25532	Total: 30761	361.0

Valor de eficiencia energética: $5.18 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 69.70 m^2)

RESTO EXPOSICION / Lista de luminarias

19 Pieza Philips BBS482 1xDLED-4000
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
Potencia de las luminarias: 19.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



RESTO EXPOSICION / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 25532 lm
 Potencia total: 361.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.200 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	255	35	291	/	/
Suelo	212	39	250	20	16
Techo	0.02	44	44	70	9.86
Pared 1	29	43	72	50	11
Pared 2	47	40	87	50	14
Pared 3	21	39	60	50	9.51
Pared 4	73	39	112	50	18
Pared 5	4.84	31	36	50	5.67
Pared 6	46	39	85	50	13
Pared 7	43	42	85	50	14
Pared 8	2.92	37	40	50	6.31

Simetrías en el plano útil

E_{min} / E_m : 0.420 (1:2)

E_{min} / E_{max} : 0.283 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $5.18 \text{ W/m}^2 = 1.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 69.70 m^2)

3.2.7.1.8 Escaleras y balcón

3.2.7.1.8.1 Vista Balcón y Escaleras 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 100 lx ya que se corresponde con una zona de escaleras, áreas de circulación y pasillos, con un UGR menor de 25 y un Ra de 40 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BY460P 1xLED120S/740 WB GC de 145 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones. Es este caso, tenemos que decir que sí que es cierto que el valor de la relación entre la iluminancia mínima y la media presenta un valor muy extraño y bajo, en concreto de un 0.035, cuando debería de ser en torno al 0.5 o superior. Esto se explica porque el programa nos está cogiendo como iluminancia mínima un punto que está debajo de la rampa de la escalera en la esquina de todo, el cual no es real, y con el dibujo de la distribución de los luxes, podemos apreciar que no habría ningún cambio brusco de luz en el ambiente, por lo cual la repartición y cálculos son válidos.

PLANTA BAJA NAVE

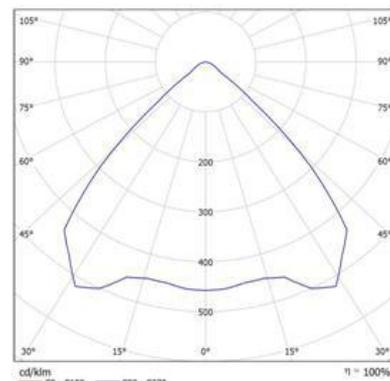


Philips BY460P 1xLED120S/740 WB GC / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 74 97 100 100 100

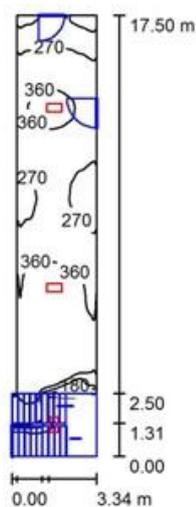
Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	23.0	24.0	23.3	24.2	24.4	23.0	24.0	23.3	24.2	24.4
	3H	23.0	23.9	23.3	24.1	24.3	23.0	23.9	23.3	24.1	24.3
	4H	23.0	23.8	23.3	24.0	24.3	23.0	23.8	23.3	24.0	24.3
	6H	22.9	23.7	23.3	23.9	24.2	22.9	23.7	23.3	23.9	24.2
	8H	22.9	23.6	23.2	23.9	24.2	22.9	23.6	23.2	23.9	24.2
4H	12H	22.9	23.5	23.2	23.8	24.2	22.9	23.5	23.2	23.8	24.2
	2H	22.9	23.7	23.2	23.9	24.2	22.9	23.7	23.2	23.9	24.2
	3H	22.9	23.6	23.3	23.9	24.2	22.9	23.6	23.3	23.9	24.2
	4H	22.9	23.5	23.3	23.8	24.2	22.9	23.5	23.3	23.8	24.2
	6H	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1	22.9	23.4	23.3	23.7	24.1
8H	8H	22.9	23.3	23.3	23.7	24.1	22.9	23.3	23.3	23.7	24.1
	12H	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0
	4H	22.8	23.3	23.3	23.7	24.1	22.8	23.3	23.3	23.7	24.1
	6H	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0	22.8	23.2	23.3	23.6	24.0
	8H	22.8	23.1	23.3	23.5	24.0	22.8	23.1	23.3	23.5	24.0
12H	12H	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0
	4H	22.8	23.2	23.2	23.6	24.0	22.8	23.2	23.2	23.6	24.0
	6H	22.8	23.1	23.2	23.5	24.0	22.8	23.1	23.2	23.5	24.0
	8H	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0	22.7	23.0	23.2	23.5	24.0
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H	+2.0 / -5.8					+2.0 / -5.8					
S = 1.5H	+4.2 / -6.7					+4.2 / -6.7					
S = 2.0H	+6.2 / -7.2					+6.2 / -7.2					
Tabla estándar	BK00					BK00					
Sumando de corrección	4.6					4.6					
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 12000lm Flujo luminoso total											

ESCALERAS Y BALCON / Resumen



Altura del local: 6.000 m, Altura de montaje: 5.000 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:225

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	294	10	443	0.035
Suelo	20	246	7.49	381	0.030
Techo	70	78	39	108	0.503
Paredes (6)	67	149	9.24	821	/

Plano útil:
 Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

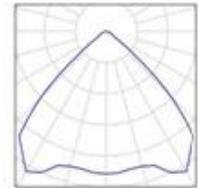
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	Philips BY460P 1xLED120S/740WB GC (1.000)	12000	12000	145.0
			Total: 36000	Total: 36000	435.0

Valor de eficiencia energética: $7.85 \text{ W/m}^2 = 2.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.43 m^2)

ESCALERAS Y BALCON / Lista de luminarias

3 Pieza Philips BY460P 1xLED120S/740WB GC
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 12000 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 12000 lm
 Potencia de las luminarias: 145.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 74 97 100 100 100
 Lámpara: 1 xLED120S/740/- (Factor de corrección 1.000).



ESCALERAS Y BALCON / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 36000 lm
 Potencia total: 435.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	201	93	294	/	/
Suelo	159	87	246	20	16
Techo	0.00	78	78	70	17
Pared 1	69	72	141	90	40
Pared 2	61	114	175	50	28
Pared 3	68	67	135	90	39
Pared 4	93	85	179	50	28
Pared 5	67	97	163	50	26
Pared 6	21	68	89	50	14

Simetrías en el plano útil

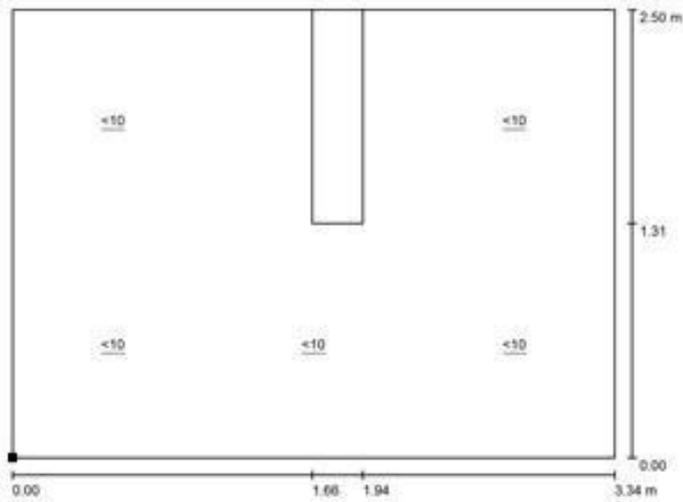
E_{\min} / E_{\max} : 0.035 (1:29)

$E_{\min} / E_{\text{max}}^{\text{max}}$: 0.023 (1:44)

Valor de eficiencia energética: $7.85 \text{ W/m}^2 = 2.67 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 55.43 m^2)

Además hemos comprobado el valor del UGR con la superficie de cálculo en las posiciones de trabajo, a continuación podemos comprobar que cumple:

E SCALERAS Y BALCON / superficie de cálculo UGR 1 / Gráfico de valores (UGR)



Escala 1 : 24

No pudieron representarse todos los valores calculados

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado:
 (82,220 m, 80,789 m, 1,200 m)



Trama: 3 x 2 Puntos

Min /

Max /

3.2.7.1.9 Aseo público



3.2.7.1.9.1 Vistas Aseo Público 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de cuartos de baño, con un UGR menor de 25 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BCS490 1xDLED-4000 C de 33.5 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local un poco inferior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente, pero al ser un aseo no es de mayor importancia.

PLANTA BAJA NAVE



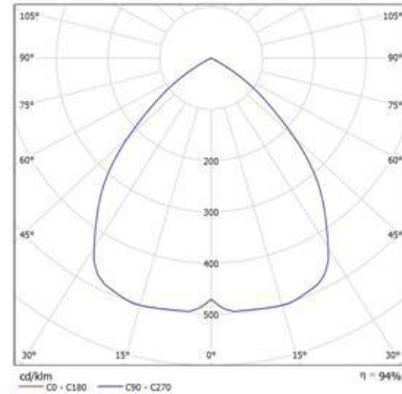
14.12.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BCS490 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias



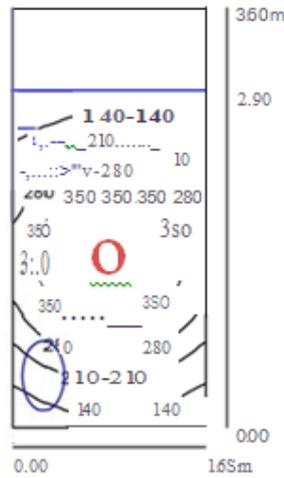
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 94

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0
	3H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	4H	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7
	6H	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6
	8H	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6
4H	12H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6
	2H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	3H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5
8H	8H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
12H	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
8H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	
Variación de la posición del espectador: para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.2 / -2.6					+1.2 / -2.6				
S = 1.5H		+2.9 / -11.9					+2.9 / -11.9				
S = 2.0H		+4.8 / -15.7					+4.8 / -15.7				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		2.9					2.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2260lm Flujo luminoso total											



Altura del local: 2.500 m. Altura de montaje: 2.570 m. Factor mantenimiento: 0.80 en W/m²: 147

ijgl; (&i	p [%]	Em [lx]	Emin [lx]	Em;x [lx]	Emin Em
Plano WU	1	259	78	412	0.302
	20	117	0.69	199	0.006
MCt;U	70	25	0.78	39	0.032
(4)	50	58	0.49	273	

Plano mil:

M.U.L.L.: 0.850 m
 Trama: 64 x 128 p.p.p.
 L.O.O. marginal: 0.000 m.

UM de

1Y!JHIA (m)

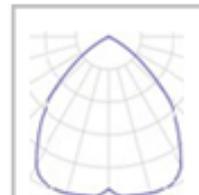
N°	Ql: 100eqQQ (Factor de &Qr; ijgijj)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	Philips BCS490 1x DLED-4000 C (1000)	2124	2260	335
		Total: 2124	Total: 2260	335

Vár de eficiencia energética: 5.64 W/m² = 218W/m /100 k(Base: 5.94 m²)

SERVICIO PUBLICO 1

de Juminarias

1 Pieza Philips BCS490 1x DLED-4000 C
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2124 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2260 lm
 Potencia de las luminarias: 335 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 94
 Lámpara: 1x DLED-4000 (Factor de corrección 1000).



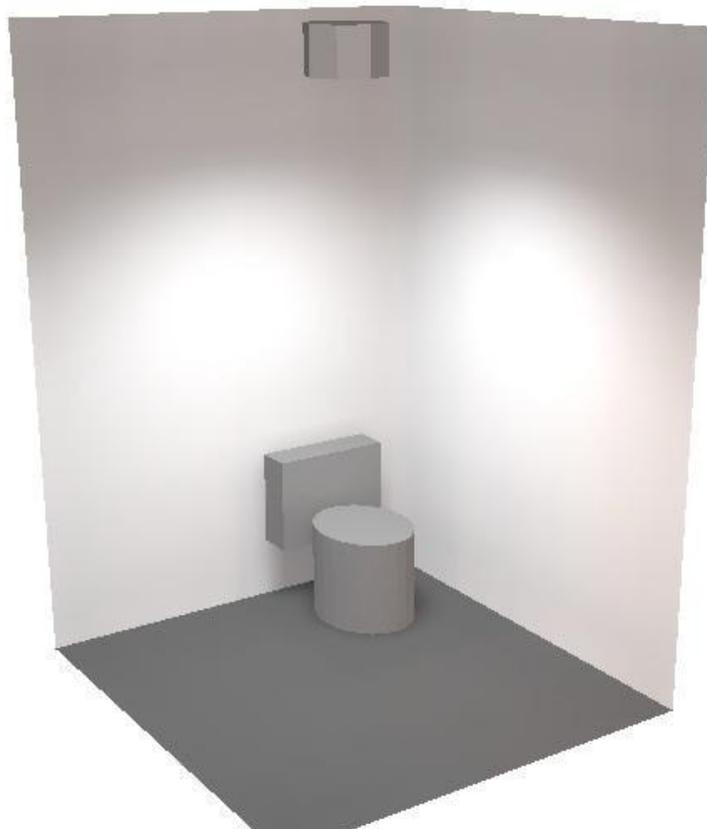
SERVICIO PUBLICO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 2124 lm
 Potencia total: 33.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	220	39	259	/	/
Suelo	90	28	117	20	7.47
Techo	0.01	25	25	70	5.48
Pared 1	33	32	66	50	10
Pared 2	46	27	73	50	12
Pared 3	0.00	0.71	0.71	50	0.11
Pared 4	42	25	67	50	11

Simetrías en el plano útil
 E_{min} / E_m : 0.302 (1:3)
 E_{min} / E_{max} : 0.189 (1:5)

Valor de eficiencia energética: $5.64 \text{ W/m}^2 = 2.18 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.94 m^2)

3.2.7.1.10 Servicio minusválido vestuario

3.2.7.1.10.1 Vista Servicio Minusválido Vestuario 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de cuartos de baño, con un UGR menor de 25 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BCS490 1xDLED-4000 C de 33.5 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE



DIALux

14.12.2014

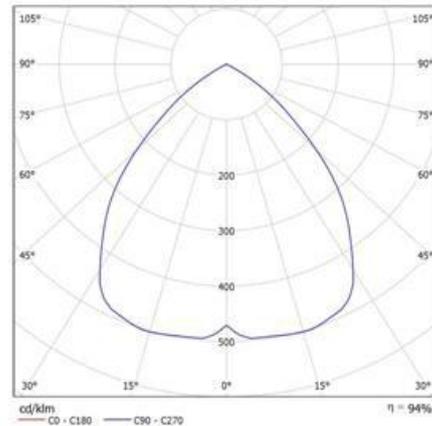
Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BCS490 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias

Emisión de luz 1:



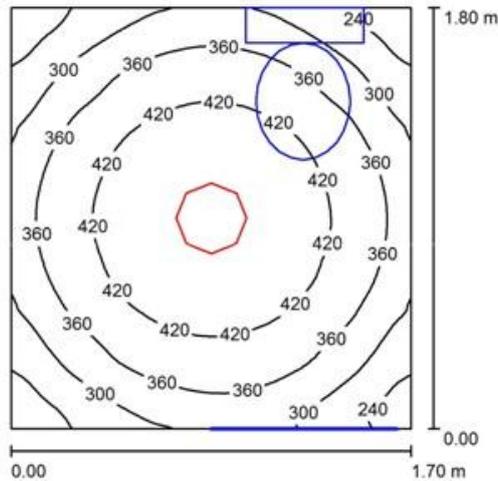
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 94



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0
	3H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	4H	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7
	6H	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6
	8H	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6
	12H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6
4H	2H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	3H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5
	8H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
8H	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
12H	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	8H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.2 / -2.6					+1.2 / -2.6				
S = 1.5H		+2.9 / -11.9					+2.9 / -11.9				
S = 2.0H		+4.8 / -15.7					+4.8 / -15.7				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		2.9					2.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2260lm Flujo luminoso total											

SERVICIO MINUSVALIDO VESTUARIO / Resumen



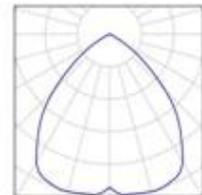
Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:24

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	366	189	471	0.517
Suelo	20	192	4.63	235	0.024
Techo	70	47	32	54	0.680
Paredes (4)	50	122	0.94	286	/

SERVICIO MINUSVALIDO VESTUARIO / Lista de luminarias

- 1 Pieza Philips BCS490 1xDLED-4000 C
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2124 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2260 lm
 Potencia de las luminarias: 33.5 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 94
 Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



SERVICIO MINUSVALIDO VESTUARIO / Resultados luminotécnicos

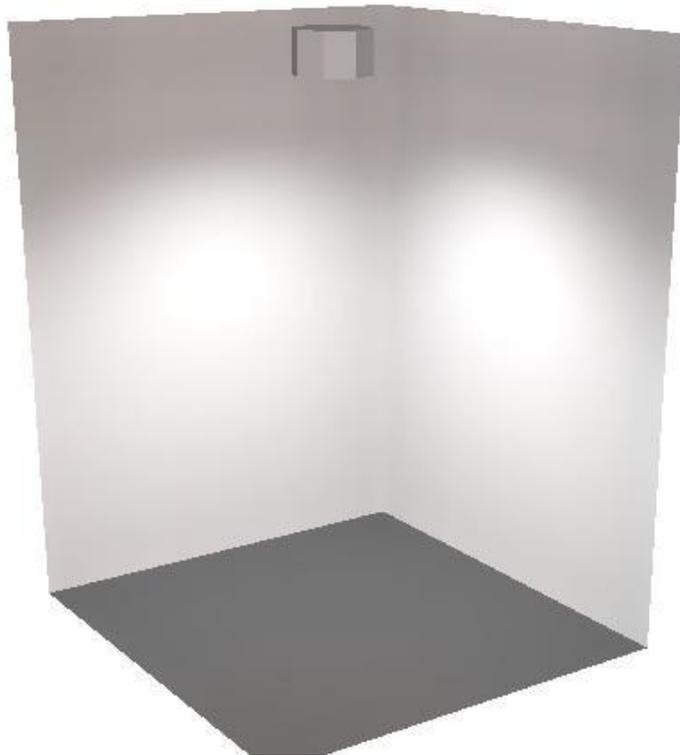
Flujo luminoso total: 2124 lm
 Potencia total: 33.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	296	71	366	/	/
Suelo	133	59	192	20	12
Techo	0.00	47	47	70	10
Pared 1	57	54	111	50	18
Pared 2	73	57	130	50	21
Pared 3	64	53	117	50	19
Pared 4	73	57	130	50	21

Simetrías en el plano útil
 E_{min}/E_m : 0.517 (1:2)
 E_{min}/E_{max} : 0.402 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $10.95 \text{ W/m}^2 = 2.99 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.06 m^2)

3.2.7.1.11 Cambiador minusválido vestuario



3.2.7.1.11.1 Vista Cambiador Minusválido Vestuario 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de cuartos de baño, con un UGR menor de 25 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BCS490 1xDLED-4000 C de 33.5 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

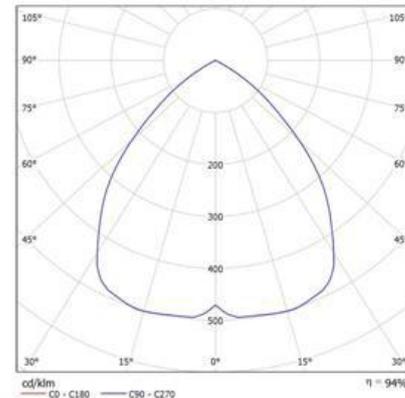
DIALux

14.12.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BCS490 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias

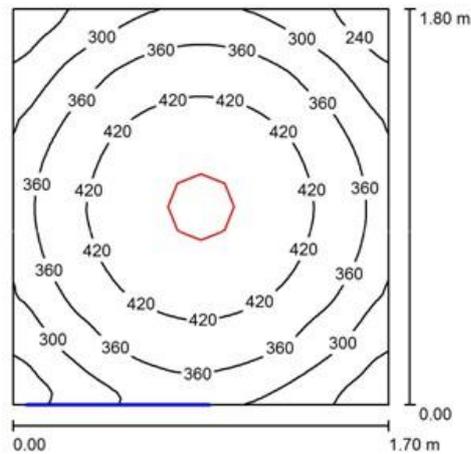
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100, 94

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara				Mirado longitudinalmente al eje de lámpara					
2H	2H		21.6	22.6	21.9	22.8	23.0	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0
	3H		21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	4H		21.4	22.2	21.7	22.5	22.7	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7
	6H		21.3	22.1	21.7	22.3	22.6	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6
	8H		21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6
	12H		21.3	21.9	21.6	22.2	22.6	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6
4H	2H		21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	3H		21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7
	4H		21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6
	6H		21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5
	8H		21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	12H		21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
8H	4H		21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H		21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H		21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	12H		21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
12H	4H		21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H		21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	8H		21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H		+1.2 / -2.6				+1.2 / -2.6						
S = 1.5H		+2.9 / -11.9				+2.9 / -11.9						
S = 2.0H		+4.8 / -15.7				+4.8 / -15.7						
Tabla estándar		BK00				BK00						
Sumando de corrección		2.9				2.9						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2260lm Flujo luminoso total												

CAMBIADOR MINUSVALIDO VESTUARIO / Resumen

Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:24

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	367	190	473	0.518
Suelo	20	215	167	238	0.777
Techo	70	50	33	61	0.659
Paredes (4)	50	127	32	287	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 64 x 64 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

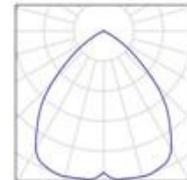
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips BCS490 1xDLED-4000 C (1.000)	2124	2260	33.5
			Total: 2124	Total: 2260	33.5

Valor de eficiencia energética: $10.95 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.06 m^2)

CAMBIADOR MINUSVALIDO VESTUARIO / Lista de luminarias

1 Pieza Philips BCS490 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2124 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2260 lm
Potencia de las luminarias: 33.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 94
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



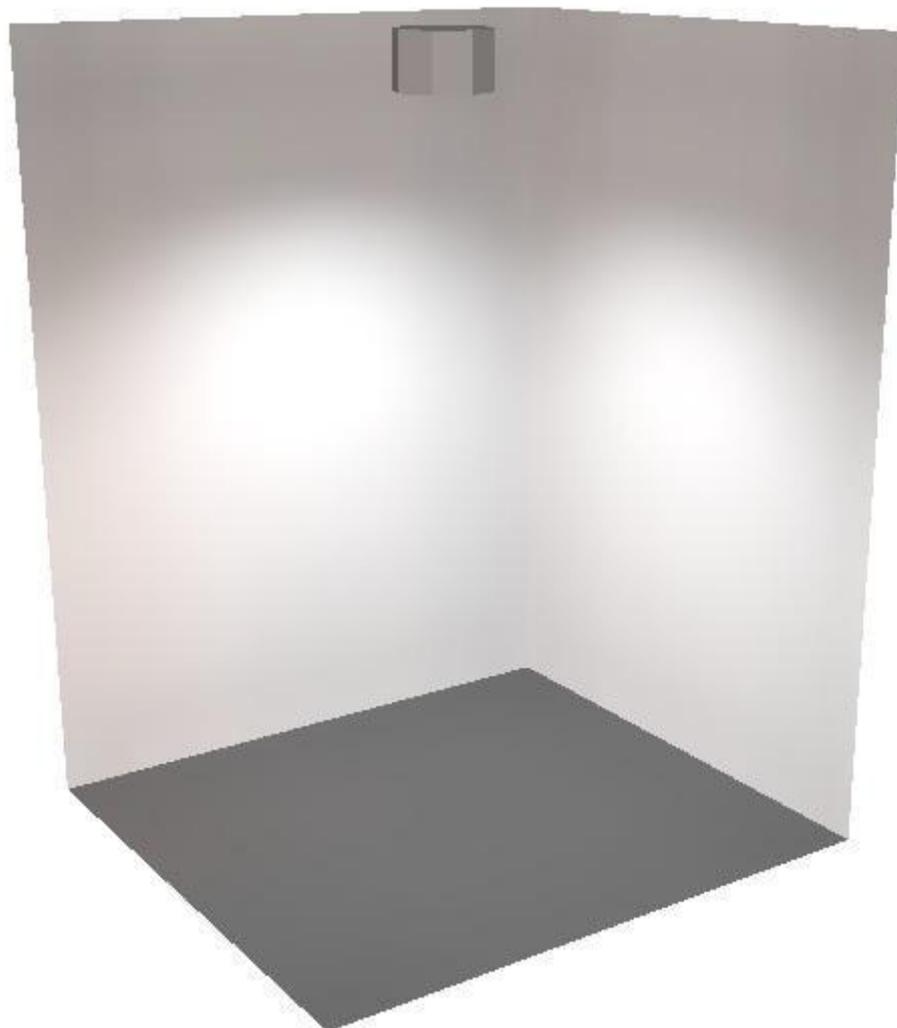
CAMBIADOR MINUSVALIDO VESTUARIO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 2124 lm
 Potencia total: 33.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	296	72	367	/	/
Suelo	146	69	215	20	14
Techo	0.00	50	50	70	11
Pared 1	56	56	112	50	18
Pared 2	73	59	132	50	21
Pared 3	70	60	130	50	21
Pared 4	73	60	133	50	21

Simetrías en el plano útil
 E_{min} / E_m : 0.518 (1:2)
 E_{min} / E_{max} : 0.403 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $10.95 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.06 m^2)

3.2.7.1.12 Ducha minusválido vestuario

3.2.1.7.12.1 Vista ducha minusválido vestuario 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de cuartos de baño, con un UGR menor de 25 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BCS490 1xDLED-4000 C de 33.5 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local en torno al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

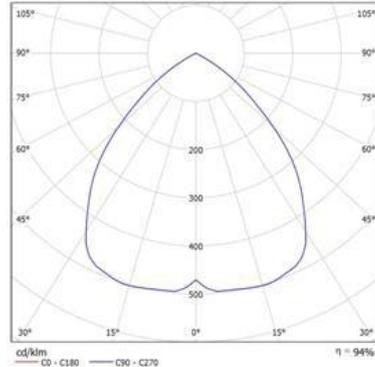


Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BCS490 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias



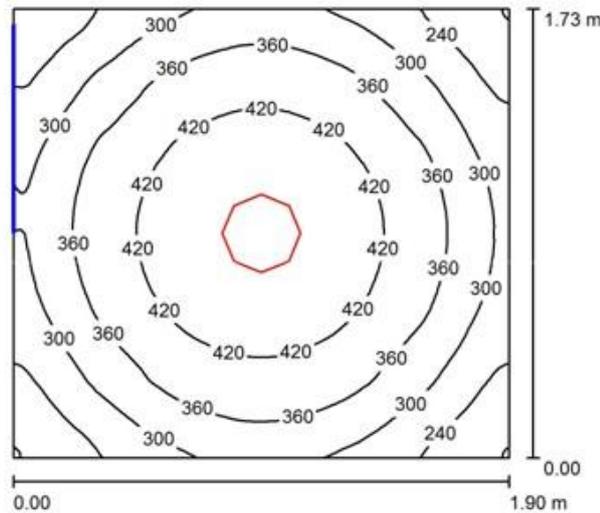
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 94

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0
	3H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	4H	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7
	6H	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6
	8H	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6
4H	12H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6
	2H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	3H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5
8H	8H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
12H	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	8H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.2 / -2.6					+1.2 / -2.6				
S = 1.5H		+2.9 / -11.9					+2.9 / -11.9				
S = 2.0H		+4.8 / -15.7					+4.8 / -15.7				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		2.9					2.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2260lm Flujo luminoso total											

DUCHA MINUSVALIDO VESTUARIO / Resumen

Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:23

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	352	174	465	0.495
Suelo	20	210	161	233	0.769
Techo	70	44	30	52	0.673
Paredes (4)	50	119	30	272	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.000 m

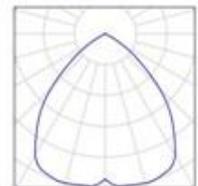
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips BCS490 1xDLED-4000 C (1.000)	2124	2260	33.5
			Total: 2124	Total: 2260	33.5

Valor de eficiencia energética: $10.16 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.30 m^2)

DUCHA MINUSVALIDO VESTUARIO / Lista de luminarias

1 Pieza Philips BCS490 1xDLED-4000 C
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 2124 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 2260 lm
Potencia de las luminarias: 33.5 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 94
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



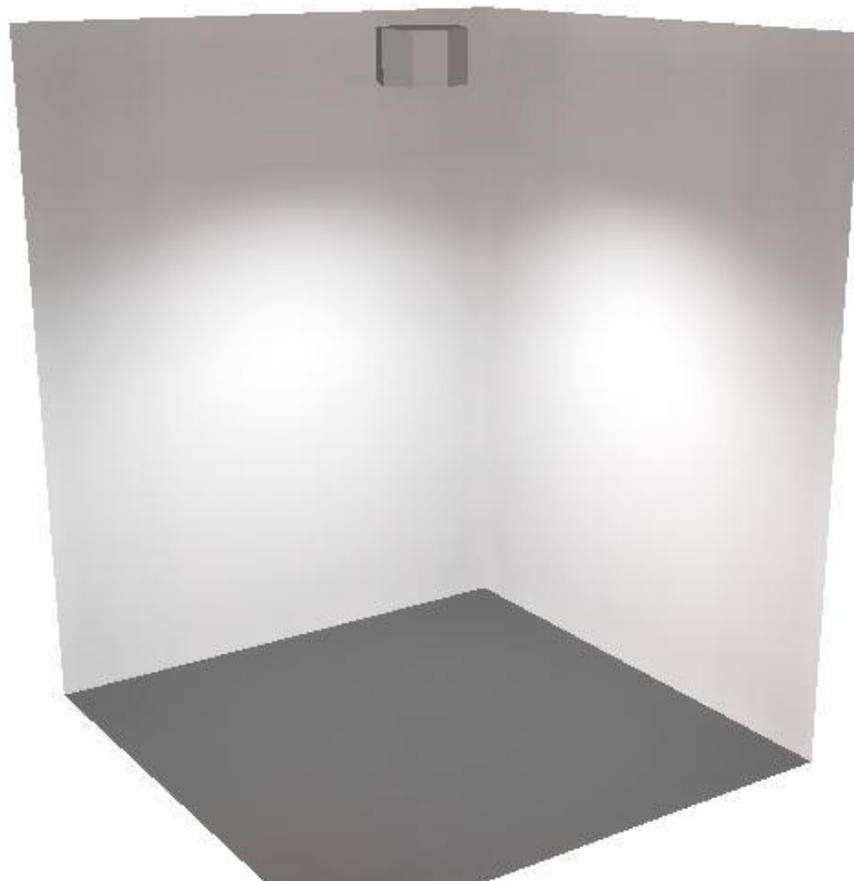
DUCHA MINUSVALIDO VESTUARIO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 2124 lm
 Potencia total: 33.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	287	65	352	/	/
Suelo	145	65	210	20	13
Techo	0.00	44	44	70	9.80
Pared 1	69	55	124	50	20
Pared 2	65	55	120	50	19
Pared 3	69	56	125	50	20
Pared 4	56	51	107	50	17

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.495 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.375 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $10.16 \text{ W/m}^2 = 2.89 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.30 m^2)

3.2.7.1.13 Ducha vestuario

3.2.7.1.13.1 Vista Ducha Vestuario 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de cuartos de baño, con un UGR menor de 25 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BCS490 1xDLED-4000 C de 33.5 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

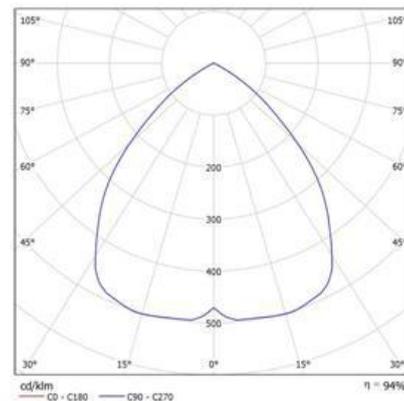


Philips BCS490 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias



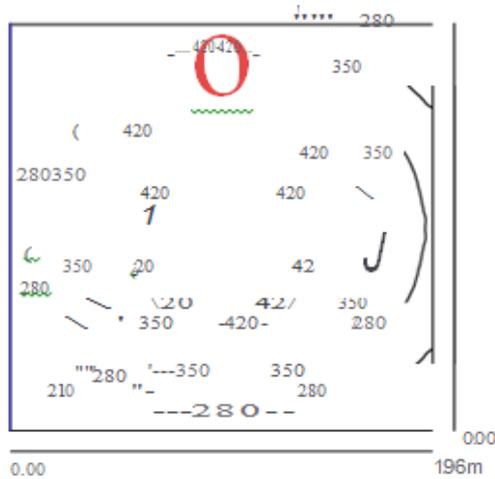
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100, 94

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0
	3H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	4H	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7
	6H	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6
	8H	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6
4H	12H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6
	2H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	3H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5
8H	8H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
12H	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.2 / -2.6					+1.2 / -2.6				
S = 1.5H		+2.9 / -11.9					+2.9 / -11.9				
S = 2.0H		+4.8 / -15.7					+4.8 / -15.7				
Tabla estándar Sumando de corrección		BK00					BK00				
		2.9					2.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2260lm Flujo luminoso total											



Altura del local: 2.500 m. Altura de montaje: 2.500 m. Factor mantenimiento: 0.80

Artículo	p [%]	Em [lx]	Emm [lx]	E _{max} [lx]	E _{min} /E _{em}
Piso	1	320	137	452	0.429
Paredes	20	198	144	223	0.726
Techo	70	38	26	46	0.665
(4)	50	103	25	226	

Plano de iluminación:
 Altura: 0.850 m
 Luz: 28 x 28w JIQS
 Zona marcapasos: 0.000 m

W... de - tim

Nº BY.a Qi (Factor de mantenimiento; i, t, ... UmPMa) [lm] P[WJ]

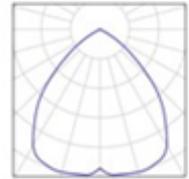
Philip BCS490 1x DLE-4000 C (1000) 2124 2260 33.5

Total: 2124 Total: 2260 33.5

Valor energético: - W/m² = 2.124 W/m² (base: 1.9 m²)

DUCHA VESTUARIO 1 Lista de luminarias

1 Pieza Philips BCS490 1xDLED-4000 C
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2124 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2260 lm
 Potencia de las luminarias: 33.5 W
 Clasificación luminarias según CE: 100
 Código CE Flux: 73 99 100 100 94
 Lámpara: 1xDLED-4000 (Factor de corrección 1000).



DUCHA VESTUARIO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 2124 lm
 Potencia total: 33.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	268	52	320	/	/
Suelo	141	57	198	20	13
Techo	0.01	38	38	70	8.55
Pared 1	60	48	108	50	17
Pared 2	57	47	104	50	17
Pared 3	51	45	96	50	15
Pared 4	57	48	105	50	17

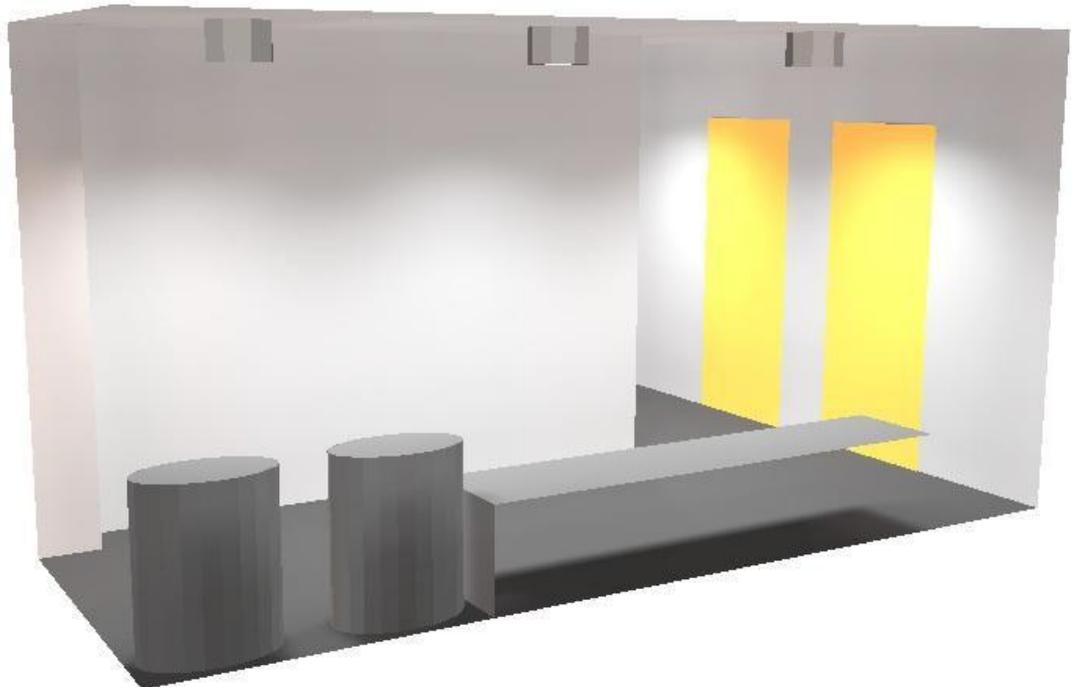
Simetrías en el plano útil

E_{min} / E_m : 0.429 (1:2)

E_{min} / E_{max} : 0.304 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $8.54 \text{ W/m}^2 = 2.67 \text{ W/m}^2 / 100 \text{ lx}$ (Base: 3.92 m^2)

3.2.7.1.14 Pasillo y lavabos vestuario



3.2.7.1.14.1 Vista Pasillo y Lavabos Vestuario 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de cuartos de baño, con un UGR menor de 25 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia media instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BCS490 1xDLED-4000 C de 33.5 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y máxima del local en torno al 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA BAJA NAVE

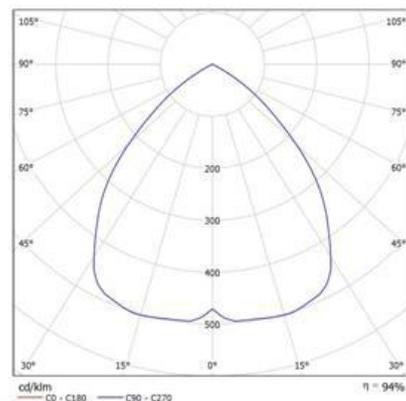


Philips BCS490 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 94

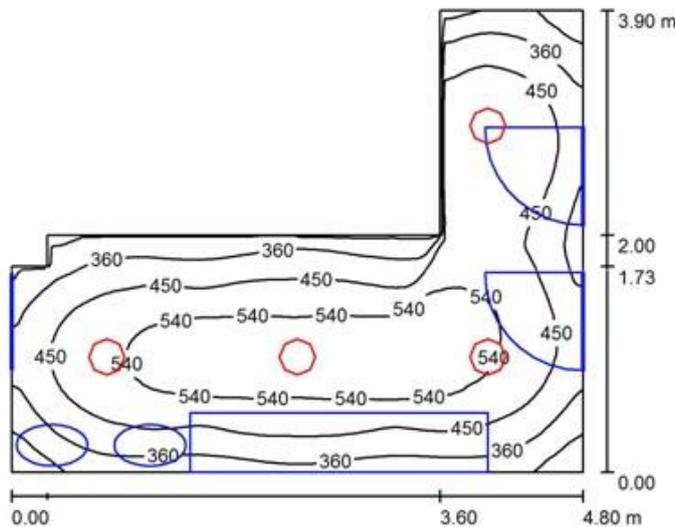
Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0
	3H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	4H	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7
	6H	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6
	8H	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6
	12H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6
4H	2H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	3H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5
	8H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
8H	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
12H	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	8H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.2 / -2.6					+1.2 / -2.6				
S = 1.5H		+2.9 / -11.9					+2.9 / -11.9				
S = 2.0H		+4.8 / -15.7					+4.8 / -15.7				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		2.9					2.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2260lm Flujo luminoso total											

LAVABOS, BANCO PASILLO VESTUARIO / Resumen



Altura del local: 2.500 m, Altura de montaje: 2.500 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	451	197	605	0.437
Suelo	20	277	2.64	429	0.010
Techo	70	65	39	86	0.600
Paredes (8)	50	143	3.26	1053	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 128 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

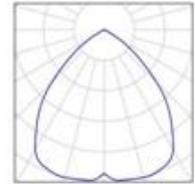
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips BCS490 1xDLED-4000 C (1.000)	2124	2260	33.5
			Total: 8498	Total: 9040	134.0

Valor de eficiencia energética: $11.36 \text{ W/m}^2 = 2.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.80 m^2)

LAVABOS, BANCO PASILLO VESTUARIO / Lista de luminarias

4 Pieza Philips BCS490 1xDLED-4000 C
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2124 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2260 lm
 Potencia de las luminarias: 33.5 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 94
 Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).

**LAVABOS, BANCO PASILLO VESTUARIO / Resultados luminotécnicos**

Flujo luminoso total: 8498 lm
 Potencia total: 134.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	380	71	451	/	/
Suelo	215	62	277	20	18
Techo	0.01	65	65	70	15
Pared 1	74	73	147	50	23
Pared 2	72	75	147	50	23
Pared 3	127	77	204	50	32
Pared 4	83	65	149	50	24
Pared 5	47	64	111	50	18
Pared 6	63	66	129	50	21
Pared 7	66	53	119	50	19
Pared 8	66	57	124	50	20

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.437 (1:2)

$E_{\min} / E_{\text{max}}$: 0.326 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $11.36 \text{ W/m}^2 = 2.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 11.80 m^2)

3.2.7.2 Locales entreplanta

3.2.7.2.1 Oficina técnica



3.2.7.2.1.1 Vista Oficina Técnica 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 500 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura y trabajos de CAD, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local inferior al 0.5, en concreto 0.396, pero este valor nos lo está dando el programa ya que hay una zona con un pilar en el medio y ese puede el valor más bajo junto con el del suelo de donde está la pizarra de gráficos, por lo que no tendría demasiada importancia y podríamos asegurar así que no existirán cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA 1 NAVE

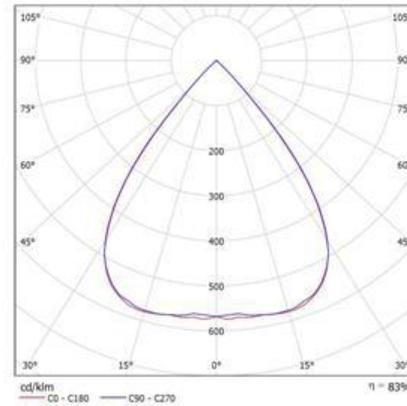
DIALux

14.12.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono:
Fax:
e-Mail:

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias

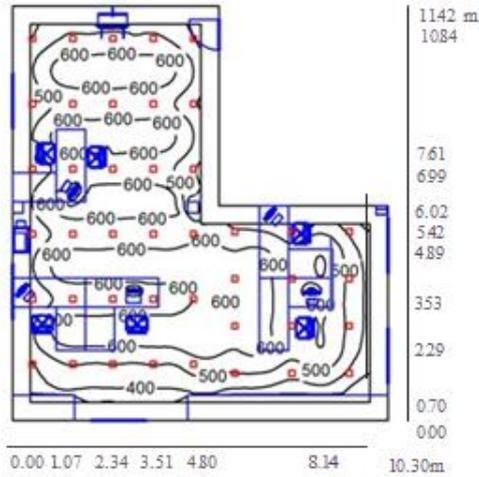
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H	19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H	19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	12H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	2H	19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H	18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H	18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
8H	8H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	4H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
12H	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
	4H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
8H	18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5				
S = 1.5H		+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0				
S = 2.0H		+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		0.0					0.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total											



Altura del local: 2.800 m. Altura de montaje: 2.885 m. Factor mantenimiento: 0.80

en W/m²: 1.147

grati	p [%]	E _{in} [lx]	E _{con} [lx]	E _{ex} [W]	E _{in} /E _{ex}
Plano Wd	1	546	2.16	686	0.396
	20	336	1.74	622	0.005
ilumin.	70	76	8.60	102	0.113
(6)	50	97	1.22	384	

Plano Ilumin.
 altura lámpara: 0.850m
 altura llama: 2.8 X 2.8 m.
 margen: 0.500m

de Iluminación

N	etiquetas (Factor de ajuste)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
42	Philips BBS4821xDLED -4000 (000)	1344	1619	190
		Total: 56438	Total: 67998	7980

Valor de eficiencia energética: 56 W/m² = 1.59 W/m / 100 k (Base 92.12 m²)

OFICINA TECNICA / Lista de luminarias

42 Reza Philips BBS482 1XOLED-4000
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
 Potencia de las luminarias: 19.0 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 91 99 100 IJLQ 83
 Lámpara: 1xDLED-4000 (Factor de corrección 1000).



OFICINA TECNICA / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 56438 lm
 Potencia total: 798.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.500 m

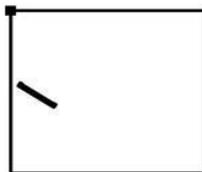
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	490	56	546	/	/
Suelo	292	44	336	20	21
Techo	0.03	76	76	70	17
Pared 1	9.33	16	25	50	4.06
Pared 2	41	43	84	50	13
Pared 3	68	50	119	50	19
Pared 4	70	68	138	50	22
Pared 5	67	65	133	50	21
Pared 6	67	54	121	50	19

Simetrías en el plano útil
 $E_{min} / E_{m} : 0.396 (1:3)$
 $E_{min} / E_{max} : 0.315 (1:3)$

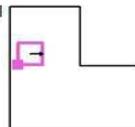
Valor de eficiencia energética: $8.66 \text{ W/m}^2 = 1.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 92.12 m^2)

Además hemos comprobado el valor del UGR con la superficie de cálculo en las diferentes posiciones de trabajo en las que pueden estar los empleados, a continuación podemos comprobar que todas lo cumplen:

OFICINA TECNICA / Superficie de cálculo UGR 2 / Tabla (UGR)



Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado: (78.265 m, 42.871 m, 1.200 m)



1.463 11 11
 0.488 <10 <10
 m 0.507 1.522

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

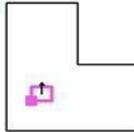
Trama: 2 x 2 Puntos

Min
 <10

Max
 11

OFICINA TECNICA / Superficie de cálculo UGR 3 / Tabla (UGR)

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (79.600 m, 39.515 m, 1.200 m)



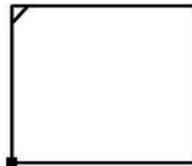
0.942	15	15
0.314	<10	<10
m	0.403	1.209

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

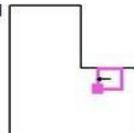
Trama: 2 x 2 Puntos

Min
<10

Max
15

OFICINA TECNICA / Superficie de cálculo UGR 4 / Tabla (UGR)

Situación de la superficie en el local:
Punto marcado: (84.600 m, 40.900 m, 1.200 m)



1.351	18	<10
0.450	19	<10
m	0.475	1.425

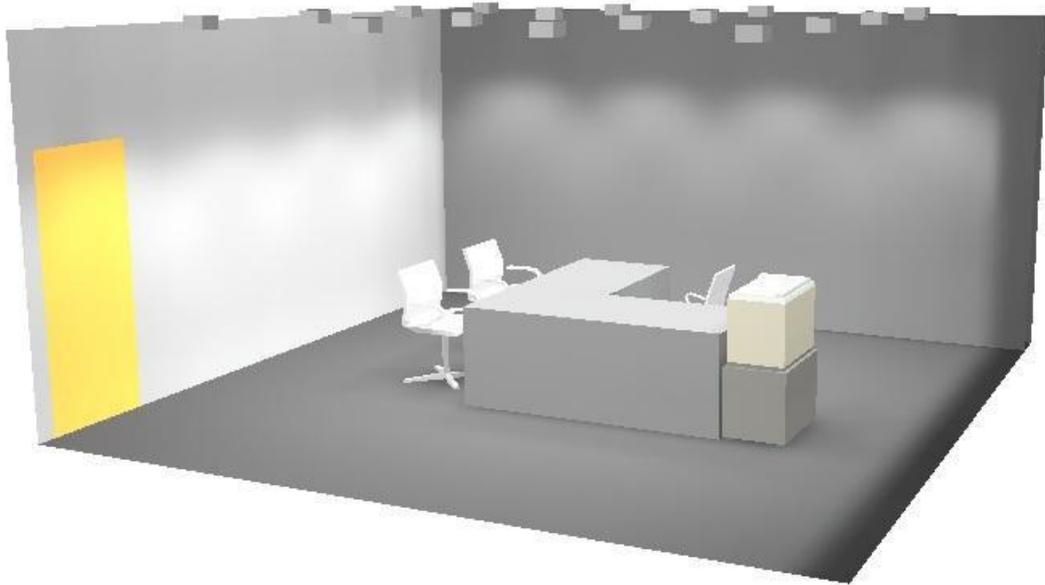
Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 2 Puntos

Min
<10

Max
19

3.2.7.2.2 Despacho director gerente



3.2.7.2.2.1 Vista Despacho Director Gerente 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 500 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura y trabajos de CAD, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local en torno al 0.5, lo que implica que no existirán cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

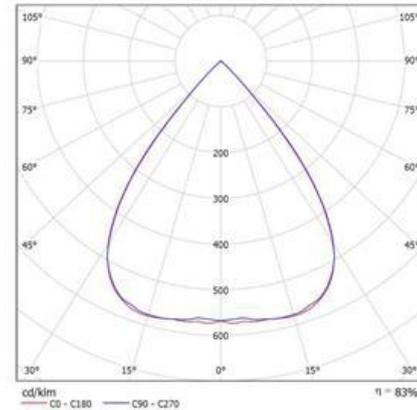
PLANTA 1 NAVE



Proyecto elaborado por
Teléfono:
Fax:
e-Mail:

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias

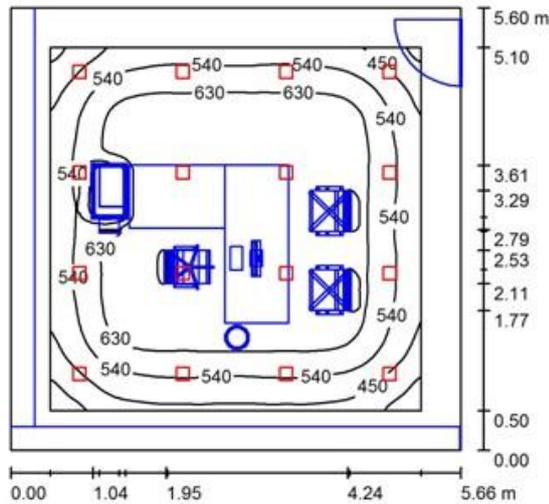
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR												
ρ Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30		
ρ Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30		
ρ Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20		
Tamaño del local	X	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	2H	19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
		3H	19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
		4H	19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
		6H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
		8H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H		12H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	2H	2H	19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
		3H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
		4H	18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
		6H	18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
8H		8H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
		12H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	4H	4H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
		6H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
		8H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
12H		12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
	4H	4H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
		6H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
		8H	18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias												
S = 1.0H	+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5						
S = 1.5H	+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0						
S = 2.0H	+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5						
Tabla estándar Sumando de corrección	BK00 0.0					BK00 0.1						
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total												

DIRECTOR GERENTE / Resumen

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.885 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:72

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	597	290	706	0.486
Suelo	20	326	1.26	611	0.004
Techo	70	68	6.81	102	0.100
Paredes (4)	50	66	1.09	231	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.500 m

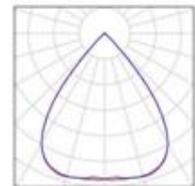
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	Philips BBS482 1xDLED-4000 (1.000)	1344	1619	19.0
			Total: 21500	Total: 25904	304.0

Valor de eficiencia energética: $9.59 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.70 m^2)

DIRECTOR GERENTE / Lista de luminarias

16 Pieza Philips BBS482 1xDLED-4000
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
Potencia de las luminarias: 19.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



DIRECTOR GERENTE / Resultados luminotécnicos

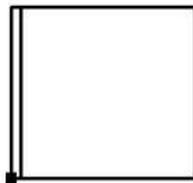
Flujo luminoso total: 21500 lm
 Potencia total: 304.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.500 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	541	57	597	/	/
Suelo	280	46	326	20	21
Techo	0.03	68	68	70	15
Pared 1	0.00	2.45	2.45	50	0.39
Pared 2	65	59	124	50	20
Pared 3	74	61	135	50	21
Pared 4	0.00	3.23	3.23	50	0.51

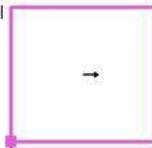
Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_{\max} : 0.486 (1:2)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.411 (1:2)

Valor de eficiencia energética: $9.59 \text{ W/m}^2 = 1.61 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 31.70 m^2)

Además hemos comprobado el valor del UGR con la superficie de cálculo en las diferentes posiciones de trabajo, a continuación podemos comprobar que cumple:

DIRECTOR GERENTE / Superficie de cálculo UGR 1 / Tabla (UGR)

Situación de la superficie en el local:
 Punto marcado: (77.583 m, 48.671 m, 1.200 m)



3.977 <10 /
 1.326 <10 /
 m 1.416 4.247

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/

Max
<10

3.2.7.2.3 Despacho director técnico



3.2.7.2.3.1 Vista Despacho Director Técnico 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 500 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura y trabajos de CAD, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local en torno al 0.5, lo que implica que no existirán cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

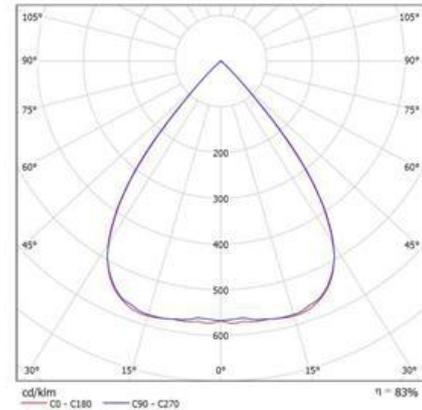
PLANTA 1 NAVE



Proyecto elaborado por
Teléfono:
Fax:
e-Mail:

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias

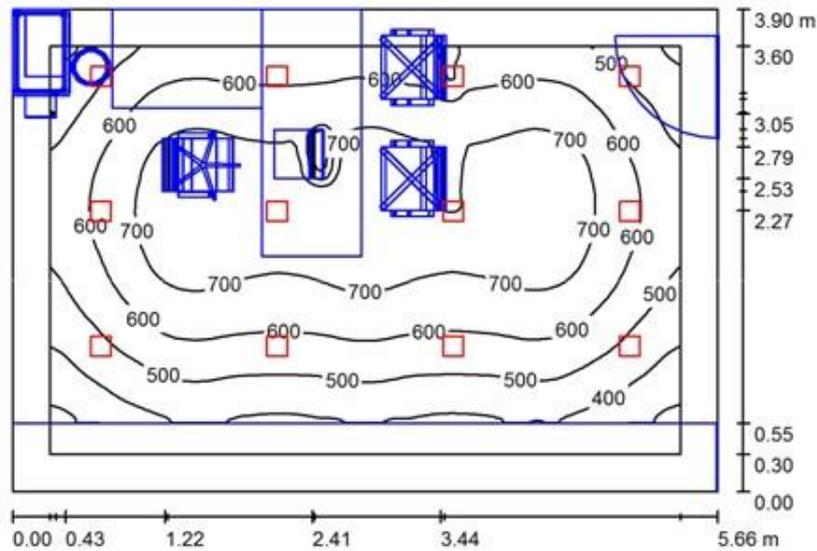
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H	19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H	19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	12H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	2H	19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H	18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H	18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
8H	8H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	4H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
12H	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
	4H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
	8H	18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5				
S = 1.5H		+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0				
S = 2.0H		+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5				
Tabla estándar Sumando de corrección		BK00 0.0					BK00 0.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total											

DIRECTOR TECNICO / Resumen

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.880 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:51

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	602	272	771	0.452
Suelo	20	305	1.70	629	0.006
Techo	70	71	3.43	110	0.048
Paredes (4)	50	103	1.48	404	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.300 m

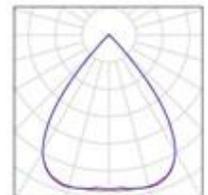
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	Philips BBS482 1xDLED-4000 (1.000)	1344	1619	19.0
			Total: 16125	Total: 19428	228.0

Valor de eficiencia energética: $10.33 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.07 m^2)

DIRECTOR TECNICO / **Lista de luminarias**

12 Pieza Philips BBS482 1xDLED-4000
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
Potencia de las luminarias: 19.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



DIRECTOR TECNICO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 16125 lm
 Potencia total: 228.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.300 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	533	69	602	/	/
Suelo	257	48	305	20	19
Techo	0.02	71	71	70	16
Pared 1	0.00	2.50	2.50	50	0.40
Pared 2	75	59	134	50	21
Pared 3	93	67	160	50	25
Pared 4	76	57	133	50	21

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.452 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.353 (1:3)

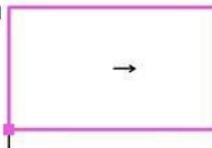
Valor de eficiencia energética: $10.33 \text{ W/m}^2 = 1.71 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 22.07 m^2)

Además hemos comprobado el valor del UGR con la superficie de cálculo en las diferentes posiciones de trabajo, a continuación podemos comprobar que cumple:

DIRECTOR TECNICO / Superficie de cálculo UGR 1 / Tabla (UGR)

Situación de la superficie en el local:

Punto marcado: (77.584 m, 54.621 m, 1.200 m)



2.513 / /

0.838 <10 /

m 1.416 4.248

Atención: Las coordenadas se refieren al diagrama ya mencionado.

Trama: 2 x 2 Puntos

Min
/

Max
<10

3.2.7.2.4 Sala de reuniones



3.2.7.2.4.1 Vista Sala Reuniones 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 500 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura y trabajos de CAD, con un UGR menor de 19 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 8 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una y varias específicas del tipo Philips BBS482 1xDLED-3000 de 19W de potencia para eliminar algunas sombras de rincones y pilares.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local en torno al 0.5, lo que implica que no existirán cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

PLANTA 1 NAVE

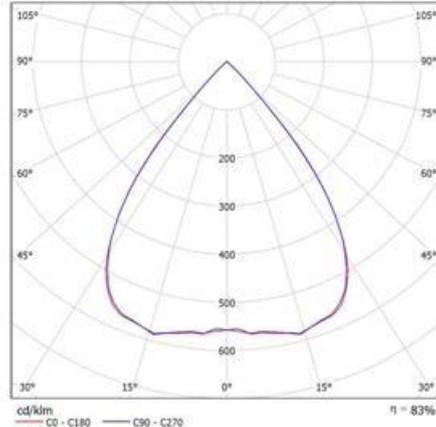


14.12.2014

Proyecto elaborado por
Teléfono
Fax
e-Mail

Philips BBS482 1xDLED-3000 / Hoja de datos de luminarias

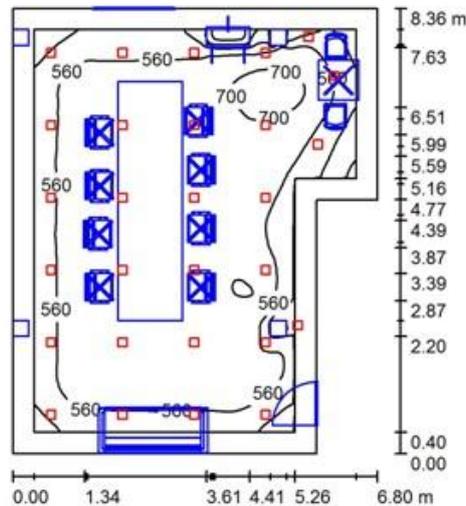
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100, 83

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
X	Y										
2H	2H	18.6	19.3	18.8	19.5	19.7	18.7	19.4	18.9	19.6	19.8
	3H	18.5	19.1	18.7	19.3	19.6	18.5	19.2	18.8	19.4	19.7
	4H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.5	18.5	19.1	18.8	19.3	19.6
	6H	18.3	18.9	18.7	19.2	19.5	18.4	19.0	18.7	19.3	19.5
	8H	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4	18.4	18.9	18.7	19.2	19.5
12H	18.3	18.8	18.6	19.1	19.4	18.3	18.9	18.7	19.2	19.5	
4H	2H	18.4	19.0	18.7	19.3	19.5	18.5	19.1	18.8	19.3	19.6
	3H	18.2	18.8	18.6	19.1	19.4	18.3	18.8	18.7	19.1	19.5
	4H	18.2	18.6	18.6	19.0	19.3	18.3	18.7	18.6	19.0	19.4
	6H	18.1	18.5	18.5	18.9	19.3	18.2	18.6	18.6	18.9	19.3
	8H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.2	18.5	18.6	18.9	19.3
12H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.2	18.4	18.6	18.8	19.3	
8H	4H	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2	18.2	18.5	18.6	18.9	19.3
	6H	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2	18.1	18.4	18.5	18.8	19.2
	8H	18.0	18.2	18.5	18.7	19.1	18.1	18.3	18.5	18.7	19.2
	12H	18.0	18.2	18.5	18.6	19.1	18.1	18.2	18.5	18.7	19.2
12H	4H	18.0	18.3	18.5	18.7	19.2	18.1	18.4	18.6	18.8	19.2
	6H	18.0	18.2	18.5	18.7	19.1	18.1	18.3	18.5	18.7	19.2
	8H	18.0	18.2	18.5	18.6	19.1	18.0	18.2	18.5	18.7	19.2
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+4.0 / -10.6					+4.0 / -11.1				
S = 1.5H		+6.3 / -11.1					+6.3 / -11.6				
S = 2.0H		+8.3 / -11.5					+8.3 / -12.1				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		-0.7					-0.6				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1336lm Flujo luminoso total											

SALA DE REUNIONES / Resumen

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.885 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:108

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	595	48	743	0.080
Suelo	20	351	1.51	636	0.004
Techo	70	91	30	124	0.330
Paredes (6)	50	139	9.97	752	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
Trama: 128 x 128 Puntos
Zona marginal: 0.400 m

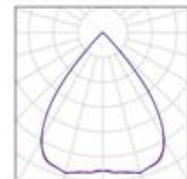
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	Philips BBS482 1xDLED-3000 (1.000)	1109	1336	19.0
2	24	Philips BBS482 1xDLED-4000 (1.000)	1344	1619	19.0
			Total: 36686	Total: 44200	532.0

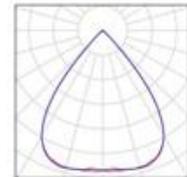
Valor de eficiencia energética: $10.34 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 51.45 m^2)

SALA DE REUNIONES / Lista de luminarias

4 Pieza Philips BBS482 1xDLED-3000
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1109 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1336 lm
Potencia de las luminarias: 19.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
Lámpara: 1 x DLED-3000 (Factor de corrección 1.000).



24 Pieza Philips BBS482 1xDLED-4000
N° de artículo:
Flujo luminoso (Luminaria): 1344 lm
Flujo luminoso (Lámparas): 1619 lm
Potencia de las luminarias: 19.0 W
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83
Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



SALA DE REUNIONES / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 36686 lm
 Potencia total: 532.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.400 m

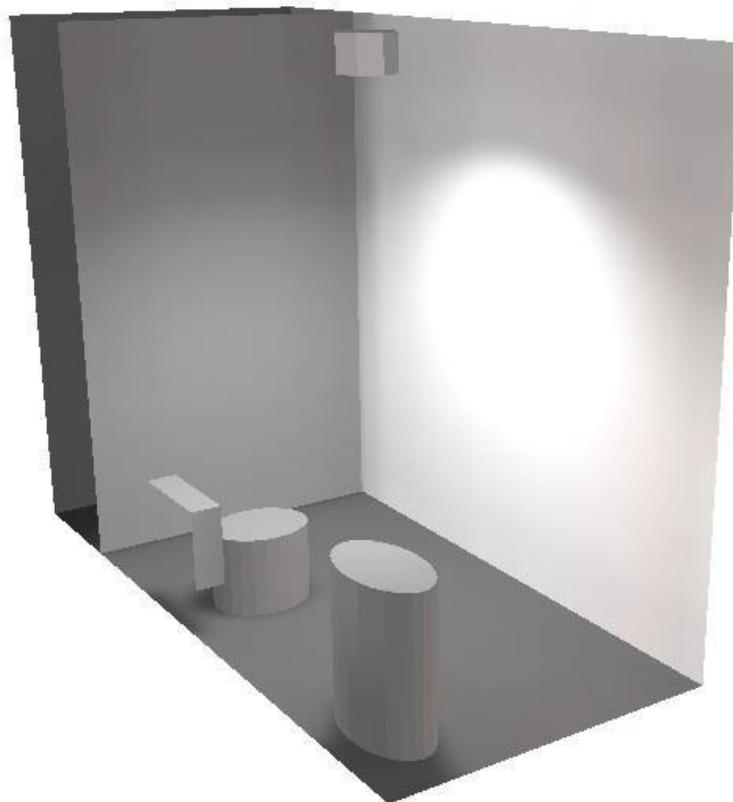
Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	527	68	595	/	/
Suelo	296	55	351	20	22
Techo	0.03	91	91	70	20
Pared 1	73	72	144	50	23
Pared 2	84	78	162	50	26
Pared 3	33	63	96	50	15
Pared 4	54	68	121	50	19
Pared 5	68	63	130	50	21
Pared 6	76	67	142	50	23

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_{\max} : 0.080 (1:12)

E_{\min} / E_{\max} : 0.064 (1:16)

Valor de eficiencia energética: $10.34 \text{ W/m}^2 = 1.74 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 51.45 m^2)

3.2.7.2.5 Aseo

3.2.7.2.5.1 Vista Aseo 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de cuartos de baño, con un UGR menor de 25 y un Ra de 80 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a 3 W/m²/100 lx y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m².

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips Philips BCS490 1xDLED-4000 C de 33.5 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local de un 0.5, para evitar cambios bruscos de iluminación en el ambiente, aunque en este caso el valor que nos da es un poco inferior, de 0.369, pero al ser un aseo no es de mayor importancia.

PLANTA 1 NAVE

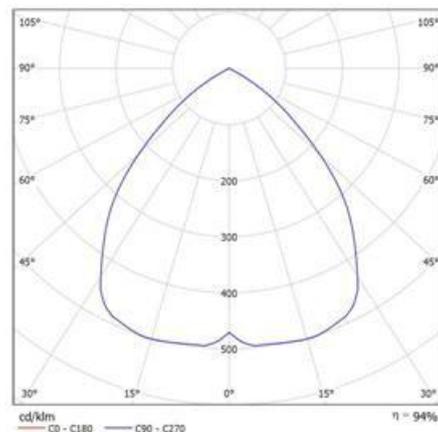


Philips BCS490 1xDLED-4000 C / Hoja de datos de luminarias



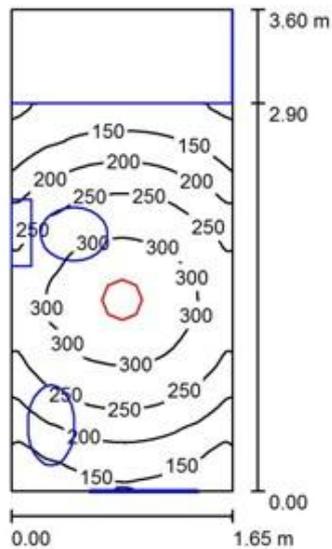
Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 73 99 100 100 94

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
	X Y										
2H	2H	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0	21.6	22.6	21.9	22.8	23.0
	3H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	4H	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7	21.4	22.2	21.7	22.5	22.7
	6H	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6	21.3	22.1	21.7	22.3	22.6
	8H	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6	21.3	22.0	21.6	22.3	22.6
	12H	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6	21.3	21.9	21.6	22.2	22.6
4H	2H	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8	21.5	22.3	21.8	22.6	22.8
	3H	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7	21.4	22.0	21.7	22.3	22.7
	4H	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6	21.3	21.9	21.7	22.2	22.6
	6H	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5	21.2	21.7	21.6	22.1	22.5
	8H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	12H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
8H	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4	21.1	21.5	21.6	21.9	22.4
	8H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	12H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
12H	4H	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4	21.2	21.6	21.6	22.0	22.4
	6H	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3	21.1	21.4	21.6	21.8	22.3
	8H	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3	21.0	21.3	21.5	21.8	22.3
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+1.2 / -2.6					+1.2 / -2.6				
S = 1.5H		+2.9 / -11.9					+2.9 / -11.9				
S = 2.0H		+4.8 / -15.7					+4.8 / -15.7				
Tabla estándar		BK00					BK00				
Sumando de corrección		2.9					2.9				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 2260lm Flujo luminoso total											

ASEO / Resumen

Altura del local: 2.800 m, Altura de montaje: 2.800 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux. Escala 1:47

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min}/E_m
Plano útil	/	229	85	325	0.369
Suelo	20	103	0.43	171	0.004
Techo	70	23	0.54	37	0.023
Paredes (4)	50	55	0.26	272	/

Plano útil:

Altura: 0.850 m
 Trama: 64 x 128 Puntos
 Zona marginal: 0.000 m

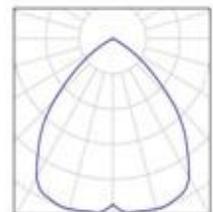
Lista de piezas - Luminarias

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	Φ (Luminaria) [lm]	Φ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	Philips BCS490 1xDLED-4000 C (1.000)	2124	2260	33.5
			Total: 2124	Total: 2260	33.5

Valor de eficiencia energética: $5.64 \text{ W/m}^2 = 2.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.94 m^2)

ASEO / Lista de luminarias

1 Pieza Philips BCS490 1xDLED-4000 C
 N° de artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 2124 lm
 Flujo luminoso (Lámparas): 2260 lm
 Potencia de las luminarias: 33.5 W
 Clasificación luminarias según CIE: 100
 Código CIE Flux: 73 99 100 100 94
 Lámpara: 1 x DLED-4000 (Factor de corrección 1.000).



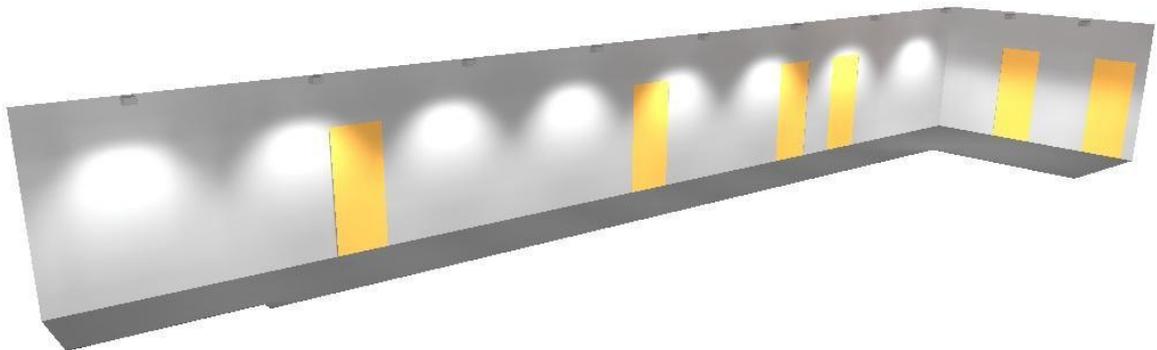
ASEO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 2124 lm
 Potencia total: 33.5 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	189	41	229	/	/
Suelo	77	26	103	20	6.54
Techo	0.00	23	23	70	5.13
Pared 1	24	29	53	50	8.43
Pared 2	43	27	70	50	11
Pared 3	0.00	0.45	0.45	50	0.07
Pared 4	41	25	65	50	10

Simetrías en el plano útil
 E_{\min} / E_m : 0.369 (1:3)
 E_{\min} / E_{\max} : 0.260 (1:4)

Valor de eficiencia energética: $5.64 \text{ W/m}^2 = 2.46 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.94 m^2)

3.2.7.2.6 Pasillo

3.2.7.2.6 Vista Pasillo 3D

Siguiendo las normas explicada en los apartados anteriores, obtenemos que en este local la iluminancia media debe de ser superior o igual a 200 lx ya que se corresponde con una zona de oficinas con puestos de escritura, lectura y trabajos de CAD, con un UGR menor de 28 y un Ra de 40 o mayor.

También ha de tener un valor de eficiencia energética menor o igual a $4 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ y una potencia máxima instalada no superior a 12 W/m^2 .

Para cumplir con lo dicho se han utilizado unas luminarias Philips BBS482 1xDLED-4000 de 19 W de potencia cada una.

A continuación se muestran los cálculos realizados por el programa donde podemos ver que cumple dichas especificaciones, además de presentar una relación entre la iluminancia mínima y media del local superior al 0.5, lo que implica que no existirán cambios bruscos de iluminación en el ambiente.

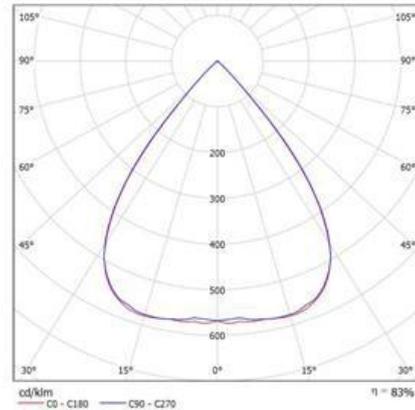
PLANTA 1 NAVE



Proyecto elaborado por
Teléfono:
Fax:
e-Mail:

Philips BBS482 1xDLED-4000 / Hoja de datos de luminarias

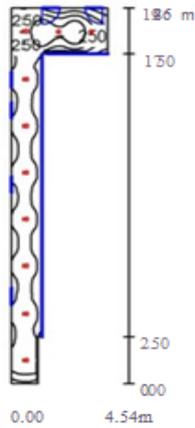
Emisión de luz 1:



Clasificación luminarias según CIE: 100
Código CIE Flux: 91 99 100 100 83

Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
ρ Techo		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
ρ Paredes		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
ρ Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local X Y		Mirado en perpendicular al eje de lámpara					Mirado longitudinalmente al eje de lámpara				
2H	2H	19.3	20.0	19.5	20.2	20.4	19.4	20.1	19.7	20.3	20.5
	3H	19.1	19.8	19.4	20.0	20.3	19.3	19.9	19.6	20.2	20.4
	4H	19.1	19.7	19.4	20.0	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	6H	19.0	19.6	19.3	19.9	20.2	19.1	19.7	19.5	20.0	20.3
	8H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
4H	12H	19.0	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	2H	19.1	19.7	19.4	19.9	20.2	19.2	19.8	19.5	20.1	20.3
	3H	18.9	19.5	19.3	19.8	20.1	19.1	19.6	19.4	19.9	20.2
	4H	18.9	19.3	19.2	19.7	20.0	19.0	19.4	19.4	19.8	20.1
	6H	18.8	19.2	19.2	19.6	19.9	18.9	19.3	19.3	19.7	20.0
8H	8H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	12H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	4H	18.8	19.1	19.2	19.5	19.9	18.9	19.2	19.3	19.6	20.0
	6H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	19.9
	8H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.3	19.4	19.9
12H	12H	18.7	18.8	19.1	19.3	19.8	18.8	18.9	19.2	19.4	19.9
	4H	18.7	19.0	19.2	19.4	19.8	18.8	19.1	19.3	19.5	20.0
	6H	18.7	18.9	19.1	19.3	19.8	18.8	19.0	19.2	19.4	19.9
	8H	18.6	18.8	19.1	19.3	19.8	18.7	18.9	19.2	19.4	19.9
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias											
S = 1.0H		+4.1 / -11.6					+4.0 / -12.5				
S = 1.5H		+6.3 / -12.1					+6.2 / -13.0				
S = 2.0H		+8.3 / -12.6					+8.2 / -13.5				
Tabla estándar Sumando de corrección		BK00 0.0					BK00 0.1				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 1619lm Flujo luminoso total											



Altura del local: 2.86 m, Altura de montaje: 2.86 m, Factor mantenimiento: 0.80, en W/l: 1256

Plano	W/l	p [%]	Em [lx]	Emin [lx]	Emed [lx]	Emin/Em
		20	168	104	256	0.511
mt.g.		70	26	18	37	0.699
(8)		50	65	16	355	

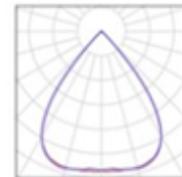
Plano: 0.850m
 W: 128 x 64
 lona marginal: 0.000m
 de: -

N°	Factor de corrección	P [lm]	P (luminaria) [lm]	P [W]
10	Philips BBS482 lx DLED-4000 (1000)	1344	1619	19.0
Total		13438	16190	190.0

Valor de eficiencia energética: 5.47 W/l = 2.52 W/100 lx (Base: 34.74 m)

PASILLO 1 Lista de luminarias

10 Piezas Philips BBS4821xOLED4000
 Nde artículo:
 Flujo luminoso (Luminaria): 13441 m
 Flujo luminoso (Lámparas): 16191 m
 Potencia de las luminarias: 190 W
 Clasificación luminarias según CIE 100
 Código CIE Flux: 91.99 100 10 Q. 83
 Lámpara: DLED-4000 (Factor de corrección 1000).



PASILLO / Resultados luminotécnicos

Flujo luminoso total: 13438 lm
 Potencia total: 190.0 W
 Factor mantenimiento: 0.80
 Zona marginal: 0.000 m

+ Superficie	Intensidades lumínicas medias [lx]			Grado de reflexión [%]	Densidad lumínica media [cd/m ²]
	directo	indirecto	total		
Plano útil	191	26	217	/	/
Suelo	138	31	168	20	11
Techo	0.02	26	26	70	5.84
Pared 1	46	24	70	50	11
Pared 2	26	33	59	50	9.34
Pared 3	50	35	85	50	14
Pared 4	22	24	46	50	7.30
Pared 5	24	31	55	50	8.73
Pared 6	38	32	70	50	11
Pared 7	41	28	69	50	11
Pared 8	30	29	59	50	9.35

Simetrías en el plano útil

E_{\min} / E_m : 0.511 (1:2)

E_{\min} / E_{\max} : 0.326 (1:3)

Valor de eficiencia energética: $5.47 \text{ W/m}^2 = 2.52 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 34.74 m^2)

NOTA: Para calcular las luminarias de los aseos solo se indica un cálculo a pesar de existir dos aseos, tanto en la planta como en la entreplanta ya que son de las medidas y características. Lo mismo ocurre en el caso de las zonas de vestuario (duchas, pasillos, locales para minusválidos) se muestra el cálculo para un vestuario, en este caso el femenino, pero el masculino es de las mismas dimensiones y simétrico, por lo tanto es totalmente válido.

3.2.8 Resultados para las diferentes dependencias

Dependencia	Tipo Luminaria	Nº Luminaria	Potencia (W)	Em	UGR	Uo	Ra	VEEI
Almacén	BY460P 1xLED 120S/740WB GC	15	145	332	<25	0,553	80	2,15
Nave Industrial	BY461P 1xLED 240S/740WB GC	51	292	788	<19	0,51	80	1,46
Oficina Administrativa	BBS482 1xDLED-4000	21	19	545	<19	0,497	80	1,78
Jefe Fabricación	BBS482 1xDLED-4000	12	19	530	<19	0,428	80	1,49
Técnicos Comerciales	BBS482 1xDLED-4000	15	19	543	<19	0,637	80	1,67
Sala Descanso	BBS482 1xDLED-4000	2	19	276	<19	0,5	80	1,71
Exposición y Recepción	BBS482 1xDLED-4000	19	19	291	<22	0,42	80	1,78
Escaleras y Balcón	BY460P 1xLED 120S/740WB GC		145	294	<25	0,035	80	2,67
Aseo Público	BCS490 1xDLED-4000C	3	33,5	259	<25	0,302	80	2,18
Servicio Minusválido Vestuario	BCS490 1xDLED-4000C	1	33,5	366	<25	0,517	80	2,99
Cambiador Minusválido Vestuario	BCS490 1xDLED-4000C	1	33,5	367	<25	0,518	80	2,98
Ducha Minusválido Vestuario	BCS490 1xDLED-4000C	1	33,5	352	<25	0,495	80	2,89
Ducha Vestuario	BCS490 1xDLED-4000C	1	33,5	320	<25	0,495	80	2,67
Pasillos Vestuario	BCS490 1xDLED-4000C	4	33,5	451	<25	0,437	80	2,52
Oficina Técnica	BBS482 1xDLED-4000	37	19	546	<19	0,396	80	1,59
Director Gerente	BBS482 1xDLED-4000	16	19	597	<19	0,486	80	1,61
Director Técnico	BBS482 1xDLED-4000	12	19	602	<19	0,452	80	1,71
Sala Reuniones	BBS482 1xDLED-4000	22	19	595	<19	0,08	80	1,74
Aseo	BCS490 1xDLED-4000C	1	33,5	229	<25	0,369	80	2,49
Pasillo	BBS482 1xDLED-4000	10	19	217	<19	0,511	80	2,52

Tabla 3.2.8.1 – Resultados Iluminación

3.2.9 Alumbrado de emergencia

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 señalar 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.

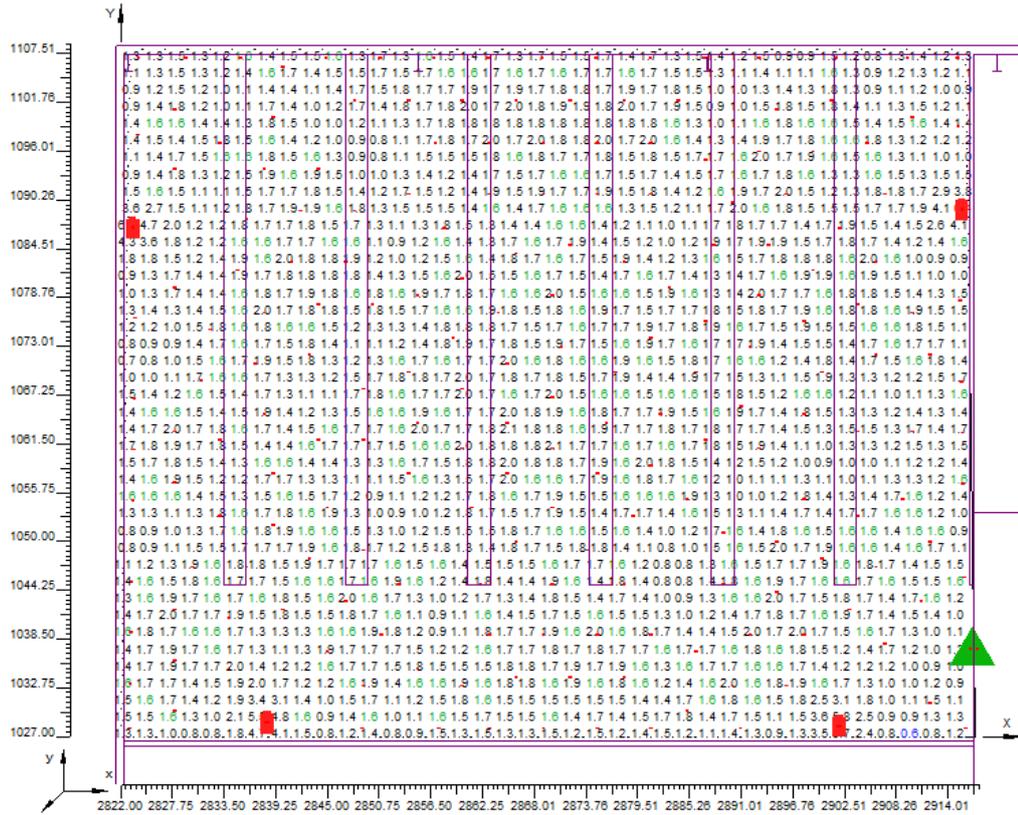
- Lugares de instalación de alumbrado de emergencia:

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

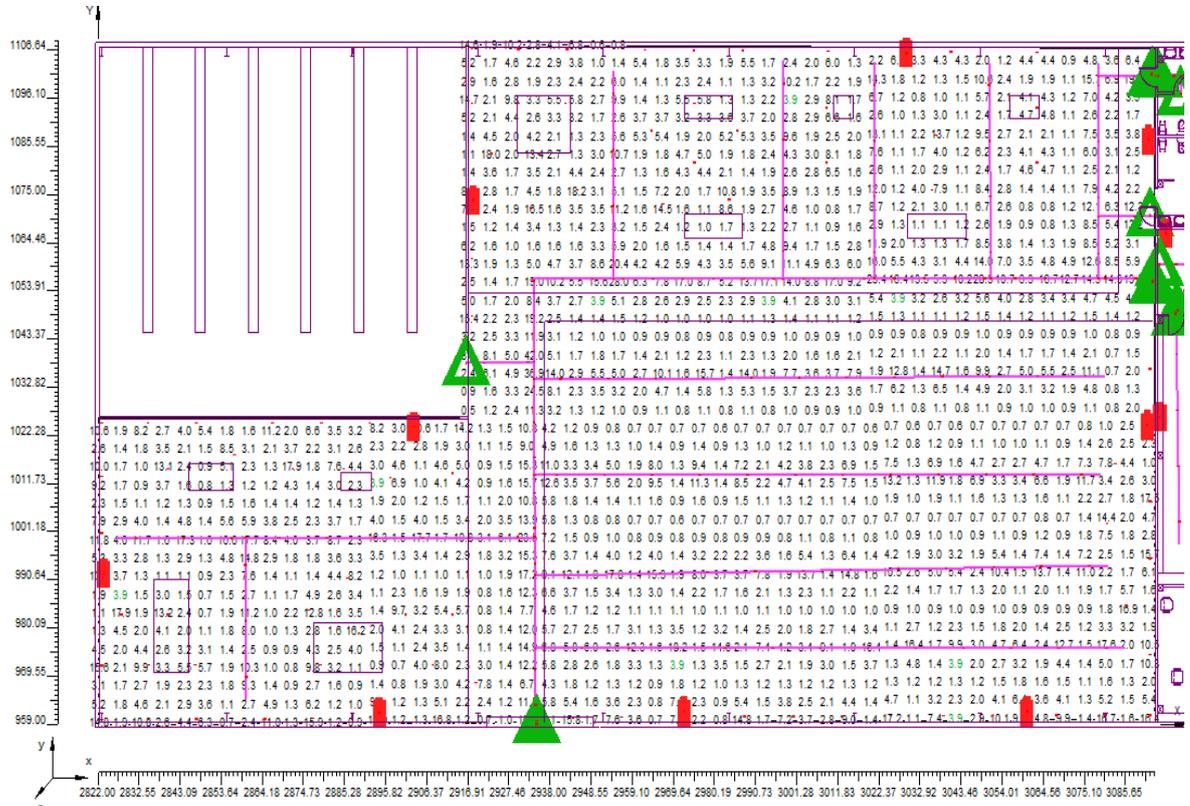
- En todos los recintos cuya ocupación sea mayor de 100 personas.
- En los aseos generales de planta en edificios de acceso público.
- En los estacionamientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y las escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las 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 RA 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.

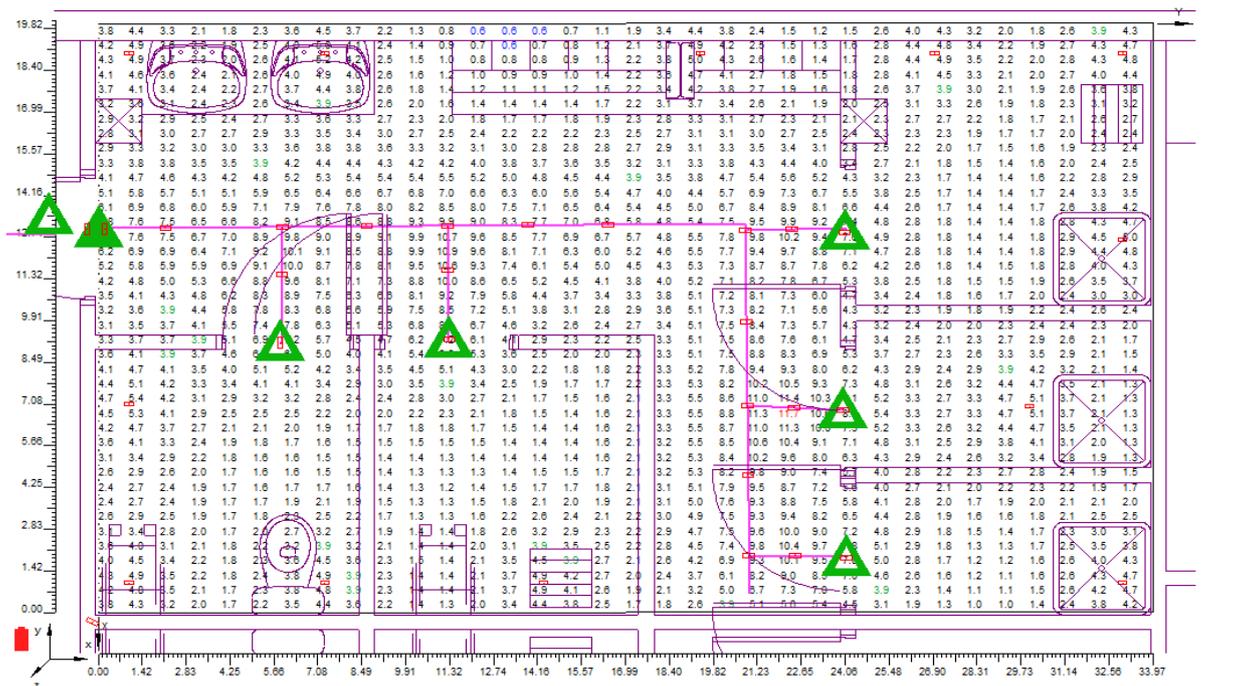
3.2.9.1 Almacén



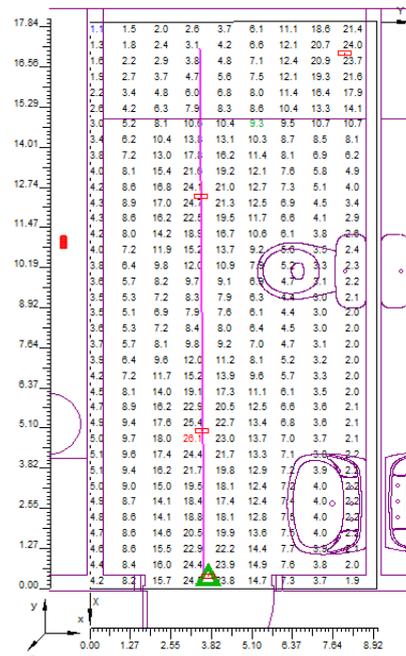
3.2.9.2 Nave industrial



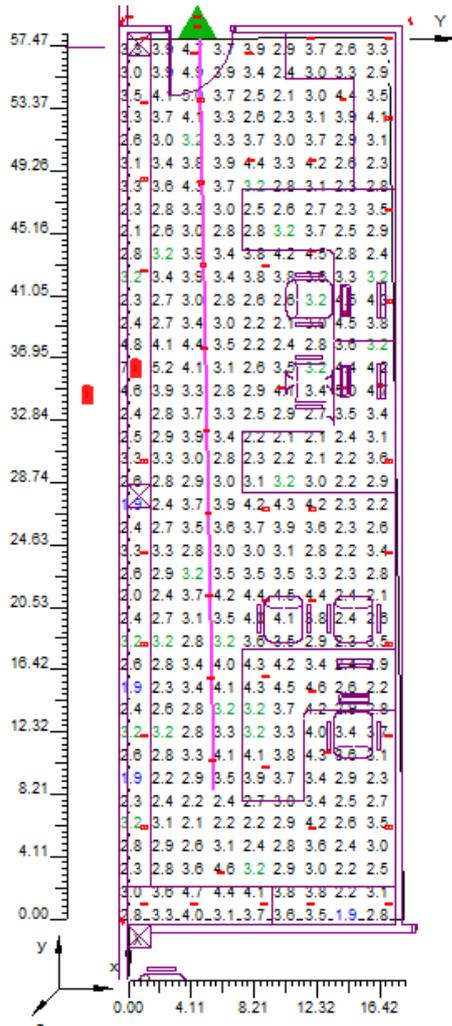
3.2.9.3 Vestuarios



3.2.9.4 Aseo



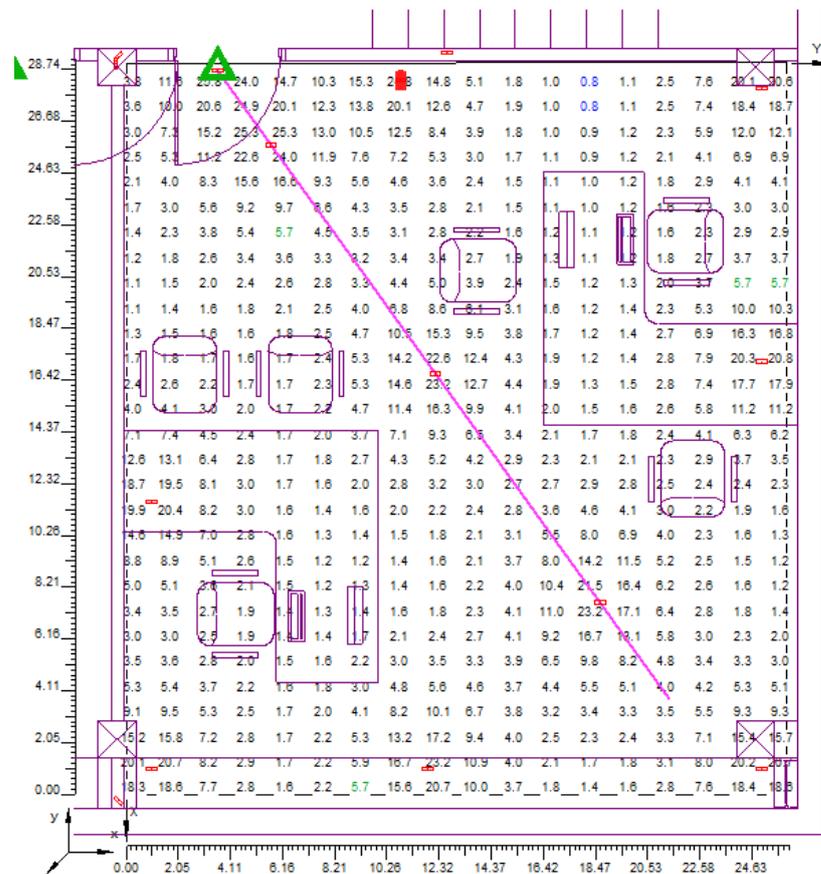
3.2.9.5 Oficina administrativa



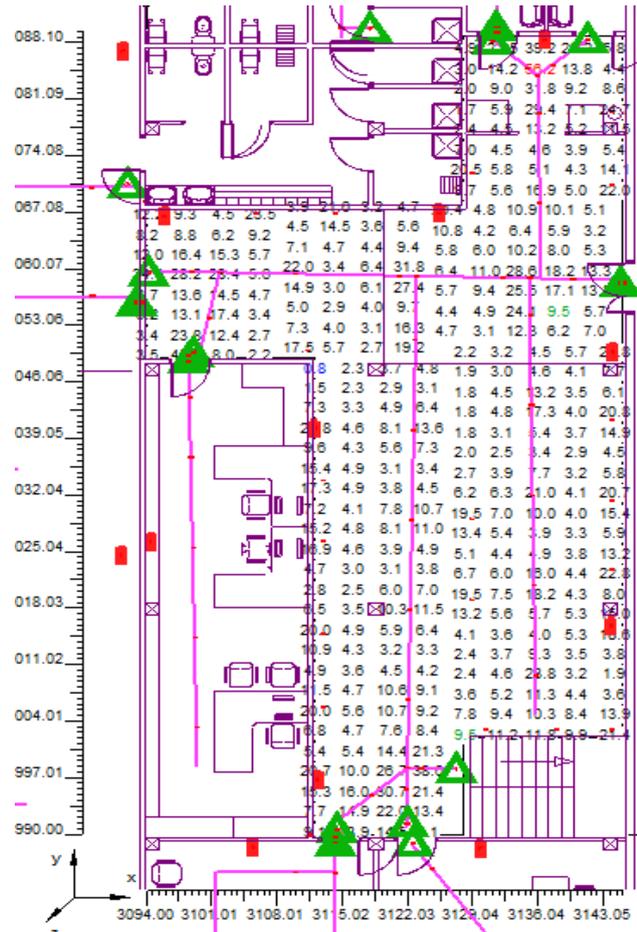
3.2.9.6 Jefe fabricación



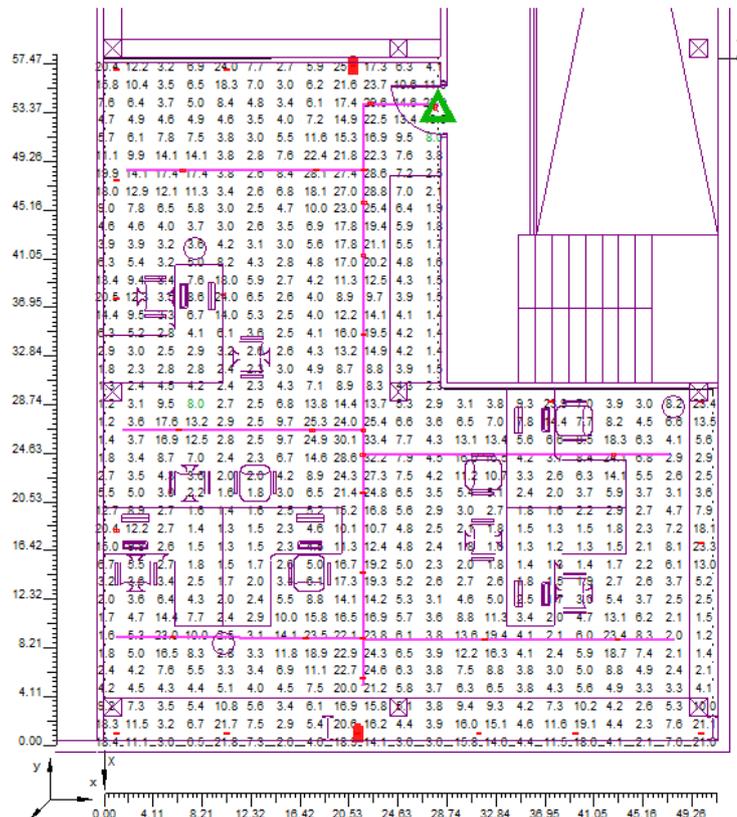
3.2.9.7 Técnicos comerciales



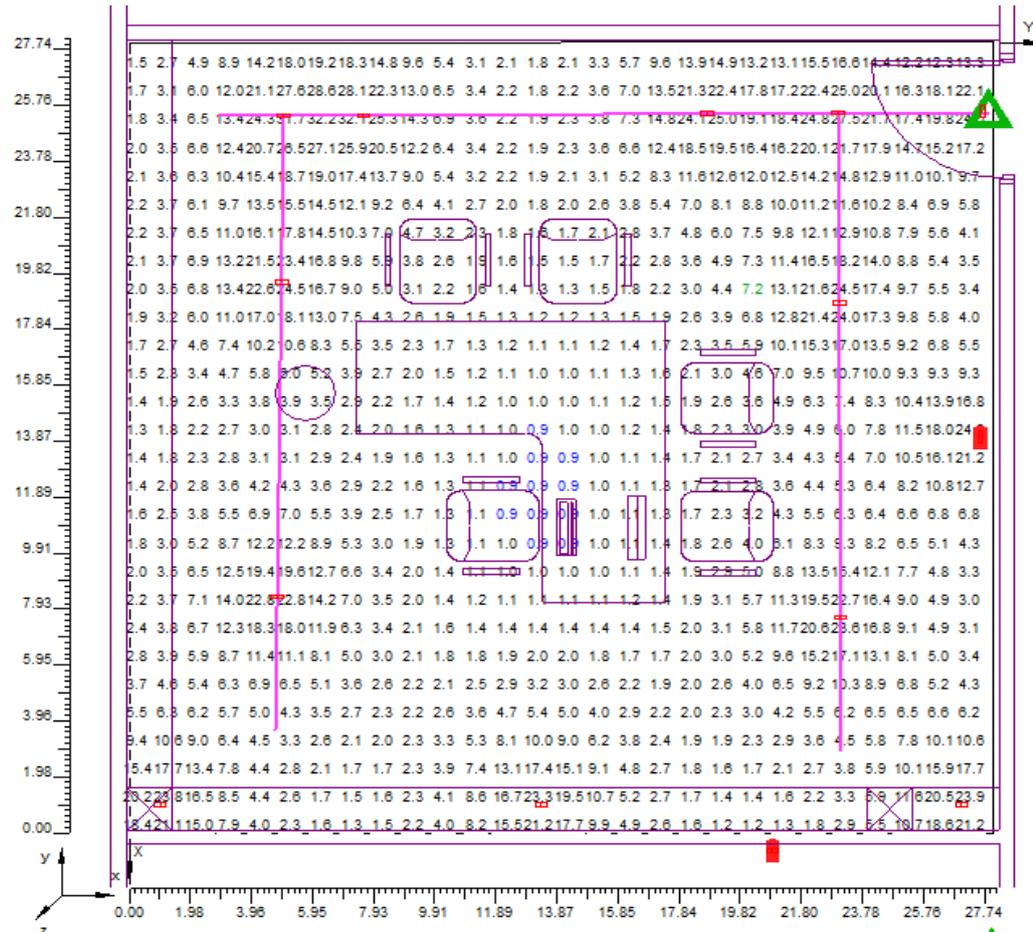
3.2.9.8 Recepción y exposición



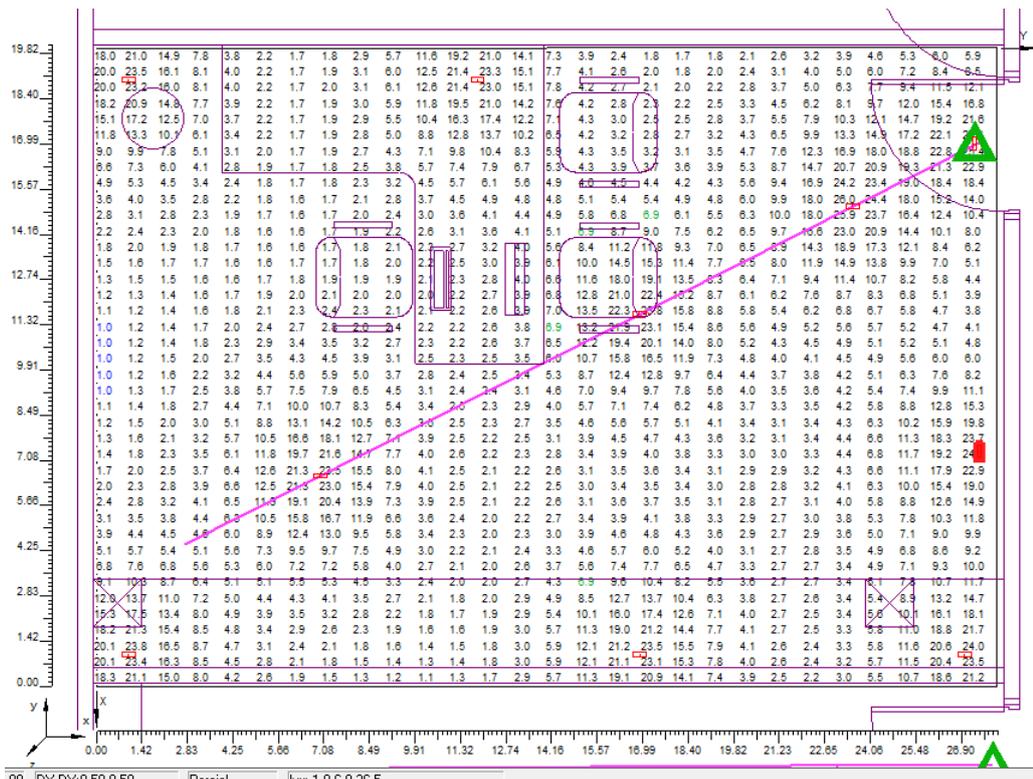
3.2.9.9 Oficina técnica



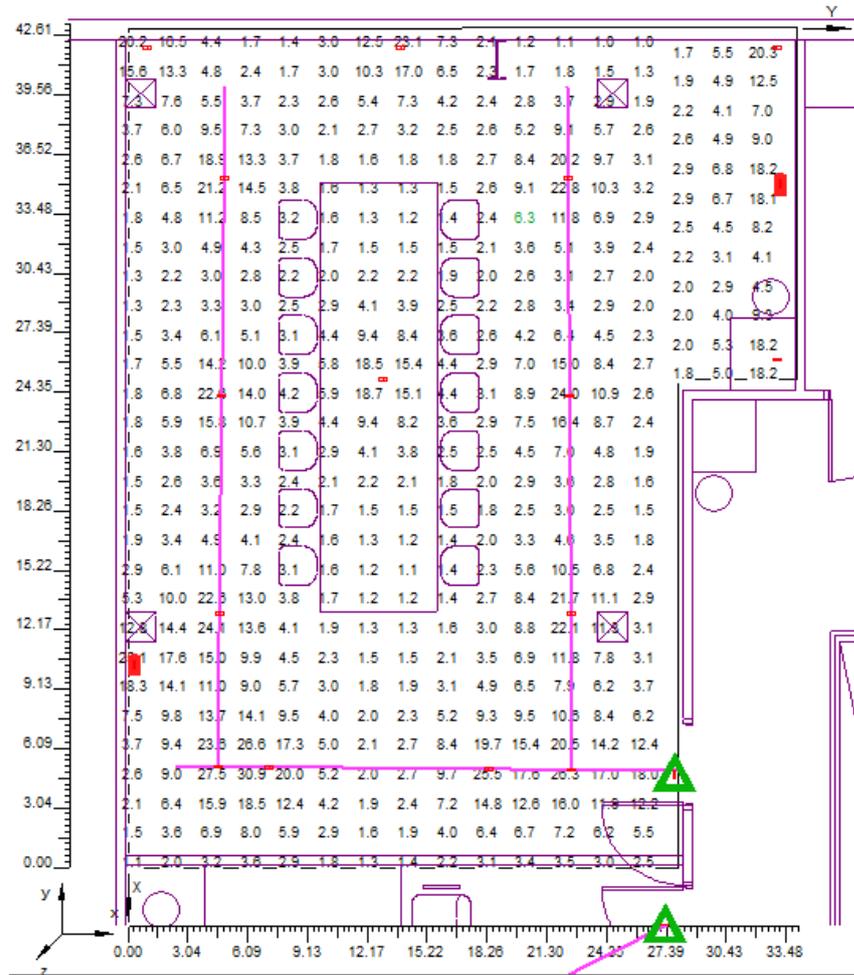
3.2.9.10 Director gerente



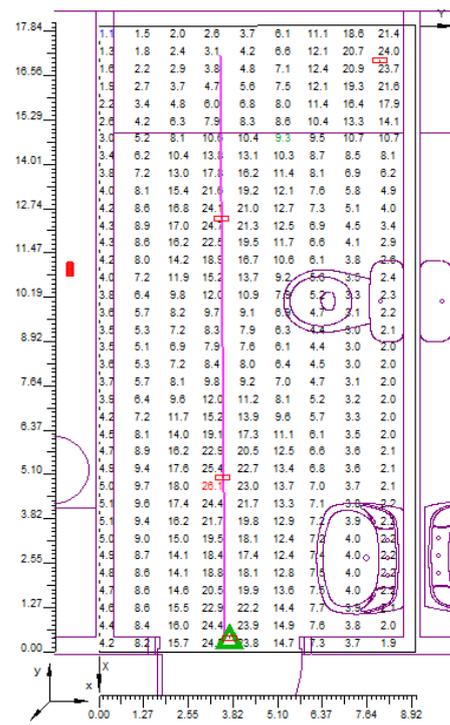
3.2.9.11 Director técnico



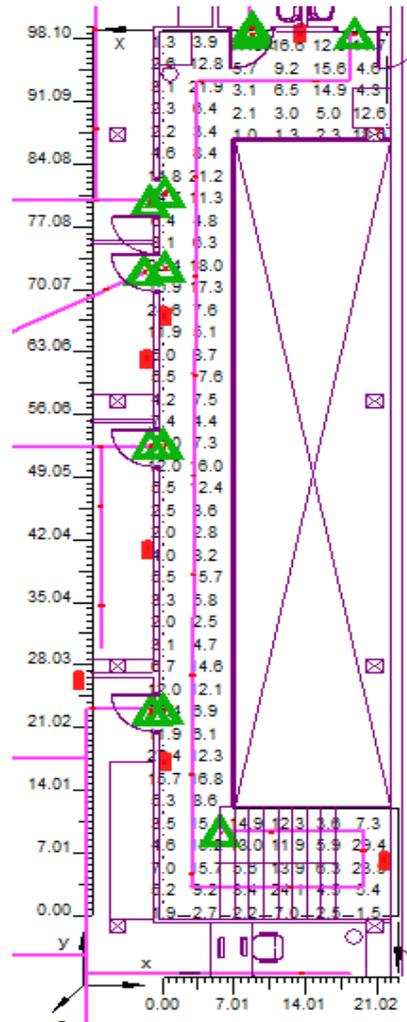
3.2.9.12 Sala reuniones



3.2.9.13 Aseo



3.2.9.14 Pasillo y escaleras



3.2.9.15 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.

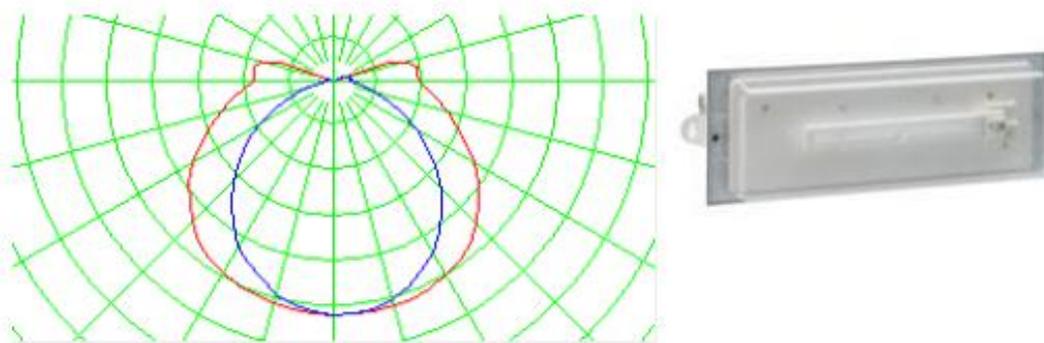


Figura 3.2.9.15.1 – Luminaria Legrand NT 61833

- 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 telemando 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 telemando para puesta en reposo y re-encendido.
 - Acumuladores Ni-Cd alta temperatura.
 - Entradas para Ø 20 mm (una en cada lateral).

3.2.9.16 Ubicación de luminarias

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 montaje (m)
		Techo	Pared	
Almacén	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Nave Industrial	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Vestuarios	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Aseo Público	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Oficina Administrativa	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Jefe Fabricación	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Técnicos Comerciales	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Recepción y Exposición	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72

Tabla 3.2.9.16.1 – Colocación Luminarias (I)

Oficina Técnica	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Director Gerente	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Director Técnico	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Sala Reuniones	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Aseo	ES		X	
	PS			
	G	X		2,72
Pasillo	ES		X	
	PS		X	
	G	X		2,72
Escaleras	ES	X		2,72
	PS		X	
	G	X		2,72

Tabla 3.2.9.16.2 – Colocación Luminarias (II)



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO III: INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	3
3.3.1 Objeto	3
3.3.2 Alcance	3
3.3.3 Normas y referencias	3
3.3.3.1 Bibliografía	3
3.3.3.2 Programas de cálculo	3
3.3.3.3 Definiciones y abreviaturas.....	4
3.3.4 Empresa suministradora de energía	4
3.3.5 Requisitos de diseño	4
3.3.6 Consideraciones generales.....	5
3.3.7 Clasificación del local.....	7
3.3.8 Descripción de la instalación.....	7
3.3.9 Cálculos de la instalación.....	8
3.3.9.1 Previsión de la potencia para alumbrado.....	9
3.3.9.2 Previsión de la potencia para fuerza.....	10
3.3.9.3 Previsión de la potencia total.....	11
3.3.9.3 Método de cálculo de la sección de los conductores empleados	11
3.3.9.4 Conductores	14
3.3.9.5 Sección de tubos empleado	14
3.3.9.6 Protecciones.....	15
3.3.9.6.1 Protección contra sobrecargas	15
3.3.9.6.2 Protección contra contactos directos.....	16
3.3.9.6.3 Protección contra contactos indirectos	16
3.3.9.6.4 Protección contra sobrecargas.....	17
3.3.9.6.5 Protección contra sobretensiones	17
3.3.9.6.6 Protección contra cortocircuitos	18
3.3.9.7 Cajas empalme y derivación.....	18
3.3.9.8 Maquinaria.....	19
3.3.9.9 Bases de enchufe.....	19
3.3.9.10 Puesta a tierra	19
3.3.9.10.1 Terreno	20
3.3.9.10.1.2 Electrodo de puesta a tierra	21
3.3.9.10.1.3 Conductores de tierra.....	22
3.3.9.10.1.3 Conductores de protección	23
3.3.9.10.1.4 Borne principal a tierra	23
3.3.9.10.1.5 Conductores de equipotencialidad principal	24
3.3.9.10.1.6 Conductores de equipotencialidad suplementaria	24

3.3.9.10.1.6 Cálculo de puesta a tierra	24
3.3.9.11 Cálculo de líneas	24
3.3.9.11.1 Reparto líneas.....	24
3.3.9.11.1 Líneas alumbrado	25
3.3.9.11.2 Líneas fuerza	29
3.3.9.11.3 Línea desde caja general de protección hasta cuadro general de alu,brado y fuerza	35
3.3.9.11.4 Caja general de protección (CGP)	36
3.3.9.12 Selectividad de disparo de interruptores automáticos y diferenciales	36
3.3.9.13 Batería de condensadores.....	37

3.3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.3.1 Objeto

En la nave industrial objeto del presente proyecto tienen lugar una serie de actividades productivas que demandan gran cantidad de energía eléctrica. Se consideran las máquinas eléctricas que intervienen directamente en el proceso productivo de la empresa, el servicio de fuerza que se prevé que será necesario en cada zona de la nave industrial y los consumos de alumbrado necesarios para el trabajo en el interior del recinto. Por todo ello es necesario desarrollar un proyecto de la instalación eléctrica de esta industria donde se calculen sus parámetros y se reflejen sus características a fin de dimensionar correctamente cada elemento, y que el conjunto de la instalación, una vez realizada, sea lo más fiable y económica posible.

Para el diseño de dicha instalación eléctrica se ha seguido el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (REBT) RD 842/2002, el Reglamento de Centrales Eléctricas (RCE), las Normas particulares para instalaciones de enlace de la Empresa Suministradora, el Código Técnico de la Edificación (CTE) y todas las normas UNE que le son de aplicación.

3.3.2 Alcance

El alcance es la totalidad de la instalación de fuerza de la nave, desde la acometida situada en la vía pública hasta las tomas receptoras de corriente (monofásicas o trifásicas) hasta las maquinaria empleada en el proceso industrial.

3.3.3 Normas y referencias

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

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- Guía de aplicación del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Norma Tecnológica de la edificación (NTE-IEP). Instalaciones de electricidad. Puesta a tierra.
- Norma UNE 157701 de "Criterios de Elaboración de Proyectos de Instalaciones de Baja Tensión".

3.3.3.1 Bibliografía

No se ha utilizado ninguna bibliografía específica sino que los cálculos se han realizado siguiendo el REBT.

Para la presentación del Anexo, se tomará como referencia el Anexo B, apartado 2, la Norma UNE 157701 sobre criterios generales para la elaboración de proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión.

3.3.3.2 Programas de cálculo

El programa de cálculo utilizado ha sido: Microsoft Excel.

3.3.3.3 Definiciones y abreviaturas

- DB: Documento básico.
- BOE: Boletín Oficial del Estado.
- ITC-BT: Instrucción Técnica Complementaria
- V: Tensión (unidades en voltios-V)
- A: Intensidad (unidades en amperios-A)
- W: Potencia activa (unidades en vatios-W)
- Q: Potencia Reactiva (unidades en voltiamperios reactivos-Var)
- S: Potencia Aparente (unidades en voltiamperios-VA)
- $\cos\phi$: Factor de Potencia
- LGA: Línea General de Acometida
- CGP: Caja General de Protección
- CGA: Cuadro General de Alumbrado
- CGF: Cuadro General de Fuerza
- CSA: Cuadro secundario de Alumbrado
- CF: Cuadro de Fuerza
- LA: Línea de Alumbrado
- LF: Línea de Fuerza
- F: Fase
- N: Neutro
- TT: Toma de Tierra
- XLPE: Polietileno Reticulado
- S: Sección (unidades en mm²)
- σ : Conductividad (m/ Ω mm²)
- ρ : resistividad del terreno (Ω x m)

3.3.4 Empresa suministradora de energía

El suministro eléctrico será realizado por la empresa UNIÓN FENOSA DISTRIBUCIÓN S.A., empresa suministradora de la zona. 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. La transformación de tensión se realizará mediante un transformador propiedad de la compañía eléctrica y el régimen de tensión al cual funcionan los equipos eléctricos de la instalación será de 400V en caso de equipos trifásicos y 230V en caso de monofásicos.

3.3.5 Requisitos de diseño

La CGP tiene que situarse en el límite entre la propiedad privada y la pública, por ello en nuestro proyecto se situará sobre el muro que separa el aparcamiento de la nave industrial de la vía pública. Debido a la limitación de la empresa suministradora de no colocar una CGP mayor de 300 A, colocaremos 2 Cajas Generales de Protección (CGP 1 y CGP 2).

La caída de tensión en las líneas de fuerza será del 5% y de alumbrado será del 3%. Para la línea de la CGP a los cuadros de alumbrado y fuerza será del 1.5%.

El factor de potencia será de 0.8 para fuerza y 0.9 para alumbrado.

La sección mínima de los cables tiene que ser de 1.5 mm² para los circuitos de fuerza y 2.5 mm² para los circuitos de alumbrado.

Deberá colocarse picas de tomas de tierra cuando la resistencia sea mayor de 10 Ω .

La instalación deberá disponer de:

- Zona de recepción de material y corte:
 - 1 sierra semiautomática BR 240/320. P = 1,5 kW.
 - 1 sierra semiautomática BR 320/510. P = 2 kW.
 - 1 cizalla 3106-S. P = 5 kW.
 - 1 plegadora 124. P = 7,5 kW.
 - 4 tomas de corriente combinadas: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.-400 V.

- Zona de mecanizado:
 - 2 tornos S-90/260. P = 5 kW.
 - 1 fresadora universal GMR 152. P = 3,5 kW.
 - 1 rectificadora G 41-V. P = 3,5 kW.
 - 1 roscadora SH-25. P = 2 kW.
 - 1 taladros sobremesa SE-25. P = 2 kW.
 - 2 tomas de corriente combinadas: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.-400 V.

- Zona de montaje:
 - 1 toma de corriente combinada: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.-400 V., cada 6-8 m., medidos perimetralmente.

- Almacén
 - 2 tomas de corriente combinadas: 2 bases 10/16 A.-230 V. y 1 base 32 A.-400 V.

- Oficinas, despachos, aseos y vestuarios:
 - Tomas de corriente 10/16 A.-230 V.

Toda la instalación eléctrica que alimenta a las máquinas, debido a que se puede considerar como una instalación con riesgo de incendio según la ITC-BT-29, se realizará con cables de aislamiento 0,6/1 kV, no propagadores de incendios y con emisión de humos y opacidad reducida, discurriendo por canalización subterránea bajo tubo de polietileno corrugado de doble pared con un grado de protección IP44.

3.3.6 Consideraciones generales

La instalación se realizara conforme a lo estipulado por el REBT en las diferentes ITC vinculadas al objeto de este anexo, de tal forma que sea posible dotar la nave de los equipos necesarios para habilitar la instalación eléctrica cumpliendo con los estándares requeridos.

A continuación se describe el esquema correspondiente a la instalación eléctrica de la nave objeto de este anexo:

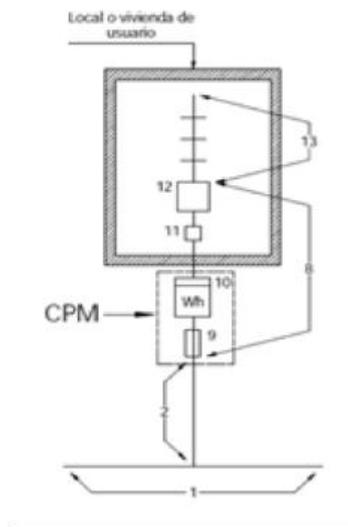


Figura 3.3.6.1 Esquema para un Único Usuario

Dónde:

1. Red de distribución.
2. Acometida.
8. Derivación Individual.
9. Fusible de seguridad.
10. Contador.
11. Caja para interruptor de control de potencia.
12. Dispositivos generales de mando y protección.
13. Instalación interior.

Para calcular el valor de la sección de la derivación individual se tendrá en cuenta la potencia de consumo calculada. A efectos de las intensidades admisibles por cada sección, se tendrá en cuenta lo que se indica en la instrucción ITC-BT-19 y para el caso de cables aislados en el interior de tubos enterrados, lo dispuesto en la instrucción ITC-BT-07.

La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% de la tensión nominal para cualquier línea.



Figura 3.3.6.2 Caídas Máximas de Tensión

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 al reglamento electrotécnico de baja tensión del ministerio de industria y a 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 por la normativa a seguir.

Los coeficientes a los que se hace referencia son los expuestos a continuación:

- Coeficiente de simultaneidad (kS). Este parámetro dará una idea de la no coincidencia temporal en la demanda de potencia de cargas.
- Coeficiente de utilización (kU). 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 considerara la relación Potencia consumida / Potencia nominal.

3.3.7 Clasificación del local

De acuerdo con la instrucción ITC-BT-29 (Instrucción Técnica Complementaria de Baja Tensión), se considera que la actividad a desarrollar posee riesgo de incendio al manipularse material inflamable (zona de recepción y corte de chapas) en el caso de producirse un arco eléctrico, chispas, etc., por defectos de la instalación.

El material eléctrico utilizado deberá por tanto, ofrecer una estanqueidad adecuada para limitar estos riesgos.

De acuerdo con esta norma y según el punto 4.1 de dicha Instrucción, se clasifica nuestra instalación como emplazamiento de clase I, que comprenden aquellos en los que hay o puede haber gases, vapores o nieblas en cantidad suficiente para producir atmósferas explosivas o inflamables; se incluyen en esta clase los lugares en los que hay o puede haber líquidos inflamables.

3.3.8 Descripción de la instalación

Antes de explicar los cálculos realizados para llevar a cabo el proyecto, explicaremos la distribución y descripción de la instalación de fuerza en la nave.

Dicha instalación parte de una acometida, que se lleva hasta las dos CGPs, ya que la empresa suministradora nos prohíbe la instalación de una CGP mayor de 300 A, de las cuales sacamos una línea general que será la que nos lleve hasta el Cuadro General de Fuerza y de Alumbrado, del que procederán todas las líneas procedentes de los diferentes cuadros secundarios de alumbrado y de fuerza.

La parte de la instalación de la que depende el alumbrado ya ha sido explicada en el anexo 1 "Iluminación".

La instalación de fuerza se dispone en la nave en 5 cuadros fuerza (CF), todos ellos procedentes del CGF.

El primero de ellos, CF 1, es el encargado de dar servicio a la zona de la nave dedicada a recepción, corte y almacén. Se encuentra situado cercano a la puerta lateral de la nave y de él dependen 7 líneas de alumbrado, tres de ellas destinadas a 2 tomas de corriente combinadas cada una y las 6 restantes destinadas a las diferentes máquinas empleadas en esta zona.

El CF 2, se encuentra situado en la zona correspondiente a mecanizado. En este cuadro secundario tenemos una distribución de 7 líneas, una de ellas para 2 tomas de corriente combinadas y las otras para la maquinaria empleada en este proceso.

El CF 3, es el encargado de abastecer la zona restante de montaje y se compone de 6 líneas diferentes. Todas las líneas se utilizan para dar servicio a 2 tomas de corriente

combinadas cada una de ellas. Estas tomas de corriente se repartirán por todo el perímetro de la zona.

El CF 4, es el encargado de abastecer a toda la zona restante de planta baja y se compone de 6 líneas diferentes. La primera de ellas se compone de las tomas de corriente monofásicas de los aseos. La segunda abastece a los vestuarios, tanto masculino como femenino. La tercera alimenta a la oficina administrativa y está compuesta por 3 puestos de trabajo y las tomas monofásicas independientes que se distribuyen por el resto del local. La cuarta línea que sale de este cuadro secundario da servicio al despacho del jefe de fabricación por lo que se compone de un puesto de trabajo y las tomas independientes. La quinta línea alimenta al despacho de los técnicos comerciales que tiene dos puestos de trabajo. La sexta o última línea da servicio a la zona de exposición y de sala de estar que está formada por todas las tomas de corriente (dobles o individuales) que se reparten por toda la zona.

El CF 5, es el cuadro secundario que da servicio a toda la entreplanta de la nave, y a partir del mismo se distribuyen las 7 líneas de fuerza correspondientes. La primera de ellas abastece a una zona de la oficina técnica formada por 2 puestos de trabajo. La segunda de las líneas alimenta a otra zona de la oficina técnica de la que dependen otros dos puestos de trabajo. La tercera línea también alimenta a otro puesto de trabajo de la oficina técnica. Por último las líneas 4,5 y 6 dan servicio al despacho del director técnico, director gerente y a la sala de reuniones con sus respectivos puestos de trabajo. La línea 7 alimentará a la zona de pasillo y de los aseos. De estas líneas, además de los puestos de trabajo necesarios, también dependerán las tomas de corriente necesarias en la repartición de los espacios.

Cabe destacar que cada línea lleva las protecciones correspondientes para la protección de la instalación.

3.3.9 Cálculos de la instalación

Con el objeto de determinar la potencia a instalar, se analiza la previsión de carga para alumbrado, maquinaria y tomas de corriente.

Para el cálculo de la previsión de potencia, nos basamos en la instalación de un cuadro de fuerza o de alumbrado para las diferentes zonas de la nave. Todos estos cuadros dependen del cuadro general de fuerza (CGF) o cuadro general de alumbrado (CGA) según corresponda.

Para la parte de fuerza tenemos 5 subcuadros (CF): de corte, recepción y almacén; de mecanizado; de montaje; de planta baja y de entreplanta.

En cuanto a la parte de alumbrado, tenemos 4 subcuadros (CSA): de almacén; de nave industrial; de planta baja y de entreplanta.

Los valores de la previsión de cargas de la nave se indican, a continuación, en las siguientes tablas:

3.3.9.1 Previsión de la potencia para alumbrado

Planta baja					
Zona	Luminaria	Potencia unitaria (W)	Nº luminarias	Factor simultaneidad	Potencia total (W)
Nave industrial	PHILIPS BY 461P 1XLED 240S/740 WB GZ	292	51	1	14892
Almacén	PHILIPS BY 460P 1XLED 120S/740 WB GZ	145	15	1	2175
Oficina administrativa	PHILIPS BBS482 1xDLED-4000	19	21	1	399
Jefe de fabricación	PHILIPS BBS482 1xDLED-4000	19	12	1	228
Técnicos comerciales	PHILIPS BBS482 1xDLED-4000	19	15	1	285
Exposición y sala de espera	PHILIPS BBS482 1xDLED-4000	19	21	1	399
Balcón y escaleras	PHILIPS BY 460P 1XLED 120S/740 WB GZ	145	3	1	435
Aseos	PHILIPS BCS490 1xDLED-4000 C	33,5	2	1	67
Vestuarios	PHILIPS BCS490 1xDLED-4000 C	33,5	16	1	536
TOTAL			156		19416

Tabla 3.3.9.1.1 - Previsión Cargas Alumbrado Planta Baja

Entreplanta					
Zona	Luminaria	Potencia unitaria (W)	Nº luminarias	Factor simultaneidad	Potencia total (W)
Sala de reuniones	PHILIPS BBS482 1xDLED-4000	19	28	1	532
Director técnico	PHILIPS BBS482 1xDLED-4001	19	12	1	228
Director gerente	PHILIPS BBS482 1xDLED-4002	19	16	1	304
Oficina técnica	PHILIPS BBS482 1xDLED-4003	19	42	1	798
Pasillo	PHILIPS BBS482 1xDLED-4004	19	10	1	190
Aseos	PHILIPS BCS490 1xDLED-4000 C	33,5	2	1	67
TOTAL			110		2119

Tabla 3.3.9.1.2 - Previsión Cargas Alumbrado Planta Alta

Según lo observado en las tablas anteriores, podemos ver la potencia total de alumbrado necesaria en la nave industrial:

Zona	Potencia total (W)
Planta baja	19416
Entreplanta	2119
TOTAL	21535

Tabla 3.3.9.1.3 - Previsión Cargas Alumbrado

3.3.9.2 Previsión de la potencia para fuerza

Planta Baja			
Zona	Carga	Pot. instalada(W)	Pot. Calculada(W)
Recepción material, corte y almacén	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	Cizalla 3106-S	5000	6250
	Plegadora 124	7500	9375
	Sierra semiautomática BR 240/320	1500	1875
	Sierra semiautomática BR 320/510	2000	2500
Mecanizado	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	Rectificadora G 41-V	3500	4375
	Taladro SE-25	2000	2500
	Torno S90/260	5000	6250
	Torno S90/260	5000	6250
	Roscadora SH25	2000	2500
Montaje	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
	2 tomas de corriente combinadas	47248	5902
Oficinas planta baja	Aseos (4 tomas monofásicas)	11776	2355
	Vestuarios (10 tomas monofásicas)	29440	5888
	Oficina administrativa (3 puestos de trabajo + 3 tomas monofásicas)	58880	5888
	Despacho jefe de fabricación (1 puesto de trabajo + 2 tomas monofásicas)	23552	2355
	Despacho técnicos comerciales (2 puestos de trabajo + 2 tomas monofásicas)	41216	4122
	Exposición y sala de estar (12 tomas monofásicas)	35328	3533
	TOTAL	706172	125036

Tabla 3.3.9.2.1 – Previsión Cargas Fuerza Planta Baja

Entreplanta			
Zona	Carga	Pot. instalada(W)	Pot. Calculada(W)
Oficina técnica	2 puestos de trabajo + 1 toma monofásica	38272	3827
Oficina técnica	2 puestos de trabajo + 1 toma monofásica	38272	3827
Oficina técnica	1 puestos de trabajo + 3 toma monofásica	26496	2650
Despacho director gerente	1 puestos de trabajo + 3 toma monofásica	26496	2650
Despacho director técnico	1 puestos de trabajo + 3 toma monofásica	26496	2650
Sala de reuniones	2 puestos de trabajo + 5 toma monofásica	44160	4416
Pasillo y aseos	10 tomas monofásicas	29440	5888
TOTAL		229632	25908

Tabla 3.3.9.2.2 – Previsión Cargas Fuerza Planta Alta

Según lo observado en las tablas anteriores, podemos ver la potencia total de fuerza necesaria en la nave industrial:

Zona	Pot. instalada(W)	Pot. Calculada(W)
Planta Baja	706172	125036
Entreplanta	229632	25908
TOTAL	935804	150944

Tabla 3.3.9.2.3 – Previsión Cargas Fuerza

3.3.9.3 Previsión de la potencia total

Una vez que tenemos las potencias tanto de fuerza como de alumbrado de las diferentes zonas, podemos calcular la potencia total necesaria en la nave, que nos permite dimensionar la caja general de protección y la potencia que le demandaremos a la empresa suministradora.

- Alumbrado Planta Baja → 19416W
- Alumbrado Entreplanta → 2119W
 - Total Alumbrado → 21525W
- Fuerza Planta Baja → 125036W
- Fuerza Entreplanta → 25908W
 - Total Fuerza → 150944W

3.3.9.3 Método de cálculo de la sección de los conductores empleados

En esta sección se muestran las fórmulas empleadas para la realización de los cálculos eléctricos.

Estos cálculos se hacen en base al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Algunas de estas secciones se sacan directamente del REBT mientras que otras se necesitan unos cálculos previos que se explicaran en los apartados siguientes.

- Cálculo por límite térmico

El cálculo de secciones se realizará, según establece el REBT, fijando las intensidades de corriente máximas admisibles en función de la sección, del material conductor, del aislamiento y según el tipo de instalación que marca las condiciones de enfriamiento.

- Redes aéreas. La sección se fijará por las tablas de la instrucción ITC BT 06, que indican las intensidades admisibles para conductores desnudos o aislados hasta una tensión de aislamiento de 1000 V y temperatura ambiente de 40 °C.
- Redes subterráneas. La sección se fija por las tablas de la instrucción ITC BT 07 que indican las intensidades admisibles para conductores aislados, con una tensión de aislamiento de 1000 V y a la temperatura de 25 °C.
- Instalaciones interiores. La sección se fija por las tablas de la instrucción ITC-BT-19 que indican las intensidades admisibles en aislados, para una tensión de aislamiento de 750 V a 1000 V y a la temperatura ambiente de 40 °C.

A continuación se indican las expresiones a utilizar para el cálculo de conductores por límite térmico:

- Suministro monofásico

$$I = \frac{P}{V \times \cos \varphi} \quad (A)$$

- Suministro trifásico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos \varphi} \quad (A)$$

Dónde:

- I: Intensidad en amperios.
- P: Potencia que circula por la línea en vatios.
- $\cos \varphi$: factor de potencia estimado para la línea. Se considera en este caso 0,8 para fuerza, y 0,9 para iluminación.
- V: Tensión de funcionamiento de la línea en voltios.

230 V en caso de circuitos monofásicos.

400 en caso de circuitos trifásicos.

Para la selección de la sección de los conductores se utiliza la Tabla 1 de la ITCBT-19 que se muestra a continuación, de la cual el tipo de montaje es el B; conductores aislados en tubos en montajes superficiales o empotrados en obra con protección de polietileno reticulado (XLPE).

		3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE	2x EPR XLPE					
A	Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes.										
A2	Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes.	3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE	2x EPR XLPE					
B	Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.				3x PVC	2x PVC			3x EPR XLPE	2x EPR XLPE	
B2	Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra.			3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE		2x EPR XLPE		
C	Cables multiconductores directamente sobre la pared.					3x PVC	2x PVC		3x EPR XLPE	2x EPR XLPE	
E	Cables multiconductores al aire libre. Distancia sobre la pared no inferior a 0,3D.						3x PVC		2x PVC	3x EPR XLPE	
F	Cables unipolares en contacto mutuo. Distancia sobre la pared no inferior a D.							3x PVC			
G	Cables unipolares separados mínimo D.									3x PVC	
		mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21
		2,5	15	18	17,5	18,5	21	22	-	25	29
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68
		16	45	49	54	59	68	70	-	80	91
		25	59	64	70	77	84	88	96	105	116
		35		77	86	96	104	110	119	131	144
		50		94	103	117	125	133	145	159	175
		70				149	160	171	188	202	224
		95				180	194	207	230	245	271
		120				208	225	240	267	284	314
		150				236	260	278	310	338	383
		185				268	297	317	354	386	415
		240				315	350	374	419	456	490
		300				380	404	423	484	524	565

Tabla 3.3.9.3.1 – Secciones REBT

- Cálculo por caída de tensión

La sección del conductor es función de la caída de tensión admisible en la línea, en las instalaciones interiores según la ITC – BT- 25, la máxima caída de tensión es del 3% para alumbrado y del 5% para fuerza considerando la intensidad nominal del interruptor automático; o según la guía técnica de aplicación “Cálculo de Caídas de Tensión”:

Parte de la instalación	Para alimentar a :	Caída de tensión máxima en % de la tensión de suministro.	$e=\Delta U_{III}$	$e=\Delta U_I$
LGA: (Línea General de Alimentación)	Suministros de un único usuario	No existe LGA	--	--
	Contadores totalmente concentrados	0,5%	2 V	--
	Centralizaciones parciales de contadores	1,0%	4 V	--
DI (Derivación Individual)	Suministros de un único usuario	1,5%	6 V	3,45 V
	Contadores totalmente concentrados	1,0%	4 V	2,3 V
	Centralizaciones parciales de contadores	0,5%	2 V	1,15 V
Circuitos interiores	Circuitos interiores en viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de alumbrado que no sean viviendas	3%	12 V	6,9 V
	Circuitos de fuerza que no sean viviendas	5%	20 V	11,5 V

Tabla 3.3.9.3.2 – Caídas Tensión

La sección para circuitos de alumbrado y para circuitos de fuerza monofásicos se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V = \frac{2 \times P \times L}{\sigma \times V \times S} \quad (V)$$

La sección para circuitos de fuerza trifásicos se calcula mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta V = \frac{P \times L}{\sigma \times V \times S} \quad (V)$$

Dónde:

- ΔV : Caída de tensión en voltios.
- P: Potencia que circula por la línea en vatios.
- L: Longitud de la línea en metros.
- V: Tensión de funcionamiento de la línea. S: Sección del conductor instalado en mm².
- σ : Conductividad que depende del tipo de material, en nuestro caso cobre, y de la temperatura del conductor, para cables de aislamiento 0,6/1 kV se toma el valor de 44 m/Ωmm² y para los de aislamiento de 450/750 V 48 m/Ωmm².

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 3.3.9.3.3 – Conductividad

3.3.9.4 Conductores

Los conductores a instalar en los cuadros de fuerza serán conductores unipolares rígidos de cobre del tipo RZ1-K, libre de halógenos, RV 0,6/1kV, marca Prysmian, modelo Afumex 1000V Iris Tech (AS), o equivalente, de aislamiento en XLPE.

Los conductores a instalar en los cuadros de alumbrado serán conductores unipolares flexibles de cobre del tipo ES07Z1-K, libre de halógenos, 450/750V, marca Prysmian, modelo Afumex 750V Quick System (AS), o equivalente, de aislamiento tipo PVC (mezcla especial termoplástica cero halógenos). 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.

3.3.9.5 Sección de tubos empleado

El diámetro de los tubos utilizados en la instalación de las diferentes líneas de fuerza y alumbrado, se hace en base a la ITC-BT-21 "Tubos y Canales Protectoras" mirando en la Tabla 5 (canalizaciones empotradas), el diámetro del tubo en función del número de conductores de la línea.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40
25	25	32	40	40	50
35	25	40	40	50	50
50	32	40	50	50	63
70	32	50	63	63	63
95	40	50	63	75	75
120	40	63	75	75	--
150	50	63	75	--	--
185	50	75	--	--	--
240	63	75	--	--	--

Tabla 3.3.9.4.1 – Sección Tubos Canalización Empotrada

Para la línea desde las Cajas Generales de Protección (CGP) hasta el Cuadro General de fuerza y alumbrado (CGF y CGA) se utiliza un tubo según la Tabla 9 de canalizaciones enterradas:

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Tabla 3.3.9.4.1 – Sección Tubos Canalización Enterrada

3.3.9.6 Protecciones

3.3.9.6.1 Protección contra sobreintensidades

Tal y como establece la ITC-BT-22 del REBT, todo circuito estará protegido contra efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizara en un tiempo conveniente, por lo que además 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 magnetotérmicos 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 tabla 1 de la ITC-BT-22, p.3, Apartado 1.2.

3.3.9.6.2 Protección contra 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 el apartado tercero de 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.

3.3.9.6.3 Protección contra 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, apartado 10.

Los sistemas de protección en función de los distintos esquemas de conexión de la instalación, según la ITC-BT-08 y que la norma UNE20.460-4-41 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 cuadro general de protección y cuadros secundarios los siguientes interruptores diferenciales:

- En circuitos de Alumbrado: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.
- En circuitos de Fuerza: Interruptores diferenciales de alta sensibilidad de 30mA.
- En el Cuadro General Principal: Interruptores diferenciales de 300mA de sensibilidad.

Esta diferenciación se realiza para una buena selectividad de los dispositivos de protección, cumpliendo la normativa que se hace referencia en la ITC-BT-24.

3.3.9.6.4 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.

3.3.9.6.5 Protección contra 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, apartamento (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 DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS 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 3.3.9.6.5.1 – Protección contra Sobretensiones

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.

3.3.9.6.6 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.

3.3.9.7 Cajas empalme y derivación

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores 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 convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

3.3.9.8 Maquinaria

Según el REBT ITC-BT-47 p.4, Apartado6, 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.

Todos los motores considerados para el presente proyecto que superan los 3 kW dispondrán de un sistema de arranque estrella-triángulo, 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.

3.3.9.9 Bases de enchufe

Se dispondrá de bases de enchufe combinadas, que constan de tres enchufes monofásicos de 16A y una base de enchufe de corriente trifásica de 25A, bajo envoltente adecuada, para alimentar las cargas de la zona industrial.

Además se dispondrán de bases de enchufe monofásicas de 16 A, para la alimentación del resto de dependencias de la nave.

3.3.9.10 Puesta a tierra

En la ITC-BT-18 p.2, Apartados 1 y 2, 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 sollicitaciones 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.

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.

3.3.9.10.1 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 mm².

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.

Para realizar el cálculo, seguimos la ordenanza del propio polígono y la clasificación del REBT que nos dice que nuestras parcelas están compuestas por terreno cultivable, que consideraremos como terreno cultivable poco fértil, por lo tanto si miramos la clasificación que hace el REBT de los diferentes tipos de terreno, la resistividad del terreno es: 150 Ω x m.

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 3.3.9.10.1.1 – Resistividad del Terreno

3.3.9.10.1.2 Electrodo de puesta a tierra

Es el elemento que une la instalación de protección con el terreno. Se efectúa por medio de electrodos elementos conductores en contacto íntimo con el terreno, encargados de difundir a tierra las corrientes de fuga, formados por: barras (picas), tubos, pletinas, conductores desnudos, placas, anillos o mallas constituidas por elementos anteriores...

Nosotros vamos a emplear picas, que son electrodos en forma de barra con punta, para facilitar el ser hincadas al terreno en posición vertical. La longitud de las picas va a ser de 2 m, por lo que el valor de la resistencia eléctrica de cada pica, si miramos la tabla que nos da el REBT, se calcula mediante:

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 r / P$
Pica vertical	$R = r / L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 r / L$

Tabla 3.3.9.10.1.2 – Tabla de Resistencia de Tierra

Dónde:

- ρ : es la resistividad del terreno.
- L: longitud de las picas.

La resistencia de puesta a tierra, teniendo en cuenta que se instalarán dispositivos de protección de 30 mA, y que la tensión de contacto no podrá ser superior a 24 V será como máximo:

$$R = \frac{24}{0,03} = 800 \Omega$$

Dado que la resistividad del terreno es de 150 Ohmios, con el electrodo de 2 metros de longitud obtenemos una resistencia de tierra de:

$$R = \frac{150}{2} = 75 \Omega$$

Este valor es muy inferior al máximo permitido, por lo tanto cumple, aunque dichos cálculos solo nos dan un valor aproximado de la resistencia de tierra del electrodo.

La comprobación experimental “in situ” será la que nos determine el número de electrodos a establecer para obtener un valor de la resistencia permisible.

Se emplean normalmente dos formas de instalación de las picas: picas en profundidad y picas en paralelo.

Empleamos en esta instalación la de picas en paralelo, que consiste en instalar tantas picas en paralelo como sean necesarias hasta conseguir la resistencia deseada.

Se tendrá en cuenta que la separación entre ellas sea mayor que su longitud ($d_{min} > 1,5 \times L$) y se unirán entre sí con cable de cobre desnudo enterrado de 35 mm² de sección. La distancia mínima será 3 metros.

3.3.9.10.1.3 Conductores de tierra

La sección de los conductores de tierra tiene que cumplir lo establecido en el apartado 3.4 de la ITC-BT-18.

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

3.3.9.10.1.3 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, Apartado 543.1.1.

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 conductor fase $S(\text{mm}^2)$	Sección mínima conductor protección $S_p(\text{mm}^2)$
Hasta 16 mm^2	$S_p = S$
De 16 a 35 mm^2	$S_p = 16$
Superiores a 35 mm^2	$S_p = S/2$

Tabla 3.3.9.10.1.3 – Conductores de protección

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización serán de cobre, con una sección, al menos de:

- $2,5 \text{ mm}^2$, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm^2 , 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.

3.3.9.10.1.4 Borne principal a tierra

A él se unen: el conductor de tierra que viene de la toma de tierra y los conductores de protección que unen eléctricamente las masas de una instalación.

Se encuentra fuera del terreno, accesible y protegido.

Es recomendable alojarlo en una arqueta que será prefabricada de hormigón armado.

3.3.9.10.1.5 Conductores de equipotencialidad principal

Uniría eléctricamente el borne principal de tierra con la canalización principal agua pero al no ser metálica no hay conductores de este apartado.

3.3.9.10.1.6 Conductores de equipotencialidad suplementaria

Une eléctricamente las masas o envolventes metálicas de los receptores elementos conductores de la instalación como las vigas.

Su sección no será inferior a la mitad del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm², aunque si es de cobre puede ser reducida a 2,5 mm². Por lo tanto será de 10 mm² de sección ya que el conductor de protección mayor en toda la instalación es de 16 mm².

3.3.9.10.1.6 Cálculo de puesta a tierra

El cálculo de la puesta a tierra de la nave se calcula mediante la siguiente expresión:

$$R_{cable} = 2 \cdot \frac{\rho}{L}$$

Dónde:

- ρ : es la resistividad del terreno. ($\Omega \cdot m$)
- L: longitud del cable de cobre (m)

La resistencia es menor de 10 Ω por lo que no es necesario la instalación de picas de puesta a tierra aunque para una máxima protección y ante posibles variaciones del terreno se dispondrán dos picas en paralelo.

3.3.9.11 Cálculo de líneas

Según la Guía de Aplicación del REBT: Las líneas de alimentación a los puntos de luz y de control partirán desde un cuadro de protección y control; las líneas estarán protegidas individualmente en este cuadro.

Serán cuadros estancos de chapa electrozincada con revestimiento de pintura epoxy + poliéster.

La envolvente de todos los cuadros proporcionarán un grado de protección mínima IP55 según UNE 20.324 e IK10 según UNE-EN 50.102 y dispondrá de un sistema de cierre que permita el acceso exclusivo al mismo, del personal autorizado, con su puerta de acceso situada a una altura comprendida entre 2 m y 0,3 m, (en nuestro caso estarán situados a 1,5 m). Las partes metálicas del cuadro irán conectadas a tierra.

Las características de las líneas, tanto sección de los cables de las fases, como las de los conductores de protección, como los tubos o las protecciones se pueden ver en las tablas que se muestran en este mismo punto.

3.3.9.11.1 Reparto líneas

El reparto en las líneas de alumbrado y fuerza tiene que ser homogéneo entre las fases R, S y T para así evitar problemas surgidos del desequilibrio de alguna de estas fases.

Como se puede observar en las tablas, la potencia se encuentra más o menos repartida entre las 3 fases.

3.3.9.11.1 Líneas alumbrado

En las siguientes tablas se muestran los cálculos de cada línea con sus cuadros con los métodos mencionados anteriormente:

C.G.A	Fases	Potencia luminaria (W)	Cantidad	F.d.p	Potencia total (W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm2)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm2)	Sección comercial(mm2)	S(VA)	Q(VAr)	Tubo(mm2)	Protección
Línea a C.S.A.1 (Nave industrial)	R, S, T	14892	1	0,9	14892	58,96	29,48	3	3,266489	23,88306	25	2,5	2,5	16546,67	9928	20	4x25A
Línea a C.S.A.2 (Almacén)	R, S, T	2175	1	0,9	2175	80,8	40,4	3	0,653795	3,488158	18	1,5	1,5	2416,667	1450	20	4x16A
Línea a C.S.A.3 (Planta baja)	R, S, T	2349	1	0,9	2349	0,71	0,355	3	0,006205	3,767211	18	1,5	1,5	2610	1566	20	4x16A
Línea a C.S.A.4 (Entreplanta)	R, S, T	2119	1	0,9	2119	20,96	10,48	3	0,165232	3,398348	18	1,5	1,5	2354,444	1412,667	20	4x16A
TOTAL					21535					34,53677				23927,78	14356,67		

Tabla 3.3.9.11.1.1 – Líneas Alumbrado

C.S.A.1(Nave industrial)	Fases	Potencia luminaria (W)	Cantidad	F.d.p	Potencia total (W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm2)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm2)	Sección comercial(mm2)	S(VA)	Q(VAr)	Tubo(mm2)	Protección
LA 1-1	R	292	9	0,9	2628	57,35	28,675	3	0,847937	12,69565	21	1,5	1,5	2920	1752	16	2x20A
LA 1-2	R	292	7	0,9	2044	34,72	17,36	3	0,399269	9,874396	21	1,5	1,5	2271,111	1362,667	16	2x20A
LA 1-3	S	292	7	0,9	2044	30,34	15,17	3	0,3489	9,874396	21	1,5	1,5	2271,111	1362,667	16	2x20A
LA 1-4	S	292	7	0,9	2044	35,98	17,99	3	0,413759	9,874396	21	1,5	1,5	2271,111	1362,667	16	2x20A
LA 1-5	T	292	7	0,9	2044	41,64	20,82	3	0,478847	9,874396	21	1,5	1,5	2271,111	1362,667	16	2x20A
LA 1-6	T	292	7	0,9	2044	47,95	23,975	3	0,55141	9,874396	21	1,5	1,5	2271,111	1362,667	16	2x20A
LA 1-7	T	292	7	0,9	2044	54,26	27,13	3	0,623973	9,874396	21	1,5	1,5	2271,111	1362,667	16	2x20A
TOTAL			51		14892	302,24				71,94203				16546,67	9928		

Tabla 3.3.9.11.1.2 – Línea 1 Alumbrado

C.S.A.2(Almacén)	Fases	Potencia luminaria (W)	Cantidad	F.d.p	Potencia total (W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm2)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm2)	Sección comercial(mm2)	S(VA)	Q(VAR)	Tubo(mm2)	Protección
LA 2-1	R	145	5	0,9	725	20,56	10,28	3	0,083862	3,502415	21	1,5	1,5	805,5556	483,3333	16	2x20A
LA 2-2	S	145	5	0,9	725	26,36	13,18	3	0,10752	3,502415	21	1,5	1,5	805,5556	483,3333	16	2x20A
LA 2-3	T	145	5	0,9	725	32,44	16,22	3	0,13232	3,502415	21	1,5	1,5	805,5556	483,3333	16	2x20A
TOTAL			15		2175	79,36				10,50725				2416,667	1450		

Tabla 3.3.9.11.1.3 – Línea 2 Alumbrado

C.S.A.3(Planta baja)	Fases	Potencia luminaria (W)	Cantidad	F.d.p	Potencia total (W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm2)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm2)	Sección comercial(mm2)	S(VA)	Q(VAR)	Tubo(mm2)	Protección
LA 3-1 (aseos)	R	33,5	2	0,9	67	8,31	4,155	3	0,003132	0,323671	21	1,5	1,5	74,44444	44,66667	16	2x20A
LA 3-2 (vestuarios)	R	33,5	16	0,9	536	41,87	20,935	3	0,126262	2,589372	21	1,5	1,5	595,5556	357,3333	16	2x20A
LA 3-3 (oficina administrativa)	R	19	21	0,9	399	51,7	25,85	3	0,116056	1,927536	21	1,5	1,5	443,3333	266	16	2x20A
LA 3-4 (exposición y sala de espera, balcón y escaleras)	S	19	21	0,9	399	52,93	26,465	3	0,118817	1,927536	21	1,5	1,5	443,3333	266	16	2x20A
	S	145	2	0,9	290	17,47	8,735	3	0,028503	1,400966	21	1,5	1,5	322,2222	193,3333	16	2x20A
	S	145	1	0,9	145	17,32	8,66	3	0,014129	0,700483	21	1,5	1,5	161,1111	96,66667	16	2x20A
LA 3-5 (despacho jefe de fabricación)	T	19	12	0,9	228	42,18	21,09	3	0,054106	1,101449	21	1,5	1,5	253,3333	152	16	2x20A
LA 3-6 (despacho técnicos comerciales)	T	19	15	0,9	285	53,98	26,99	3	0,086553	1,376812	21	1,5	1,5	316,6667	190	16	2x20A
TOTAL			90		2349	285,76				11,34783				2610	1566		

Tabla 3.3.9.11.1.4 – Línea 3 Alumbrado

C.S.A.4 (Entreplanta)	Fases	Potencia luminaria (W)	Cantidad	F.d.p	Potencia total (W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm ²)	Intensidad(A)	Intensidad admissible (A)	Sección por intensidad admissible(mm ²)	Sección comercial(mm ²)	S(VA)	Q(VAr)	Tubo(mm ²)	Protección
LA 4-1 (pasillo)	R	19	10	0,9	190	26,5	13,25	3	0,028327	0,917874	21	1,5	1,5	211,1111	126,6667	16	2x20A
LA 4-2 (aseos)	R	33,5	2	0,9	67	25,13	12,565	3	0,009473	0,323671	21	1,5	1,5	74,44444	44,66667	16	2x20A
LA 4-3 (sala de reuniones)	R	19	28	0,9	532	61,12	30,56	3	0,182936	2,570048	21	1,5	1,5	591,1111	354,6667	16	2x20A
LA 4-4 (despacho director técnico)	S	19	12	0,9	228	32,6	16,3	3	0,041817	1,101449	21	1,5	1,5	253,3333	152	16	2x20A
LA 4-5 (despacho director gerente)	S	19	16	0,9	304	32,11	16,055	3	0,054919	1,468599	21	1,5	1,5	337,7778	202,6667	16	2x20A
LA 4-6 (oficina técnica)	T	19	42	0,9	798	71,11	35,555	3	0,319256	3,855072	21	1,5	1,5	886,6667	532	16	2x20A
TOTAL			110		2119	248,57				10,23671				2354,444	1412,667		

Tabla 3.3.9.11.1.5 – Línea 4 Alumbrado

3.3.9.11.2 Líneas fuerza

En las siguientes tablas se muestran los cálculos de cada línea con sus cuadros con los métodos mencionados anteriormente:

C.G.F	Fases	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas	F.d.p	P. a Isorbida (W)	Simultaneidad	P. real (W)	Longitud total(m)	Longitud media (m)	Caida de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm ²)	Intensidad (A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible (mm ²)	Sección comercial (mm ²)	Sección Neutro (mm ²)	Sección TT (mm ²)	S (VA)	Q (Var)	Nº conductores	Tubo (mm)	Protección
Línea a C.F.1 (Recepción, corte y almacén)	R, S, T	0	0	0,8	37707,3	1	37707,3	78	39	5	6,56511	68,0323	80	16	16	16	16	47134,2	28280,5	3F/N+TT (XLPE)	32	4x80A
Línea a C.F.2 (Mecanizado)	R, S, T	0	0	0,8	29855,2	1	29855,2	37	18,5	5	2,46572	53,8653	60	10	10	10	10	37319	22391,4	3F/N+TT (XLPE)	32	4x60A
Línea a C.F.3 (Montaje)	R, S, T	0	0	0,8	35414,6	1	35414,6	55	27,5	5	4,34778	63,8958	80	16	16	16	16	44268,3	26561	3F/N+TT (XLPE)	32	4x80A
Línea a C.F.4 (Planta baja)	R, S, T	0	0	0,8	24140,8	1	24140,8	1	0,5	5	0,05389	43,5553	60	10	10	10	10	30176	18105,6	3F/N+TT (XLPE)	32	4x60A
Línea a C.F.5 (Entreplanta)	R, S, T	0	0	0,8	25907,2	1	25907,2	23	11,5	5	1,33006	46,7423	60	10	10	10	10	32384	19430,4	3F/N+TT (XLPE)	32	4x60A
TOTAL					153025		153025	194				276,091						191281	114769			

Tabla 3.3.9.11.2.1 – Líneas Fuerza

C.F.1 (Recepción, corte y almacén)	Fases	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas	F.d.p	P. absorbida(V)	Simultaneidad	P. real(W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(m)	Sección comercial(m ²)	Sección Neutro(mm ²)	Sección TT(mm ²)	S(VA)	Q(VAr)	N° conductores	Tubo(mm)	Protección
LF-1.1 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472	0,1	3547,2	19,3	9,65	5	0,0764	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	R	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	19,3	9,65	5	0,1534	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-1.2 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472	0,1	3547,2	27,2	13,6	5	0,1077	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	S	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	27,2	13,6	5	0,2162	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-1.3 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472	0,1	3547,2	31,6	15,8	5	0,1251	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	T	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	31,6	15,8	5	0,2512	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-1.4 (cizalla)	R,S,T	0	0	0,8	5000	1,25	6250	10,2	5,1	5	0,1423	19,531	25	2,5	2,5	2,5	2,5	7812,5	4687,5	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
LF-1.5 (plegadora)	R,S,T	0	0	0,8	7500	1,25	9375	43,5	21,75	5	0,9103	29,297	34	4	4	4	4	11719	7031,3	3F/N+TT (XLPE)	25	4x32A
LF-1.6 (sierra semiautomática 320-510)	R,S,T	0	0	0,8	2000	1,25	2500	42,6	21,3	5	0,2377	7,8125	25	2,5	2,5	2,5	2,5	3125	1875	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
LF-1.7 (sierra semiautomática 240-320)	R,S,T	0	0	0,8	1500	1,25	1875	28	14	5	0,1172	5,8594	25	2,5	2,5	2,5	2,5	2343,8	1406,3	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
TOTAL					2E+05		37707	280,5				134,2						47134	28280			

Tabla 3.3.9.11.2.2 – Línea 1 Fuerza

C.F.2 (Mecanizado)	Fases	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas	F.d.p	P. absorbida(W)	Simultaneidad	P. real(W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm)	Sección comercial(m ²)	Sección Neutro(mm ²)	Sección TT(mm ²)	S(VA)	Q(VAr)	N° conductores	Tubo(mm)	Protección
LF-2.1 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472	0,1	3547,2	10,4	5,2	5	0,0412	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	R	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	10,4	5,2	5	0,0827	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-2.2 (rectificadora)	R,S,T	0	0	0,8	3500	1,25	4375	25,6	12,8	5	0,25	13,672	25	2,5	2,5	2,5	2,5	5468,8	3281,3	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
LF-2.3 (taladro SE)	R,S,T	0	0	0,8	2000	1,25	2500	4,4	2,2	5	0,0246	7,8125	25	2,5	2,5	2,5	2,5	3125	1875	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
LF-2.4 (torno S90)	R,S,T	0	0	0,8	6000	1,25	7500	9	4,5	5	0,1507	23,438	25	2,5	2,5	2,5	2,5	9375	5625	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
LF-2.5 (fresadora)	R,S,T	0	0	0,8	3500	1,25	4375	5	2,5	5	0,0488	13,672	25	2,5	2,5	2,5	2,5	5468,8	3281,3	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
LF-2.6 (torno S90)	R,S,T	0	0	0,8	5000	1,25	6250	15,2	7,6	5	0,2121	19,531	25	2,5	2,5	2,5	2,5	7812,5	4687,5	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
LF-2.7 (roscadora SH25)	R,S,T	0	0	0,8	2000	1,25	2500	14,5	7,25	5	0,0809	7,8125	25	2,5	2,5	2,5	2,5	3125	1875	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
TOTAL					33776		29855	84,1				98,74						37319	22391			

Tabla 3.3.9.11.2.3 – Línea 2 Fuerza

C.F.3 (Montaje)	Fases	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas	F.d.p	P. absorbida(V)	Simultaneidad	P. real(V)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm2)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm2)	Sección comercial(mm2)	Sección Neutro(mm2)	Sección TT(mm2)	S(VA)	Q(VAr)	N° conductores	Tubo(mm)	Protección
LF-3.1 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472,4	0,1	3547,2	9,7	4,85	5	0,0384	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	R	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	9,7	4,85	5	0,0771	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-3.2 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472,4	0,1	3547,2	17,5	8,75	5	0,0693	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	R	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	17,5	8,75	5	0,1391	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-3.3 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472,4	0,1	3547,2	25,1	12,55	5	0,0994	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	S	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	25,1	12,55	5	0,1996	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-3.4 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472,4	0,1	3547,2	32,8	16,4	5	0,1299	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	S	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	32,8	16,4	5	0,2608	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-3.5 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472,4	0,1	3547,2	7,5	3,75	5	0,0297	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	T	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	7,5	3,75	5	0,0596	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-3.6 (tomas de corriente combinadas)	R,S,T	0	2	0,8	35472,4	0,1	3547,2	14,6	7,3	5	0,0578	11,085	25	2,5	2,5	2,5	2,5	4434,1	2660,4	3F/N+TT (XLPE)	20	4x20A
	T	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	14,6	7,3	5	0,1161	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
TOTAL					283490		35415	214,4				143,3						44268	26561			

Tabla 3.3.9.11.2.4 – Línea 3 Fuerza

C.F.4 (Planta Baja)	Fases	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas	F.d.p	P. absorbida(W)	Simultaneidad	P. real(W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm ²)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm ²)	Sección comercial(mm ²)	Sección Neutro(mm ²)	Sección TT(mm ²)	S(VA)	Q(VAr)	N° conductores	Tubo(mm)	Protección
LF-4.1 (aseos)	R	4	0	0,8	11776	0,2	2355,2	13,1	6,55	5	0,1041	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	3F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-4.2 (vestuarios)	S	10	0	0,8	29440	0,2	5888	24,2	12,1	5	0,481	32	38	4	4	4	4	7360	4416	3F/N+TT (XLPE)	20	2x32A
LF-4.3 (oficina administrativa)	R	21	0	0,8	58880	0,1	5888	27,5	13,75	5	0,5466	32	38	4	4	4	4	7360	4416	3F/N+TT (XLPE)	20	2x32A
LF-4.4 (despacho jefe de fabricación)	T	8	0	0,8	23552	0,1	2355,2	27,2	13,6	5	0,2162	12,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	2944	1766,4	3F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-4.5 (despacho técnicos comerciales)	T	14	0	0,8	41216	0,1	4121,6	31,3	15,65	5	0,4355	22,4	29	2,5	2,5	2,5	2,5	5152	3091,2	3F/N+TT (XLPE)	20	2x25A
LF-4.6 (zona exposición y sala de estar)	S	12	0	0,8	35328	0,1	3532,8	27,8	13,9	5	0,3315	19,2	29	2,5	2,5	2,5	2,5	4416	2649,6	3F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
TOTAL					2E+05		24141	151,1				112						25760	18106			

Tabla 3.3.9.11.2.5 – Línea 4 Fuerza

C.F.5 (Entreplanta)	Fases	Tomas monofásicas	Tomas trifásicas	F.d.p	P. absorbida(W)	Simultaneidad	P. real(W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm2)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm2)	Sección comercial(mm2)	Sección Neutro(mm2)	Sección TT(mm2)	S(VA)	Q(VAr)	N° conductores	Tubo(mm)	Protección
LF-5.1 (oficina técnica)	R	13	0	0,8	38272	0,1	3827,2	5,2	2,6	5	0,0672	20,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	4784	2870,4	3F/N+TT (XLPE)	20	2x25A
LF-5.2 (oficina técnica)	R	13	0	0,8	38272	0,1	3827,2	7,9	3,95	5	0,1021	20,8	29	2,5	2,5	2,5	2,5	4784	2870,4	3F/N+TT (XLPE)	20	2x25A
LF-5.3 (oficina técnica)	S	9	0	0,8	26496	0,1	2649,6	10,4	5,2	5	0,093	14,4	29	2,5	2,5	2,5	2,5	3312	1987,2	3F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-5.4 (director gerente)	S	9	0	0,8	26496	0,1	2649,6	14,3	7,15	5	0,1279	14,4	29	2,5	2,5	2,5	2,5	3312	1987,2	3F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-5.5 (director técnico)	S	9	0	0,8	26496	0,1	2649,6	23,5	11,75	5	0,2102	14,4	29	2,5	2,5	2,5	2,5	3312	1987,2	3F/N+TT (XLPE)	20	2x20A
LF-5.6 (sala de reuniones)	T	17	0	0,8	44160	0,1	4416	38,2	19,1	5	0,5694	24	29	2,5	2,5	2,5	2,5	5520	3312	3F/N+TT (XLPE)	20	2x25A
LF-5.7 (pasillo y aseos)	T	10	0	0,8	29440	0,2	5888	29	14,5	5	0,5764	32	38	4	4	4	4	7360	4416	3F/N+TT (XLPE)	20	2x32A
TOTAL					229632		25907	128,5				140,8						32384	19430			

Tabla 3.3.9.11.2.6 – Línea 5 Fuerza

3.3.9.11.3 Línea desde caja general de protección hasta cuadro general de alumbrado y fuerza

En las siguientes tablas se muestran los cálculos de la línea que une la CGP con el CGF y CGA :

	Fases	F.d.p	P. absorbida(W)	Simultaneidad	P. real(W)	Longitud total(m)	Longitud media(m)	Caída de tensión(%)	Sección por caída de tensión (mm ²)	Intensidad(A)	Intensidad admisible (A)	Sección por intensidad admisible(mm ²)	Sección comercial(mm ²)	Sección Neutro(mm ²)	S(VA)	Q(VAr)	Nº conductores	Tubo(mm)
Línea CGP a CGA/CGF	R,S, T	0,9	174560	1	174560	10	5	1,5	12,9881	279,951	335	95	95	60	193955,5556	116373,33	3F/N+TT (XLPE)	140

Tabla 3.3.9.11.3.1 – Línea CGP

3.3.9.11.4 Caja general de protección (CGP)

Dimensionamos la CGP sumando las intensidades demandadas por la instalación. Por tanto, colocaremos 2 CGP de 160 A debido a la limitación de la empresa suministradora de no instalar CGP mayores de 300 A.

	Intensidad (A)	CGP comercial (A)	Número (ud)
CGP	310,628	160	2x160A

Tabla 3.3.9.11.4.1 – Caja General de Protección

3.3.9.12 Selectividad de disparo de interruptores automáticos y diferenciales

La selección del sistema de protección de una instalación eléctrica es un proceso fundamental para garantizar un servicio funcional y económico correcto de toda la instalación y para reducir al mínimo los problemas provocados por condiciones de servicio anómalas o por faltas reales.

Dentro del ámbito de este análisis, se estudia la coordinación entre los diversos dispositivos destinados a la protección de secciones de una instalación o de componentes específicos, con el objetivo de:

- Garantizar la seguridad de la instalación y de las personas en todos los casos.
- Identificar y excluir rápidamente sólo el área implicada en el problema, sin disparos indiscriminados que reducen la disponibilidad de energía en áreas no implicadas en el defecto.
- Reducir los efectos de la falta en otras partes integrales de la instalación.
- Reducir la sollicitación mecánica de los componentes y los daños del área implicada.

En concreto, un buen sistema de protección debe ser capaz de:

- Detectar qué es lo que ha sucedido y dónde, con una buena discriminación entre situaciones anómalas pero tolerables y situaciones de defecto dentro de su ámbito de competencia, así como evitar disparos no deseados que provoquen la detención injustificada de una parte en buenas condiciones de la instalación.
- Actuar lo más rápidamente posible para limitar los daños (destrucción, envejecimiento acelerado, etc.), con atención a la continuidad y estabilidad de la alimentación.

Para establecer la selectividad de disparo de interruptores automáticos en nuestro caso se utilizarán las curvas de disparo recogidas en la siguiente figura.

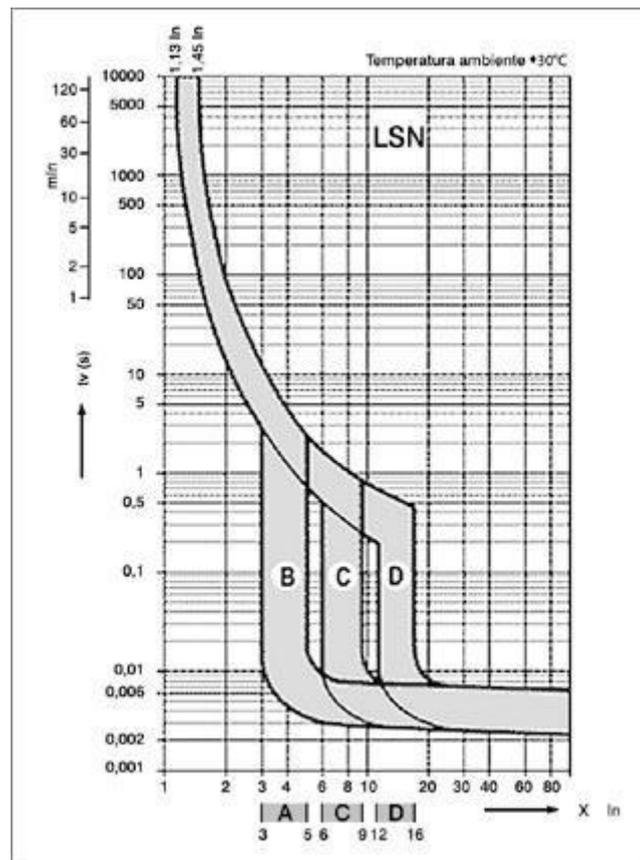


Figura 3.3.9.12.1 – Curvas de Disparo

Aguas arriba se utilizan curvas de disparo rápidas (tipo D) según se puede ver en los esquemas unifilares, y aguas abajo se utilizan curvas más lentas (curva C).

Cuando existen dos interruptores escalonados con la misma curva se establece la selectividad según la relación de intensidades que se refleja en el eje X de la figura. Cuanto mayor sea esta más rápido disparará el interruptor, por lo tanto para garantizar esta selectividad se utilizan interruptores de mayor calibre aguas arriba, siendo entonces dicha relación menor, con lo cual su tiempo de disparo es mayor.

En lo referente a protecciones diferenciales la selectividad no es necesaria ya que no tenemos diferenciales en serie tal y como se indica en los esquemas unifilares.

3.3.9.13 Batería de condensadores

Ahora procederemos a calcular y elegir la batería de condensadores que necesitamos para compensar el factor de potencia.

- Potencia alumbrado: 21535 W.
- $\cos\phi = 0,9$ (ind)
- Q (reactiva) = 14357 Var
- Potencia fuerza: 153025 W
- $\cos\phi = 0,8$ (ind)
- Q (reactiva) = 114769 Var
- Potencia activa total: 174560 W
- Q reactiva total: 129126 VAr.
- S total: 217128 VA ($\cos\phi = 0.6369$ ind)

Elegimos ahora con el valor de $Q = 217.13$ kVAr un modelo estándar de condensadores cuya potencia reactiva sea menor que la potencia calculada.

Escogeremos una batería de condensadores de Siemens de 200 (kVar /400V), una composición de 2x25+3x50 (kVar/50HZ), unas dimensiones de 1660x500x380 (HxAxP), un peso de 106 Kg y una sección de 95 mm². Esta batería se conectará directamente a la Caja General de Protección (CGP) y conseguiremos un $\cos\phi = 1$.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO IV: ACS

3.4 INSTALACIÓN ACS.....	3
3.4.1 Objeto	3
3.4.2 Alcance	3
3.4.3 Normas y referencias	3
3.4.3.1 Bibliografía	3
3.4.3.2 Programas de cálculo	3
3.4.3.3 Definiciones y abreviaturas.....	3
3.4.4 Características generales de la instalación	4
3.4.4.1 Instalación solar térmica	4
3.4.4.2 Condiciones generales	5
3.4.4.3 Protecciones.....	5
3.4.4.3.1 Protección contra heladas.....	5
3.4.4.3.2 Protección contra sobrecalentamientos.....	6
3.4.4.3.3 Protección contra quemaduras	7
3.4.4.3.4 Protección de materiales contra las altas temperaturas	7
3.4.4.3.5 Resistencia a la presión	7
3.4.4.3.6 Prevención contra flujo inverso	7
3.4.4.4 Cálculo de la instalación	7
3.4.4.4.1 Planteamiento del proyecto.....	7
3.4.4.4.2 Procedimiento de verificación	8
3.4.4.4.3 Demanda de energía térmica. Datos de partida	8
3.4.4.4.3.1 Condiciones climáticas.....	9
3.4.4.4.3.2 Contribución solar mínima.....	9
3.4.4.4.3.3 Cálculo de la demanda energética	10
3.4.4.5 Cálculo del campo de captadores.....	12
3.4.4.5.1 Predimensionado del campo de captadores	12
3.4.4.5.2 Cálculo de la cobertura del sistema solar. Método F-Chart	12
3.4.4.5.2.1 Cálculo de la radiación solar incidente	13
3.4.4.5.2.1.1 Pérdidas por inclinación y orientación	14
3.4.4.5.2.1.2 Pérdidas por sombras	14
3.4.4.5.2 Cálculo del parámetro D1.....	15
3.4.4.5.3 Cálculo del parámetro D2.....	15
3.4.4.5.4 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar	16
3.4.4.5.5 Fracción solar anual F	16
3.4.4.5.6 Ejemplo de cálculo	17
3.4.4.5.7 Resultados obtenidos.....	18

3.4.4.6 Componentes de la instalación.....	19
3.4.4.6.1 Sistema de acumulación solar	19
3.4.4.6.2 Sistema de intercambio.....	20
3.4.4.6.3 Circuito hidráulico	21
3.4.4.6.3.1 Circuito hidráulico primario.....	21
3.4.4.6.3.2 Circuito hidráulico secundario	22
3.4.4.6.3.3 Circuito hidráulico de consumo	22
3.4.4.6.4 Colectores solares	23
3.4.4.6.5 Tuberías.....	23
3.4.4.6.5 Bomba	23
3.4.4.6.6 Vaso de expansión.....	24
3.4.4.6.7 Purgas de aire.....	25
3.4.4.6.8 Válvula de seguridad.....	25
3.4.4.6.9 Sistema de energía convencional auxiliar	25
3.4.4.6.10 Sistema de control	25
3.4.4.6.11 Sistema de medida	26

3.4 INSTALACIÓN ACS

3.4.1 Objeto

La finalidad del presente anexo es el diseño y justificación de la red de ACS requerida en la nave objeto de este proyecto. Para ello se analizará la instalación desde el punto de alimentación o acometida hasta los diferentes puntos de consumo de agua caliente, dimensionándola en base a las pautas marcadas por las normativas en vigor que sean de aplicación.

En el caso de esta instalación se recurrirá a una instalación de paneles solares térmicos junto con el apoyo de una caldera de gas para calentar el agua tal y como exige el Código Técnico de la Edificación en su documento básico HE sección 4.

3.4.2 Alcance

El alcance es la totalidad de la instalación de ACS de la nave, desde la instalación existente hasta los receptores.

3.4.3 Normas y referencias

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

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad, Sección HS 4 "Suministro de Agua."
- Ordenanzas municipales y normas particulares de la Empresa Suministradora.
- Norma UNE 149201 de "Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios".

3.4.3.1 Bibliografía

La bibliografía utilizada ha sido: Manual técnico, Sistemas de Fontanería y Calefacción, UPONOR.

3.4.3.2 Programas de cálculo

El programa de cálculo utilizado ha sido: Microsoft Excel.

3.4.3.3 Definiciones y abreviaturas

- DB: Documento básico.
- ACS: Agua Caliente Sanitaria.
- Ø: Diámetro tubería en mm.

3.4.4 Características generales de la instalación

3.4.4.1 Instalación solar térmica

Según el apéndice A, terminología, del código técnico de la edificación se define una instalación solar térmica como “aquella que está constituida por un 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:

1. Un sistema de captación formado por los captadores solares, encargado de transformar la radiación solar incidente en energía térmica de forma que se calienta el fluido de trabajo que circula por ellos.
2. Un sistema de acumulación constituido por uno o varios depósitos que almacenan el agua caliente hasta que se precisa su uso.
3. Un circuito hidráulico constituido por tuberías, bombas, válvulas, etc., que se encarga de establecer el movimiento del fluido caliente hasta el sistema de acumulación.
4. Un 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.
5. Un 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.
6. Adicionalmente, se dispone de un equipo de energía convencional auxiliar que se utiliza para complementar la contribución solar suministrando la energía necesaria para cubrir la demanda prevista, garantizando la continuidad del suministro de agua caliente en los 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 convencional 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.

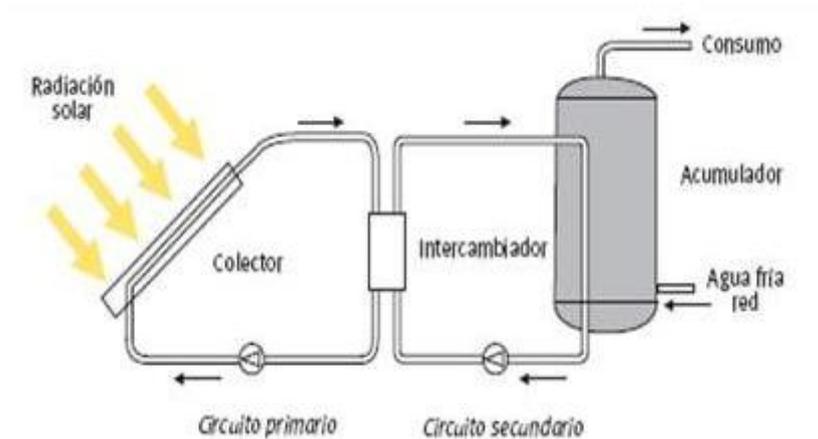


Figura 3.4.4.1.1 Instalación solar térmica

3.4.4.2 Condiciones generales

Las condiciones generales a tener en cuenta en cualquier instalación solar térmica son las siguientes:

1. El objetivo básico del sistema solar es suministrar al usuario una instalación solar que:
 - a) Optimice el ahorro energético global de la instalación en combinación con el resto de equipos térmicos del edificio.
 - b) Garantice una durabilidad y calidad suficientes.
 - c) Garantice un uso seguro de la instalación.
2. 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.
3. En instalaciones que cuenten con más de 10m² de captación correspondiendo a un solo circuito primario, éste será de circulación forzada.
4. Si la instalación debe permitir que el agua alcance una temperatura de 60°C, no se admitirá la presencia de componentes de acero galvanizado.
5. 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.
6. Se instalarán manguitos electrolíticos entre elementos de diferentes materiales para evitar el par galvánico.

3.4.4.3 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.

3.4.4.3.1 Protección contra 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.

En cualquier caso será obligatorio el uso de un elemento anticongelante u otro sistema 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.

3.4.4.3.2 Protección contra 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:

a) 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);

b) 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);

c) 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;

d) desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes;

e) sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

3. 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 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.

3.4.4.3.3 Protección contra quemaduras

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.

3.4.4.3.4 Protección de materiales contra las altas temperaturas

Nunca se puede exceder la máxima temperatura permitida en todos los componentes y materiales.

3.4.4.3.5 Resistencia a la 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.

3.4.4.3.6 Prevención contra 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.

3.4.4.4 Cálculo de la instalación

3.4.4.4.1 Planteamiento del proyecto

El proyecto de la instalación solar térmica para agua caliente sanitaria constituye un desarrollo del proyecto general de cualquier edificación que se esté diseñando, en este caso dicha instalación proporcionará agua caliente en las condiciones adecuadas para la nave en estudio.

Para apreciar los condicionantes inevitables en la nave 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:

- Subsistema de captación.
- Subsistema de intercambio y acumulación.

- Subsistema de energía convencional auxiliar.

La primera consideración es que se trata de elementos voluminosos, de nueva exigencia obligatoria, excepto en el caso del subsistema de energía convencional auxiliar, y con gran impacto visual en el caso de los captadores.

El campo de captadores tiene la dificultad añadida de unos límites bastante 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.

El sistema de energía convencional 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.

3.4.4.4.2 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, según el apartado 2.2.1.
- b) Cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del apartado 3.
- c) Cumplimiento de las condiciones de mantenimiento del apartado 5.

Analizando esta secuencia, se observa que el apartado 2.2.1, de la Sección HE4, define la contribución solar mínima anual como la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda energética anual, obtenidos a partir de los valores mensuales, indicándose sus valores.

El apartado 4, recoge los criterios generales de cálculo, especificándose en el apartado 4.1, Dimensionado básico, que, en la memoria del proyecto, se establecerá el método de cálculo especificando, al menos en base mensual, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar.

Asimismo el método de cálculo incluirá las prestaciones globales anuales definidas por:

- a) La demanda de energía térmica.
- b) La energía solar térmica aportada.
- c) Las fracciones solares mensuales y anuales.
- d) El rendimiento medio anual.

De acuerdo con este análisis de la Sección HE4, el proceso que se seguirá en el cálculo de la instalación será el establecido en estos apartados.

3.4.4.4.3 Demanda de energía térmica. Datos de partida

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. 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.

3.4.4.4.3.1 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 proyecto.

3.4.4.4.3.2 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 obtenidos a partir de los valores mensuales.

En la tabla 3.7.2.3.2.1 se establece, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS.

Demanda total de ACS del edificio (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 3.4.4.4.3.2.1 – Contribución Solar Mínima Anual en %

Para el caso de la nave objeto del proyecto, ambos pertenecen a la zona climática I por lo tanto la contribución mínima solar anual es del 30 %.

3.4.4.4.3.3 Cálculo de la demanda energética

Según se establece en el apartado 4.1, Cálculo de la demanda, de la Sección HE4, del DB HE, para valorar las demandas se tomarán los valores unitarios de consumo en litros de A.C.S. por día a 60 °C, de la tabla 4.1.

La demanda de ACS por día a una temperatura de 60 °C para el caso de fábricas y talleres es de: 21 litros/persona.

Los litros de A.C.S./día a 60 °C de la tabla se han calculado a partir de la Tabla 1 (Consumo unitario diario medio) de la norma UNE 94002:2005 "Instalaciones solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria: cálculo de la demanda energética". Para el cálculo se han utilizado los valores de $T_i = 12$ °C (constante) y $T = 45$ °C y se corresponde con la tabla 4.1 de la Sección HE4, del DB HE.

En el mismo apartado 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 la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum Di(T)$$

$$Di(T) = Di(60^{\circ}\text{C}) \times \frac{60 - T_i}{T - T_i}$$

Dónde:

- $D(T)$ demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida.
- $Di(T)$ demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura T elegida.
- $Di(60^{\circ}\text{C})$ demanda de agua caliente sanitaria para el mes (i) a la temperatura de 60 °C.
- T temperatura del acumulador final.
- 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 legionelosis, 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.

El número de personas a considerar, para el caso de este proyecto, es de 27 personas. Se ha hecho una previsión de 27 personas, teniendo en cuenta que en el taller trabajarán en el punto de máxima ocupación de la nave 27 personas.

Por lo tanto, para una previsión de 27 personas y un consumo de 21 litros por persona, resulta un caudal diario total de:

$$Q_{\text{día}} = 27 \text{ personas} * 21 \frac{\text{litros}}{\text{persona} * \text{día}} = 567 \frac{\text{litros}}{\text{día}}$$

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 °C a 15,5 °C, cuya equivalencia mecánica se obtuvo mediante el experimento de Joule, de forma que:

$$1 \text{ caloría} = 4.186 \text{ J}$$

El cálculo de la demanda energética se realiza mediante la siguiente expresión, para cada mes del año, expresado en kWh/mes:

$$DEmes = Qdia * N * (Tacs - Taf) * 1.16 * 10^3$$

Dónde:

- DEmes demanda energética, en kWh/mes.
- Qdía consumo diario de agua caliente sanitaria a la temperatura de referencia TACS, en l/día.
- N n° de días del mes considerado, días/mes, no necesariamente meses completos en periodos estacionales.
- TACS temperatura de referencia utilizada para la cuantificación del consumo de agua caliente, 60 °C.
- TAF temperatura del agua fría de la red, en °C. (1 kcal = 1.000 x 4,186 J h/3.600 s = 1,16 x 103 kW h)

El consumo diario se cuantifica según se ha visto anteriormente. La temperatura de referencia es de 60 °C, salvo que se aplique el criterio del apartado 3.1.1, párrafo 2, de la Sección HE4, visto anteriormente. La temperatura del agua de la red se toma de la tabla del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja Temperatura del IDAE, si no se establecen otras condiciones en la ordenanza local o en la reglamentación de la Comunidad Autónoma competente.

Los valores obtenidos aplicando la fórmula anterior son los siguientes:

Consumo	567 l/día
Tª ACS	60 °C

Mes	N(días/mes)	Tagua fría(°C)	Qmes(l/mes)	DEmes(kWh)
Enero	31	10	17577	1019,466
Febrero	28	10	15876	920,808
Marzo	31	11	17577	999,07668
Abril	30	12	17010	947,1168
Mayo	31	13	17577	958,29804
Junio	30	14	17010	907,6536
Julio	31	16	17577	897,13008
Agosto	31	16	17577	897,13008
Septiembre	30	15	17010	887,922
Octubre	31	14	17577	937,90872
Noviembre	30	12	17010	947,1168
Diciembre	31	11	17577	999,07668

Tabla 3.4.4.4.3.3.1 – Demanda Mensual Consumo ACS

Los valores de la temperatura media del agua de la red son los correspondientes a la publicación del Pliego de Condiciones del IDAE. Anexo IV. Tabla 4.

3.4.4.5 Cálculo del 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.

3.4.4.5.1 Predimensionado del 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 litros/ m² día, 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.

3.4.4.5.2 Cálculo de la cobertura del sistema 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 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 D1 y D2, mediante la fórmula siguiente:

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

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 D1.
3. Cálculo del parámetro D2.
4. Determinación de la fracción energética 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 D1, en las ordenadas y de D2 en las abscisas, donde se podía encontrar el valor de la fracción solar de la instalación una vez obtenidos los valores de los parámetros D1 y D2, de una determinada instalación, entre unos ciertos límites.

3.4.4.5.2.1 Cálculo de la radiación solar incidente

El cálculo de la radiación solar disponible en los captadores se ha realizado con el programa PVGIS para una inclinación de 36 grados, es decir, que es la inclinación óptima para la zona geográfica de la instalación. Los valores obtenidos son:

Mes	N(días/mes)	Irradiación(Wh/m2/día)	Irradiación(kWh/m2/mes)
Enero	31	1840	57,04
Febrero	28	2150	60,2
Marzo	31	3540	109,74
Abril	30	3690	110,7
Mayo	31	4830	149,73
Junio	30	5220	156,6
Julio	31	5870	181,97
Agosto	31	5640	174,84
Septiembre	30	4950	148,5
Octubre	31	3460	107,26
Noviembre	30	2320	69,6
Diciembre	31	1510	46,81

Tabla 3.4.4.5.2.1.1 – Irradiación Sobre los Colectores

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 2.3. Este porcentaje de pérdidas permitido no supone una minoración de los requisitos de contribución solar mínima exigida.”

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 autolimpieza 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.”

3.4.4.5.2.1.1 Pérdidas por inclinación y orientación

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.

3.4.4.5.2.1.2 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 DB 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 entorno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{latitud})}$$

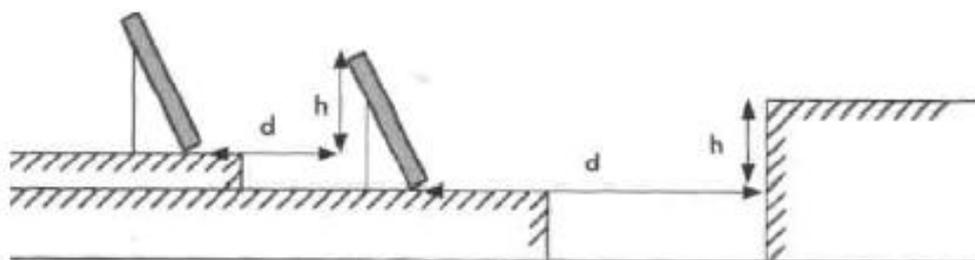


Figura 3.4.4.5.2.1.2.1 – Ejemplo Separación

La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, 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.

3.4.4.5.2 Cálculo del parámetro D1

El parámetro D1 expresa la relación entre la energía absorbida por el captador plano E_{Ames} y la demanda o carga energética mensual del edificio durante un mes, DE_{mes} .

$$D_1 = \frac{E_{Ames}}{DE_{mes}}$$

La energía absorbida por el captador es:

$$E_{Ames} = S_c \times F'_R(T\alpha) \times H_{mes}$$

Dónde:

- E_{Ames} energía solar mensual absorbida por los captadores, en kWh/mes.
- S_c superficie de captación, en m²
- H_{mes} energía solar mensual incidente sobre la superficie de los captadores, en kWh/(m².mes).
- $F'_R(T\alpha)$ factor adimensional, cuya expresión es:

$$F'_R(T\alpha) = F_R(T\alpha)n \times \left[\frac{(T\alpha)}{(T\alpha)_n} \right] \times \frac{F'_R}{F_R}$$

Dónde:

- $F_R(T\alpha)n$ factor de eficiencia óptica del captador, ordenada en origen la curva característica del captador, dato que debe proporcionar el fabricante. En general se puede tomar como constante: 0,96 superficie transparente o sencilla, o 0,94 superficie transparente doble.
- $[(T\alpha)/(T\alpha)_n]$ modificador del ángulo de incidencia.
- F'_R/F_R factor de corrección del conjunto captador-intercambiador. Se recomienda el valor 0.95.

3.4.4.5.3 Cálculo del parámetro D2

El parámetro D2 expresa la relación entre la energía perdida por el captador EP_m , para una determinada temperatura, y la demanda energética mensual del edificio DE_{mes} .

$$D_2 = \frac{EP_{MES}}{DE_{MES}}$$

Las pérdidas en el captador serían:

$$EP_{mes} = S_c \times F'_R U_L \times 100 - T_{AMB} \times \Delta t \times K_1 \times K_2$$

Siendo:

- EP_{mes} energía solar mensual perdida por los captadores en kWh/mes.
- S_c superficie de captación solar, en m²
- $F'_R U_L$ factor, en kWh/(m²K), cuya expresión es:

$$F'_R U_L = F_R U_L \times \frac{F'_R}{F_R} \times 10^{-3}$$

Dónde:

- FRUL: coeficiente global de pérdidas del captador, también denominado U_0 , en $W/(m^2.K)$, pendiente de la curva característica del captador solar, dato proporcionado por el fabricante.
- FR'/FR : factor de corrección del conjunto captador intercambiador. Se recomienda tomar 0.95.
- TAMB: temperatura media mensual del ambiente, en °C.
- Δt : periodo de tiempo en horas.
- K1: factor de corrección por almacenamiento.

$$K_1 = \left(\frac{V}{75 \times S_C} \right)^{-0,25}$$

Dónde:

- V: volumen de acumulación solar en litros. Se recomienda que el valor de V sea tal que se cumpla la condición $50 < V/S_C < 180$.
- K2: factor de corrección para A.C.S. que relaciona las distintas temperaturas.

$$K_2 = \frac{11,6 + 1,18 \times T_{AC} + 3,86 \times T_{AF} - 2,32 \times T_{AMB}}{100 - T_{AMB}}$$

- TAC: temperatura mínima del agua caliente sanitaria.
- TAF: temperatura del agua de la red.
- TAMB: temperatura media mensual del ambiente, en °C.

3.4.4.5.4 Determinación de la fracción solar energética mensual f aportada por el sistema de captación solar

$$f = 1,0290D_1 - 0,065D_2 - 0,245D_1^2 + 0,0018D_2^2 + 0,0215D_1^3$$

Con los límites de aplicación $0 < D_1 < 3$ y $0 < D_2 < 18$. También puede determinarse la fracción de carga calorífica mensual mediante las gráficas f , formadas con los valores de D_1 en las ordenadas y D_2 en las abscisas.

3.4.4.5.5 Fracción solar 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:

$$F = \frac{\sum EU_{MES}}{\sum DE_{MES}}$$

Siendo EU_{mes} , energía útil mensual aportada por la instalación solar para la producción del agua caliente sanitaria, en KWh/mes, determinada por:

$$EU_{mes} = f_{mes} \times DE_{mes}$$

Dónde:

- f_{mes} fracción solar mensual
- DE_{mes} demanda energética, en KWh/mes.

3.4.4.5.6 Ejemplo de cálculo

El objetivo de este método es determinar cuál será la fracción solar cubierta según el número (y sus características) de captadores que se utilicen. La instalación se realizará sobre la cubierta de la nave industrial, con una pendiente de 36° , con 4 colectores solares inclinados 36° y cuya superficie de paneles es de $2,03 \text{ m}^2$ y su superficie útil $1,78 \text{ m}^2$.

Ejemplo de cálculo para el mes de Enero:

a) El valor de irradiación solar incidente sobre la superficie de los captadores con una inclinación de 36° y una latitud de 43° :

$$H_{\text{mes Enero}} = 57.04 \text{ kWh/m}^2.\text{mes}$$

b) Cálculo del parámetro D1.

$$E_{\text{A mes}} = 8 \times 1,78 \times (0,74 \times 0,96 \times 0,95) \times 57.04 = 548.16 \text{ kWh/mes}$$

La energía en Mj es: $548.16 \text{ kWh/mes} \times 3,6 = 1973.37 \text{ Mj/mes}$.

$$D1 = \frac{548.16}{1019} = 0.537$$

c) Cálculo del parámetro D2.

$$F^{\circ} \text{RUL} = 4,27 \times 0,95 \times 10^{-3} = 4,0565 \times 10^{-3}$$

$$K1 = [600 / (75 \times 7.12)] - 0.25 = 0,971$$

$$K2 = (11,6 + 1,18 \times 60 + 3.86 \times 10 - 2.32 \times 12) / (100 - 12) = 1,0586$$

$$\begin{aligned} E_{\text{P mes}} &= 14.24 \times 4,0565 \times 10^{-3} \times (100 - 12) \times (8,75 \times 31) \times 0,971 \times 1,0586 \\ &= 1417.2 \text{ kWh/mes} = 5101.92 \text{ MJ/mes.} \end{aligned}$$

$$D2 = \frac{E_{\text{P mes}}}{E_{\text{A mes}}} = \frac{1417.2}{1019} = 1.39$$

La fracción solar del mes de enero será entonces:

$$f = 1.029 \times D1 - 0.065 \times D2 - 0.245 \times D1^2 + 0.0018 \times D2^2 + 0.0215 \times D1^3 = 1.029 \times 0.537 - 0.065 \times 1.39 - 0.245 \times 0.537^2 + 0.0018 \times 1.39^2 + 0.0215 \times 0.537^3 = 0.3984$$

Por lo tanto el conjunto de captadores nos proporcionará un 39.8 % de la energía necesaria para este mes. La energía suplementaria se obtendrá con la caldera de apoyo instalada.

3.4.4.5.7 Resultados obtenidos

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Nº días	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Superficie útil(m ²)	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
Paneles	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
Superficie total(m ²)	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24	14,24
Horas luz	8,75	10,25	11,75	13	14	14,5	14	13,5	13	11,5	10,5	9,5
Hmes(kWh/mes)	57,04	60,2	109,74	110,7	149,73	156,6	181,97	174,84	148,5	107,26	69,6	46,81
FR(ζ)n	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74	0,74
[(ζ)/(ζ)n]	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
F'R/FR	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
EAmes	548,171	578,5395	1054,633	1063,859	1438,949	1504,972	1748,785	1680,263	1427,12824	1030,7998	668,876268	449,85773
T ^a ACS(°C)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
T ^a agua fría(°C)	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Qmes(l/mes)	17577	15876	17577	17010	17577	17010	17577	17577	17010	17577	17010	17577
DEmes(kWh)	1019,466	920,808	999,0767	947,1168	958,298	907,6536	897,1301	897,1301	887,922	937,90872	947,1168	999,07668
T ^a ambiente(°C)	12	12	14	14	16	19	20	21	20	17	14	12
D1	0,537704	0,628296	1,055608	1,123261	1,501567	1,65809	1,94931	1,872932	1,60726758	1,0990407	0,70622363	0,4502735
F'RUL	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406	0,00406
K1	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971	0,971
K2	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586	1,0586
Ep mes(kWh/mes)	1418,533	1500,9	1861,595	1993,197	2166,487	2093,926	2063,321	1964,761	1854,13664	1758,4287	1609,8898	1540,122
Ep mes(MJ/mes)	5106,72	5403,239	6701,741	7175,509	7799,354	7538,135	7427,957	7073,139	6674,89191	6330,3434	5795,60326	5544,4391
D2	1,391447	1,629981	1,863315	2,104489	2,260766	2,306966	2,299913	2,190051	2,08817513	1,8748399	1,69977958	1,5415453
f	0,398845	0,453967	0,723639	0,748366	0,92775	0,990241	1,094164	1,075353	0,98235457	0,7479838	0,50679785	0,3196984

Tabla 3.4.4.5.7.1 – Cálculos Instalación Solar

Ahora ya podemos calcular la fracción solar anual F:

F	0,738934213
---	-------------

Tabla 3.4.4.5.7.2 – Fracción Solar Anual

Con los resultados obtenidos podemos sacar rápidamente dos conclusiones:

- 1) Cumplimos las exigencias de un aporte mínimo del 30 %.
- 2) Sobrepasamos el 100 % solo en dos meses y en ninguna caso llega al 110 %

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 EUm_s a partir de la demanda energética DE_m y la fracción solar mensual.

Es importante tener en cuenta el posible exceso de producción en verano, según se recoge en el párrafo 1, del apartado 2.2.2, de la Sección HE4, del DB HE, que establece que, con independencia del uso al que se destine la instalación, en el caso de que en algún mes del año la contribución solar real sobrepase el 110% de la demanda energética o en más de tres meses seguidos el 100%, se adoptarán cualquiera de las siguientes medidas:

- a) Dotar la instalación de la posibilidad de disipar dichos excedentes (a través de equipos específicos o mediante la circulación nocturna del circuito primario).
- b) Tapado parcial del campo de captadores. En este caso el captador está aislado del calentamiento producido por la radiación solar y a su vez evacúa los posibles excedentes térmicos residuales a través del fluido del circuito primario (que seguirá atravesando el captador).
- c) 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 en ese caso entre las labores del contrato de mantenimiento.
- d) Desvío de los excedentes energéticos a otras aplicaciones existentes.
- e) Sistemas de vaciado y llenado automático del campo de captadores.

3.4.4.6 Componentes de la instalación

3.4.4.6.1 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:

$$50 < V/A < 180$$

Dónde:

- A Suma de las áreas de los captadores, en m²
- V Volúmen del depósito de acumulación solar, en litros.

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 DB 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, comprobando que los valores obtenidos se encuentran dentro de la horquilla establecida:

$$1000 \text{ litros} \Rightarrow 1000 / 8 \times 1,77 \text{ m}^2 = 70,62 \text{ l/m}^2$$

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 sellado irreversible u otro medio.

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 el adjunto de la vivienda.

3.4.4.6.2 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.

$$\text{Sutil intercambio} \geq 0,15 \times S_c$$

Dónde:

- Sutil 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:

$$P > 500 \times Sc$$

Dónde:

- P potencia mínima del intercambiador, en W
- Sc superficie de captación, en m².

3.4.4.6.3 Circuito hidráulico

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 el cual circula agua de consumo.

3.4.4.6.3.1 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.
- 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:

$$Q = Q_{\text{captador}} \times A \times N$$

Dónde:

- Q caudal total del circuito primario, en l/h.
- Q_{captador} caudal unitario del captador, en l/(h·m²).
- A superficie de un captador solar, en m².
- N nº de grupos de captadores en paralelo, entendiéndose que el caudal de una serie equivale a un único captador.

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:

$$Q = S \times V = \pi \times r^2 \times V$$

Siendo:

- Q caudal, en m³/s.
- v velocidad, en m/s.
- S sección interior de la tubería, en m
- r radio interior de la tubería, en m.

3.4.4.6.3.2 Circuito hidráulico secundario

El circuito secundario es obligatorio, de acuerdo con el apartado 2.2.5, de la Sección HE4, del DB 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.

3.4.4.6.3.3 Circuito hidráulico de consumo

El propio circuito de alimentación a los distintos receptores.

3.4.4.6.4 Colectores solares

Teniendo en cuenta los cálculos efectuados con anterioridad, se puede extraer el número de paneles solares necesarios para abastecer la instalación. Se decide utilizar paneles fabricados por Astersa, en concreto el modelo elegido es el correspondiente a la gama NEO 18 cuyas características se reflejan a continuación:

Características		Unidades	Valores
Dimensiones	Altura x anchura x grosor	mm	2009 x 1009 x 75
	Área total	m ²	2,03
	Área de apertura	m ²	1,78
Hidráulica	Conexiones	mm	4x ø22mm
	Capacidad	l	1,40
	Tipo de fluido	-	Agua + glicol
	Presión máxima de trabajo	bar	10
	Caudal recomendado	l/h	80
	Temperatura de estancamiento	°C	212,1
Peso	Vacio	Kg	35,5
Curva de rendimiento (certificado EN 12975)	Coefficiente óptico (η_{GA})	-	0,757
	Coefficiente pérdidas (k_1)	-	3,994
	Coefficiente pérdidas (k_2)	-	0,009
	Área de absorción (A)	m ²	1,77

Tabla 3.4.4.6.4.1 – Características Colectores Solares

3.4.4.6.5 Tuberías

los colectores solares son iguales y están conectados en serie, por ellos siempre circulará el mismo caudal, de modo que aplicando el caudal recomendado por el fabricante, entre 17 y 57,5 l/h m², como tenemos 8 colectores de 1,78 m² la superficie total es de 14.24 m² entonces el caudal recomendado es:

$$Q_{\text{captador mínimo}} = Q \times A \times N = 17 \times 14.24 \times 1 = 241.57 \text{ l/h}$$

$$Q_{\text{captador máximo}} = Q \times A \times N = 57.5 \times 14.24 \times 1 = 818.8 \text{ l/h}$$

. Sabiendo que un colector dispone de 4 conexiones de 22 mm de diámetro exterior y 20 mm de diámetro interior tenemos:

Para un caudal de 241.57 l/h la velocidad del fluido mínima es de 0,214 m/s y por otro lado para el caudal máximo de 818.8 l/h la velocidad de fluido máxima es de 0,72 m/s.

3.4.4.6.5 Bomba

La circulación del fluido caloportador es semejante al de un sistema convencional de calefacción o A.C.S., realizándose con ayuda de bombas de circulación circuladores. Las bombas deben vencer la resistencia que opone el fluido a 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 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 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 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:

- Las pérdidas de carga del tramo más desfavorable de tuberías.
- La pérdida de carga producida por el intercambiador de calor, ya sea externo o incorporado al acumulador.
- La pérdida de carga de los captadores solares.

$$H = P_{dc} \text{ tuberías} + P_{dc} \text{ intercambiador} + P_{dc} \text{ captadores}$$

Las pérdidas de carga en los intercambiadores de calor P_{dc} intercambiador, 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 equilibrio hidráulico en el tramo general de circuito primario, ajustada en la posición adecuada.

3.4.4.6 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:

$$V_{\text{vaso}} = V \times n \times \left(\frac{P_f}{P_f - P_i} \right)$$

Siendo:

- V_{vaso} = volumen del vaso de expansión, en litros
- V = volumen de fluido caloportador en el circuito primario, en litros
- n = coeficiente de dilatación, adimensional
- P_f = presión absoluta final del vaso de expansión, en kg/cm
- P_i = presión absoluta inicial del vaso de expansión, en kg/cm²

La fracción $P_f / (P_f - P_i)$ se denomina factor de presión F_p , y representa el cociente entre la presión final y la diferencia entre las presiones final e inicial.

3.4.4.6.7 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 100cm³. 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.

3.4.4.6.8 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 bar, siendo la presión de la válvula en instalaciones pequeñas y medianas aproximadamente de 3 bar y en las instalaciones grandes hasta 7 bar.

3.4.4.6.9 Sistema de energía convencional 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.

Para el caso de este circuito y atendiendo a la tabla 3.7.2.4.2.6.1 y 3.7.2.4.2.6.2 se deberá complementar el aporte energético en los meses en los que no se suministre el 100 % de la energía demandada y sobre todo en los meses de Enero, Febrero, Octubre, Noviembre y Diciembre donde se puede apreciar que el aporte energético de los captadores es muy bajo.

3.4.4.6.10 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.

3.4.4.6.11 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.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO V: FONTANERÍA

3.5 FONTANERÍA.....	2
3.5.1 Objeto	2
3.5.2 Alcance	2
3.5.3 Normas y referencias	2
3.5.3.1 Bibliografía	2
3.5.3.2 Programas de cálculo	2
3.5.3.3 Definiciones y abreviaturas.....	2
3.5.4 Suministro de agua	2
3.5.5 Descripción de la instalación.....	3
3.5.5.1 Red de agua fría.....	3
3.5.5.2 Red de ACS	4
3.5.6 Requisitos de diseño.....	4
3.5.7 Dimensionado de las instalaciones	5
3.5.8 Cálculos	6

3.5 FONTANERÍA

3.5.1 Objeto

El presente anexo tiene por objeto evaluar el cumplimiento del Documento Básico HS "Salubridad" del CTE. En el que calculará la red de abastecimiento de agua, la instalación desde el punto de alimentación o acometida hasta los diferentes puntos de consumo de agua fría y agua caliente, dimensionándola en base a las pautas marcadas por las normativas en vigor que sean de aplicación.

3.5.2 Alcance

El alcance es la totalidad de la instalación de fontanería de la nave, desde la instalación existente hasta los receptores.

3.5.3 Normas y referencias

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

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HS Salubridad, Sección HS 4 "Suministro de Agua."
- Norma UNE 149201 de "Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios".

3.5.3.1 Bibliografía

La bibliografía utilizada ha sido: Manual técnico, Sistemas de Fontanería y Calefacción, UPONOR.

3.5.3.2 Programas de cálculo

El programa de cálculo utilizado ha sido: Microsoft Excel.

3.5.3.3 Definiciones y abreviaturas

- DB: Documento básico.
- ACS: Agua Caliente Sanitaria.
- Ø: Diámetro tubería en mm

3.5.4 Suministro de agua

"Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos”.

El suministro de agua se realiza a partir de la red de abastecimiento de agua del propio polígono; por lo que se garantiza el suministro suficiente de agua a vestuarios y aseos.

La acometida a la red de distribución general del polígono se hará en la arqueta existente en la parcela destinada a tal efecto. Dicha arqueta se encuentra situada en el frente de la parcela.

Para llevar a cabo el suministro de agua se tiene en cuenta en todo momento el DB HS 4 del CTE; que estipula, entre otras cosas, las exigencias, componentes de la instalación y el dimensionado requerido para realizar el abastecimiento de agua.

3.5.5 Descripción de la instalación

3.5.5.1 Red de agua fría

- Acometida:

La acometida debe disponer, como mínimo, de los elementos siguientes:

1. Una llave de toma o un collarín de toma en carga, sobre la tubería de distribución de la red exterior de suministro que abra el paso a la acometida;
2. Un tubo de acometida que enlace la llave de toma con la llave de corte general.
3. Una llave de corte en el exterior de la propiedad 2.

En el caso de que la acometida se realice desde una captación privada o en zonas rurales en las que no exista una red general de suministro de agua, los equipos a instalar (además de la captación propiamente dicha) serán los siguientes: válvula de pie, bomba para el trasiego del agua y válvulas de registro y general de corte.

- Instalación general:

La instalación general debe contener, en función del esquema adoptado, los elementos que le correspondan de los que se citan en los apartados siguientes.

- La llave de corte general servirá para interrumpir el suministro al edificio, y estará situada dentro de la propiedad, en la arqueta del contador general, accesible para su manipulación y señalada adecuadamente para permitir su identificación.
- El filtro de la instalación general debe retener los residuos del agua que puedan dar lugar a corrosiones en las canalizaciones metálicas. Se instalará a continuación de la llave de corte general, en el interior de la arqueta del contador general. El filtro debe ser de tipo Y con un umbral de filtrado comprendido entre 25 y 50 μm , con malla de acero inoxidable y baño de plata, para evitar la formación de bacterias y autolimpiable. La situación del filtro debe ser tal que permita realizar adecuadamente las operaciones de limpieza y mantenimiento sin necesidad de corte de suministro.
- El armario o arqueta del contador general contendrá, dispuestos en este orden, la llave de corte general, un filtro de la instalación general, el contador, una llave, grifo o racor de prueba, una válvula de retención y una llave de salida. Su instalación debe realizarse en un plano paralelo al del suelo.
- La llave de salida debe permitir la interrupción del suministro al edificio. La llave de corte general y la de salida servirán para el montaje y desmontaje del contador general.

- El tubo de alimentación debe de trazarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección.
- El trazado del distribuidor principal debe realizarse por zonas de uso común. En caso de ir empotrado deben disponerse registros para su inspección y control de fugas, al menos en sus extremos y en los cambios de dirección. Deben disponerse llaves de corte en todas las derivaciones, de tal forma que en caso de avería en cualquier punto no deba interrumpirse todo el suministro.
- Las ascendentes o montantes deben discurrir por zonas de uso común del mismo. Deben ir alojadas en recintos o huecos, contruidos a tal fin. Dichos recintos o huecos, que podrán ser de uso compartido solamente con otras instalaciones de agua del edificio, deben ser registrables y tener las dimensiones suficientes para que puedan realizarse las operaciones de mantenimiento.

Las ascendentes deben disponer en sus bases de una válvula de retención, una llave de corte para las operaciones de mantenimiento, y una llave de paso con grifo o tapón de vaciado, situadas en zonas de fácil acceso y señaladas de forma conveniente. La válvula de retención se dispondrá en primer lugar, según el sentido de circulación del agua.

En su parte superior deben instalarse dispositivos de purga, automáticos o manuales, con un separador o cámara que reduzca la velocidad del agua facilitando la salida del aire y disminuyendo los efectos de los posibles golpes de ariete.

3.5.5.2 Red de ACS

- Distribución (impulsión y retorno)

En el diseño de las instalaciones de ACS deben aplicarse condiciones análogas a las de las redes de agua fría.

Tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

La red de retorno se compondrá de:

1. Un colector de retorno en las distribuciones por grupos múltiples de columnas. El colector debe tener canalización con pendiente descendente desde el extremo superior de las columnas de ida hasta la columna de retorno. Cada colector puede recoger todas o varias de las columnas de ida, que tengan igual presión;
2. Columnas de retorno: desde el extremo superior de las columnas de ida, o desde el colector de retorno, hasta el acumulador o calentador centralizado.

Las redes de retorno discurrirán paralelamente a las de impulsión.

En los montantes, debe realizarse el retorno desde su parte superior y por debajo de la última derivación particular. En la base de dichos montantes se dispondrán válvulas de asiento para regular y equilibrar hidráulicamente el retorno.

3.5.6 Requisitos de diseño

Las tuberías de distribución de agua se dispondrán a distancias no menores de 30 cm de las instalaciones eléctricas o de telefonía, así como a más de 1 m de las instalaciones de saneamiento. Además, las conducciones de agua caliente se dispondrán a más de 4 cm de las de agua fría, colocando siempre la primera a mayor cota que la segunda.

A continuación se indica, en función del tipo de aparato, los caudales instantáneos mínimos, tanto de agua fría como de agua caliente:

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de 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 sistema	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con sistema (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	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 3.5.6.1 – Caudal Instantáneo Mínimo para cada Aparato

En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- a) 100 kPa para grifos comunes;
- b) 150 kPa para fluxores y calentadores.

La presión en cualquier punto de consumo no debe superar 500 kPa.

La temperatura de ACS en los puntos de consumo debe estar comprendida entre 50°C y 65°C siempre que estas no afecten al ambiente exterior de dichos edificios.

3.5.7 Dimensionado de las instalaciones

Inicialmente se ha de llevar a cabo un primer dimensionado en función de los caudales instantáneos mínimos requeridos por los aparatos instalados en la vivienda y de la velocidad máxima permitida en este tipo de instalación, partiendo de estos valores se obtendrán unos diámetros iniciales cuya validez deberá ser ratificada en función de la velocidad final calculada y las pérdidas de carga obtenidas. Si resulta que las pérdidas o la velocidad son excesivas, se ha de replantear el diseño inicial aumentando la sección de la zona conflictiva de manera que las cifras se sitúen dentro de un margen permisible.

Para finalizar el diseño global de la instalación se han de analizar cada uno de los tramos que conforman la red de fontanería, determinando aquel más desfavorable ya que será el que presente la mayor pérdida de presión en el sistema por motivos de rozamiento y altura geométrica. Si se verifica que en dicho tramo las pérdidas existentes no impiden que la presión con la que llega el agua esté por debajo de los valores exigidos se consideran válidas las decisiones adoptadas.

El procedimiento seguido en el diseño de la instalación es el siguiente:

1. El caudal máximo o instalado ($Q_{\text{instalado}}$) de cada tramo será igual a la suma de los caudales instantáneos mínimos ($Q_{i,\text{min}}$) de los puntos

de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con la tabla 2.1. del CTE-HS4.

2. Establecimiento de los coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con el criterio siguiente.

- Factor de simultaneidad por número de aparatos:

$$k_a = \frac{1}{\sqrt{n-1}}$$

Siendo n el número de aparatos servidos desde el tramo, con $K_a = 1$ para $n \leq 2$.

- Factor de simultaneidad por número de suministros particulares:

$$k_c = \frac{19+N}{10 \times (N+1)}$$

Siendo N el número de suministro servidos desde este tramo

- Valor mínimo admisible para el coeficiente de simultaneidad: 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:

$$Q_{i,\text{particular}} = K_s \cdot \Sigma Q_{\text{instalado}}$$

- Para un conjunto de suministros particulares:

$$Q_{\text{cálculo}} = K_c \cdot \Sigma Q_{i,\text{particular}}$$

4. Elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de los intervalos siguientes:

- Tuberías metálicas: entre 0,5 y 2,00 m/s.
- Tuberías termoplásticas y multicapas: entre 0,5 y 3,5 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 4.3 del CTE-HS 4 “diámetros mínimos de alimentación” y 4.2 del mismo documento “diámetros mínimos en las derivaciones a aparatos”.

3.5.8 Cálculos

Para la realización de los cálculos primero establecemos una serie de tramos.

El primero será el punto más alejado de la acometida, ya que será el punto más desfavorable. En este caso sería el aseo femenino de la planta de arriba. Y a partir de ahí iremos para atrás. El segundo tramo será el que va desde ese punto más desfavorable al final de la bajante. El tercer tramo irá desde el final de la bajante hasta el vestuario femenino, el cual incluirá los aseos de la planta baja. El cuarto tramo irá desde el vestuario femenino el cual incluirá, hasta el masculino. El quinto tramo irá desde la derivación de agua fría que hay donde el termo de agua fría hasta el vestuario masculino, el cual incluye. Por último tendremos el tramo de alimentación.

Una vez divididos los tramos, calcularemos el caudal necesario en cada uno de ellos guiándonos de la tabla de caudales mínimos, y calcularemos el coeficiente de simultaneidad mediante la fórmula:

$$k=1/\sqrt{(n-1)}$$

dónde n es el número de billas del tramo correspondiente.

Una vez obtenido este caudal, y sabiendo que en todos los tramos tenemos la velocidad de 1,5 m/s, y en el tramo de alimentación y acometida 2 m/s, podemos calcular los diferentes diámetros mediante la fórmula:

$$D=\sqrt{[(4\cdot Q)/(\pi\cdot v)]}$$

Tendremos que comprobar que estos diámetros cumplen el mínimo requerido en las tablas reglamentarias.

Por último nos queda calcular las pérdidas de carga en cada tramo, para luego poder calcular si la presión en la acometida de 300 kPa será suficiente o tendremos que incluir un grupo de presión. Estas pérdidas de carga las miramos en las siguientes tablas, teniendo en cuenta que utilizamos unas tuberías Uponor PEX:

d _e mm esp mm d _i mm	16 mm		20 mm	
	1,8 mm 12,4 mm		1,9 mm 16,2 mm	
Q (l/s)	R mbar/m	vel m/s	R mbar/m	vel m/s
0,01	0,125	0,083	0,032	0,049
0,02	0,434	0,166	0,113	0,097
0,03	0,900	0,248	0,236	0,146
0,04	1,511	0,331	0,396	0,194
0,05	2,258	0,414	0,593	0,243
0,06	3,136	0,497	0,824	0,291
0,07	4,138	0,580	1,086	0,340
0,08	5,263	0,662	1,384	0,388
0,09	6,506	0,745	1,712	0,437
0,1	7,865	0,828	2,070	0,485
0,15	16,319	1,242	4,303	0,728
0,2	27,392	1,656	7,230	0,970
0,25	40,934	2,070	10,815	1,213
0,3	56,837	2,484	15,027	1,455
0,35	75,016	2,898	19,845	1,698
0,4	95,401	3,312	25,252	1,941
0,45	117,934	3,726	31,231	2,183
0,5	142,565	4,140	37,769	2,426
0,55	169,251	4,554	44,856	2,678
0,6	197,952	4,968	52,480	2,911
0,65	228,633	5,382	6,634	3,154
0,7	261,264	5,796	69,308	3,396
0,75	295,815	6,211	78,495	3,639
0,8	332,261	6,625	88,189	3,881
0,85	370,577	7,039	98,362	4,124
0,9	410,740	7,453	109,069	4,366
0,95	452,729	7,867	120,245	4,609

Tabla 3.5.8.1 – Pérdidas de Carga para Secciones de 16mm y 20mm

d _e mm esp mm d _i mm	32 mm		40 mm	
	2,9 mm 26,2 mm		3,7 mm 32,6 mm	
Q (l/s)	R mbar/m	vel m/s	R mbar/m	vel m/s
0,01	0,003	0,019		
0,02	0,010	0,037		
0,03	0,021	0,056		
0,04	0,036	0,074		
0,05	0,053	0,093		
0,06	0,074	0,111		
0,07	0,097	0,130		
0,08	0,123	0,148		
0,09	0,152	0,167		
0,1	0,184	0,185	0,061	0,120
0,15	0,381	0,278	0,126	0,180
0,2	0,639	0,371	0,212	0,240
0,25	0,954	0,464	0,317	0,300
0,3	1,324	0,556	0,440	0,359
0,35	1,747	0,649	0,580	0,419
0,4	2,220	0,742	0,737	0,479
0,45	2,743	0,835	0,911	0,539
0,5	3,314	0,927	1,102	0,599
0,55	3,933	1,020	1,308	0,659
0,6	4,598	1,113	1,529	0,719
0,65	5,309	1,206	1,766	0,779
0,7	6,065	1,298	2,017	0,839
0,75	6,865	1,391	2,284	0,899
0,8	7,709	1,484	2,565	0,958
0,85	8,596	1,577	2,860	1,018
0,9	9,525	1,669	3,170	1,078
0,95	10,497	1,762	3,494	1,138
1	11,510	1,855	3,831	1,198
1,05	12,564	1,948	4,183	1,258
1,1	13,659	2,040	4,548	1,318
1,15	14,794	2,133	4,926	1,378
1,2	15,969	2,226	5,318	1,438
1,25	17,184	2,319	5,723	1,498
1,3	18,438	2,411	6,141	1,557
1,4	21,063	2,597	7,017	1,677
1,5	23,842	2,782	7,944	1,797
1,6	26,772	2,968	8,921	1,917
1,7	29,852	3,153	9,949	2,037
1,8	33,079	3,339	11,026	2,156
1,9	36,453	3,524	12,151	2,276
2	39,970	3,710	13,326	2,396
2,1	43,631	3,895	14,548	2,516
2,2	47,433	4,081	15,817	2,636
2,3	51,375	4,266	17,133	2,756
2,4	55,457	4,452	18,496	2,875
2,5	59,675	4,637	19,905	2,995
2,6	64,031	4,823	21,359	3,115
2,64	65,811	4,897	21,954	3,163
2,7	69,522	5,082	2,859	3,235
2,8	73,147	5,194	24,404	3,355

Tabla 3.5.8.2 – Pérdidas de Carga para Secciones de 32mm y 40mm

2,9	77,905	5,379	25,994	3,474	8,959	2,218
3	82,796	5,565	27,628	3,594	9,521	2,295
3,1	87,819	5,750	29,306	3,714	10,096	2,371
3,2	92,972	5,936	31,028	3,834	10,690	2,448
3,3	98,255	6,121	32,793	3,954	11,297	2,524
3,4	103,667	6,306	34,602	4,073	11,919	2,601
3,5	109,207	6,492	36,454	4,193	12,556	2,677
3,6	114,875	6,677	38,348	4,313	13,207	2,754

Tabla 3.5.8.3 – Pérdidas de Carga para Secciones de 50mm

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos de los cálculos realizados tal y como se acaban de indicar:

- Agua Fría

	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Nº billas	Coef. Simultaneidad (k)	Caudal simultáneo (l/s)	ϕ (mm)	Velocidad (m/s)	ϕ oficial (mm)	Pérdida de carga (mbar/m)	Pérdida de carga (mbar)
Tramo 1 Grifo desfavorable	2,301	0,2	2	1	0,2	13,029	1,5	16	27,392	63,028992
Tramo 2 Bajante	5,301	0,2	2	1	0,2	13,029	1,5	16	27,392	145,204992
Tramo 3 Aseos PB	4,998	2,7	4	0,5774	1,5588	36,376	1,5	40	2,859	14,289282
Tramo 4 Vestuario Masculino	16,003	0,9	6	0,4472	0,4025	21,483	1,5	25	33,042	528,771126
Tramo 5 Vestuario Femenino	17,584	0,9	6	0,4472	0,4025	21,483	1,5	25	33,042	581,010528
										1332,30492

Tabla 3.5.8.4 – Cálculos Agua Fría

- Agua Caliente

	Longitud (m)	Caudal (l/s)	Nº billas	Coef. Simultaneidad (k)	Caudal simultáneo (l/s)	ϕ (mm)	Velocidad (m/s)	ϕ oficial (mm)	Pérdida de carga (mbar/m)	Pérdida de carga (mbar)
Tramo 1 Grifo desfavorable	2,301	0,065	1	1	0,065	7,427901	1,5	16	3,637	8,368737
Tramo 2 Bajante	5,301	0,065	1	1	0,065	7,427901	1,5	16	3,637	19,279737
Tramo 3 Aseos PB	4,998	0,13	2	1,0000	0,13	10,50464	1,5	16	1,085	5,42283
Tramo 4 Vestuario Masculino	16,003	0,43	5	0,5000	0,215	17,509	1,5	20	8,905	142,506715
Tramo 5 Vestuario Femenino	17,584	0,43	5	0,5000	0,215	17,509	1,5	20	8,905	156,58552
										332,163539

Tabla 3.5.8.5 – Cálculos Agua Caliente

Acometida	12,587				3,453830199	46,89111	2	50	12,406	156,154322
------------------	--------	--	--	--	-------------	----------	---	----	--------	-------------------

Tabla 3.5.8.6 – Cálculos Acometida

Por último tenemos que tener en cuenta que desde la planta baja hasta la entreplanta tenemos 6 metros de altura, por lo que hay que añadir esa pérdida de carga que será de 1 m.c.a. por cada metro, por lo que nuestras pérdidas serán de 6 m.c.a., que son igual a 600 mbar.

Los accesorios tienen su pérdida de carga, que se calculará como el 30 % de las pérdidas de carga de cada tramo. Haciendo el cálculo obtenemos que hay unas pérdidas de 546 mbar.

	Total	1820,622781
Pérdidas de carga por altura (6m)	6 m.c.a	600
Pérdidas de carga por accesorios	30% del total	546
	Total Suministro	2966,8096

Tabla 3.5.8.6 – Cálculo Pérdidas

Sumando todas las pérdidas de carga obtenemos unas pérdidas de carga de 2966,81 mbar, que en kPa serán 296,681 kPa. Por lo que no necesitamos insertar un grupo a presión ya que nuestra presión e suministro es de 300 kPa.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO VI: SANEAMIENTO

3.6 SANEAMIENTO.....	2
3.6.1 Objeto	2
3.6.2 Alcance	2
3.6.3 Normas y referencias	2
3.6.3.1 Bibliografía	2
3.6.3.2 Programas de cálculo	2
3.6.4 Descripción de la instalación.....	2
3.6.5 Red de pequeña evacuación.....	2
3.6.6 Red de bajantes	3
3.6.7 Red de colectores	3
3.6.8 Cálculo de las instalaciones de aguas residuales.....	4
3.6.8.1 Derivaciones individuales	4
3.6.8.2 Botes sifónicos o sifones individuales.....	5
3.6.8.3 Ramales colectores	5
3.6.8.4 Bajantes	6
3.6.8.5 Colectores horizontales	7
3.6.8.6 Arquetas	7
3.6.9 Cálculo de la instalación aguas pluviales	8
3.6.9.1 Cálculo del régimen pluviométrico característico	8
3.6.9.2 Método de dimensionado	9
3.6.9.3 Cálculo de las bajantes.....	9
3.6.9.4 Cálculo de los canalones.....	10
3.6.9.5 Cálculo de colectores	10
3.6.9.6 Cálculo de las arquetas	11

3.6 SANEAMIENTO

3.6.1 Objeto

El objeto del presente anexo es el diseño y justificación de las instalaciones de evacuación interior de aguas residuales y pluviales así como los elementos que las conduzcan al exterior de la vivienda. Para tal fin se aplicará lo estipulado en el documento básico de salubridad (HS), sección 5, del Código Técnico de la Edificación (CTE).

3.6.2 Alcance

El alcance es la totalidad de la instalación de saneamiento de la nave, desde los puntos de recogida hasta la red pública de saneamiento.

3.6.3 Normas y referencias

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

- Código Técnico de la Edificación, Documento Básico HS5 Evacuación de aguas, aprobado por Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo.

3.6.3.1 Bibliografía

La bibliografía utilizada ha sido: Manual técnico, Sistemas de Fontanería y Calefacción, UPONOR.

3.6.3.2 Programas de cálculo

El programa de cálculo utilizado ha sido: Microsoft Excel.

3.6.4 Descripción de la instalación

Para el caso de la nave objeto 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.

3.6.5 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 la nave. Es una red que transcurre general y principalmente por el interior del

propio vestuario o aseo y que conecta con uno o varios colectores interiores, que a su vez confluyen en las bajantes generales de la nave.

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.

3.6.6 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 proyecto del edificio, 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.

3.6.7 Red de colectores

El colector o colectores generales de evacuación está constituido por tuberías horizontales instaladas a la vista u ocultas en el interior del edificio o bien enterradas bajo zanja como es el caso de la nave objeto de este proyecto.

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 el caso de la presente nave se diferencian los colectores según sean para aguas residuales o aguas pluviales dado que en el caso de estas últimas, se prevé un posterior aprovechamiento del agua recogida.

En cualquier caso se deberá 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.

Dado que la red interior de evacuación estará conectada a la red general de saneamiento no resulta necesario disponer de una fosa séptica para evacuar las aguas residuales de la instalación.

3.6.8 Cálculo de las instalaciones de aguas residuales

3.6.8.1 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 las tabla 4.1 reflejada en el apartado HS5 del CTE.

Los diámetros indicados en estas tablas 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 de la nave objeto de estudio, se considera adecuado que las derivaciones individuales que acometan al bote sifónico tengan una pendiente del 3%.

Tenemos que para los lavabos de uso privado como los de los vestuarios o los de la entreplanta, obtenemos 1 UD lo que implica un diámetro mínimo del sifón a la derivación individual de 32 mm. En el caso del lavabo de los aseos de la planta baja tenemos 2UDs y necesitamos un diámetro de 40mm. Esto ocurre con el resto de aparatos señalados en la tabla. Además en el caso de las duchas colectivas, debemos de tener en cuenta que para un solo desagüe tenemos 2 grifos, por lo que calcularemos sus características según la segunda tabla, sabiendo que tenemos 4UDs, 2 por cada ducha, obteniendo los siguientes resultados:

Local	Aparato	Uds	Φ min	longitud sifón(m)
Vestuario femenino	Lavabo 1	1	32	0,8
	Lavabo 2	1	32	0,8
	Ducha común	4	60	2,362
	Ducha minusválidos	2	40	1,8
	Inodoro cisterna	4	100	-
Vestuario masculino	Lavabo 1	1	32	0,8
	Lavabo 2	1	32	0,8
	Ducha común	4	60	2,362
	Ducha minusválidos	2	40	1,8
	Inodoro cisterna	4	100	-
Aseo femenino público	Lavabo	2	40	0,609
	Inodoro fluxor	10	100	-
Aseo masculino público	Lavabo	2	40	0,609
	Inodoro fluxor	10	100	-
Aseo femenino	Lavabo	1	32	0,609
	Inodoro cisterna	4	100	-
Aseo masculino	Lavabo	1	32	0,609
	Inodoro cisterna	4	100	-

Tabla 3.6.8.1.1 – Resultados Diámetros Sifón

3.6.8.2 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.

3.6.8.3 Ramales colectores

Para el cálculo de los ramales colectores utilizaremos la siguiente tabla mediante la que se obtiene el diámetro de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Tabla 3.6.8.3.1 – Diámetro Ramales Colectores

Obteniendo para la pendiente del 2% los siguientes resultados:

Local	Aparato	Φ ramal colector	longitud (m)
Vestuario femenino	Lavabo 1	40	1,136
	Lavabo 2	40	1,136
	Ducha común	50	1,711
	Ducha minusválidos	50	1,711
	Inodoro cisterna	50	0,647
Vestuario masculino	Lavabo 1	40	1,136
	Lavabo 2	40	1,136
	Ducha común	50	1,711
	Ducha minusválidos	50	1,711
	Inodoro cisterna	50	0,647
Aseo femenino público	Lavabo	40	1,205
	Inodoro fluxor	63	0,643
Aseo masculino público	Lavabo	40	1,205
	Inodoro fluxor	63	0,643
Aseo femenino	Lavabo	40	1,205
	Inodoro cisterna	63	0,497
Aseo masculino	Lavabo	40	1,205
	Inodoro cisterna	63	0,497

Tabla 3.6.8.3.2 – Diámetro Sifón-Bajante

En base al 2% de pendiente que se ha considerado y a las unidades de descarga correspondientes a cada estancia, resulta que en la mayoría de la instalación interior de la nave sería suficiente emplear colectores de diámetro 50mm sin embargo y con la finalidad de garantizar un mejor funcionamiento de la red de saneamiento se decide usar colectores de diámetro 110mm para evitar reducciones de diámetro en la instalación que puedan aumentar la probabilidad de atascos en el sistema.

3.6.8.4 Bajantes

El diámetro de las bajantes se obtiene en la siguiente tabla como el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

Tabla 3.6.8.4 – Diámetro Bajantes

Como podemos ver en la tabla, nos llegaría con un diámetro de bajante de 50 mm pero para evitar reducciones de diámetro innecesarias que puedan ocasionar problemas de atascamiento, decidimos colocar una bajante de 110 mm.

3.6.8.5 Colectores horizontales

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la siguiente tabla en función del máximo número de UD y de la pendiente (2%).

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Tabla 3.6.8.5.1 – Colectores Horizontales

En base al 2% de pendiente que se ha considerado y a las unidades de descarga correspondientes a cada estancia, resulta que en la mayoría de la instalación interior de la nave sería suficiente emplear colectores de diámetro 50mm sin embargo y con la finalidad de garantizar un mejor funcionamiento de la red de saneamiento se decide usar colectores de diámetro 110mm para evitar reducciones de diámetro en la instalación que puedan aumentar la probabilidad de atascos en el sistema.

3.6.8.6 Arquetas

Las dimensiones mínimas en longitud y anchura de las arquetas a instalar dependerán exclusivamente del diámetro de los colectores empleados en la instalación tal y como se recoge en la siguiente tabla:

Diámetro del colector de salida (mm)									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A (cm)	40x40	50x50	60x60	60x70	70x 70	70x80	80x80	80x90	90x90

Tabla 3.6.8.6.1 – Tamaño Arquetas

Teniendo en que el mayor diámetro de los colectores de la instalación es de 110mm las arquetas a instalar según la tabla anterior serán de 50 x 50 cm.

Como norma general se pondrán arquetas en intersecciones y cambios de dirección. En tramos rectos donde no se den ninguna de las condiciones anteriores se instalara una arqueta máximo cada 15m de longitud según lo contemplado en el apartado 3.3.1.4.2 del documento básico HS5 del código técnico.

3.6.9 Cálculo de la instalación aguas pluviales

Hay que tener en cuenta que para el cálculo de esta instalación se realizará de acuerdo con la instalación de aprovechamiento de aguas pluviales por lo que, los colectores de una de las aguas del tejado de la nave, desembocarán en el depósito de aguas pluviales y en caso del llenado de este, verterá a la red de alcantarillado.

3.6.9.1 Cálculo del régimen pluviométrico característico

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 de nuestra situación geográfica.

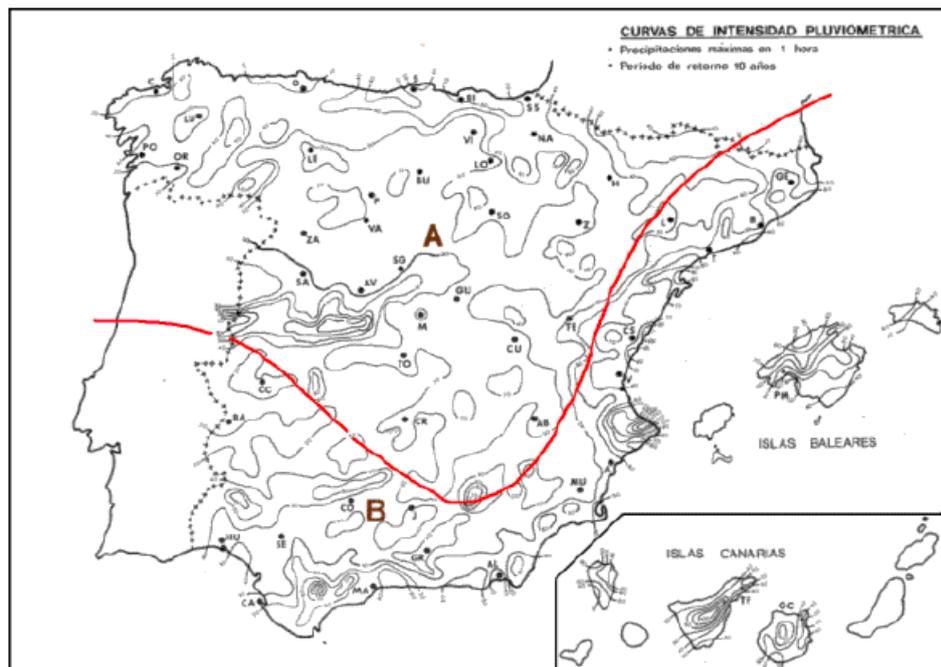


Figura 3.6.9.1.1 – Mapa Isoyetas y Zonas Pluviométricas

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 3.6.9.1.1 – Intensidad Pluviométrica (mm/h)

Para la situación de nuestra nave que se sitúa en el Polígono de Río do Pozo en el Ayuntamiento de Narón, tenemos:

- Zona A.
- Isoyeta 30.

Por lo tanto la intensidad pluviométrica es de 90 mm/h.

3.6.9.2 Método de dimensionado

El método de dimensionamiento utilizado por el HS5 del CTE se basa en cálculos tabulados bajo un régimen pluviométrico de 100 mm/h y para el caso de nuestra situación geográfica nuestro régimen pluviométrico es de 90 mm/h.

Por lo tanto se aplicará un factor de corrección según lo siguiente:

- Se aplicará el factor de corrección (f) según el valor:

$$f = i / 100 = 90 / 100 = 0,9$$

siendo: i = intensidad pluviométrica a considerar.

- La superficie de cálculo de recogida aguas pluviales será la superficie real por el factor de corrección obtenido anteriormente, por lo tanto:

$$S_c = S_r \times f$$

siendo:

- S_c = la superficie de cálculo.
- S_r = la superficie real.
- f = el factor de corrección.

Teniendo en cuenta que el factor de corrección obtenido según la situación geográfica de la nave 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.

3.6.9.3 Cálculo de las bajantes

El diámetro de las bajantes pluviales depende de:

- La proyección horizontal de la superficie de cubierta cuyas aguas recoge.
- Del índice pluviométrico de la zona de estudio.

En la tabla siguiente del HS5 del CTE se recoge la máxima superficie proyectada que puede servir una bajante de aguas pluviales:

Superficie en proyección horizontal (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Tabla 3.6.9.3.1 – Diámetro Bajantes

Teniendo en cuenta la proyección horizontal de superficie cubierta que afectaría a cada bajante en función de cómo se han dispuesto los canalones sería 195 m², y por lo que vemos en la tabla nos llegaría con diámetro 90 mm.

3.6.9.4 Cálculo de los 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 m² 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, determinada por las coordenadas geográficas del emplazamiento.

El apartado HS5 del CTE permite determinar mediante una tabla y según estos parámetros, el diámetro adecuado del canalón a instalar.

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²) Pendiente canalón				Diámetro nominal del canalón (mm)
0,5 %	1 %	2 %	4 %	
34	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Tabla 3.6.9.4.1 – Diámetro Canalón

Se decide asignar una pendiente del 2% para todos los canalones, considerando que los valores de inclinación tengan un valor aceptable y un impacto 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 será suficiente con emplear canalones de diámetro 200mm dado que las superficies son 195 m².

3.6.9.5 Cálculo de colectores

Los colectores de aguas pluviales se dimensionarán a sección llena y en función de:

- La superficie de cubierta que ha de recoger aguas pluviales.
- La pendiente asignada al colector

Las pendientes para estos tramos estarán comprendidas entre el 1 % y el 4 %, siendo recomendables pendientes no inferiores al 2 %. Particularmente se decide que un 2% de pendiente resulta un valor adecuado para la presente nave.

Según la siguiente tabla se determinará el diámetro nominal del colector:

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	450	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Tabla 3.6.9.5.1 – Diámetro Colectores

El cálculo de las proyecciones horizontales de superficie cubierta que determinara el diámetro de colector a emplear, observamos que se empleará colectores de 110mm, de 125 y para los tramos finales de 160mm y de 200mm.

3.6.9.6 Cálculo de las arquetas

Será necesario prever de igual forma las dimensiones de las arquetas a situar en los diferentes tramos de la instalación de pluviales. La siguiente tabla nos proporcionará las dimensiones mínimas en longitud y anchura, en función del diámetro del colector de salida que acomete.

Diámetro del colector de salida (mm)									
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
L x A (cm)	40x40	50x50	60x60	60x70	70x 70	70x80	80x80	80x90	90x90

Tabla 3.6.9.6.1 – Tamaño Arquetas

Teniendo en cuenta que el diámetro de los colectores iniciales son de 110 mm y de 125 mm, nos llegaría con arquetas de 40x40mm y de 50x50 en los primeros tramos y de 60x60 en los siguientes, sin embargo para evitar problemas por atascos debido a que es una zona rural con gran cantidad de arboleda que en otoño pierden sus hojas, por criterio del proyectista se instalarán arquetas de 60x60mm para todos los tramos.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2016/17

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO VII: INSTALACIÓN NEUMÁTICA

3.7 NEUMÁTICA.....	2
3.7.1 Objeto	2
3.7.2 Alcance	2
3.7.3 Normas y referencias	2
3.7.4 Elementos de la instalación.....	2
3.7.4.1 Compresor.....	3
3.7.4.2 Depósito	3
3.7.4.3 Aftercooler	3
3.7.4.4 Deshumidificador	4
3.7.4.5 Líneas de suministro.....	4
3.7.4.6 Puntos de consumo	5
3.7.4.7 Otros elementos	6
3.7.5 Dimensionado de la instalación.....	6
3.7.5.1 Tubería principal.....	7
3.7.5.2 Tubería secundaria.....	7
3.7.5.3 Tubería de servicio	7
3.7.6 Mantenimiento de la instalación	7

3.7 NEUMÁTICA

3.7.1 Objeto

El objeto del anexo será el dimensionamiento de la red de aire comprimido necesaria para la nave industrial en estudio.

3.7.2 Alcance

El alcance comprende desde el compresor instalado a todos los puntos de consumo de la nave.

3.7.3 Normas y referencias

- Instrucción técnica complementaria del Reglamento de Aparatos a Presión ITC-MIE-AP17:Instalaciones de Tratamiento y Almacenamiento de Aire Comprimido.
- Real Decreto 769/1999, por el cual se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 97/23/CE, relativa a los equipos de presión, y se modifica el Real Decreto 1244/1979, por el cual se aprueba el Reglamento de Aparatos a Presión.

3.7.4 Elementos de la instalación

La figura introduce el esquema básico de una instalación de aire comprimido para una nave industrial. Los elementos principales que la componen son el compresor (que incluye normalmente un depósito de almacenamiento de aire comprimido), el enfriador, un deshumidificador, las líneas de suministro, y los puntos de consumo con su regulador y filtro.

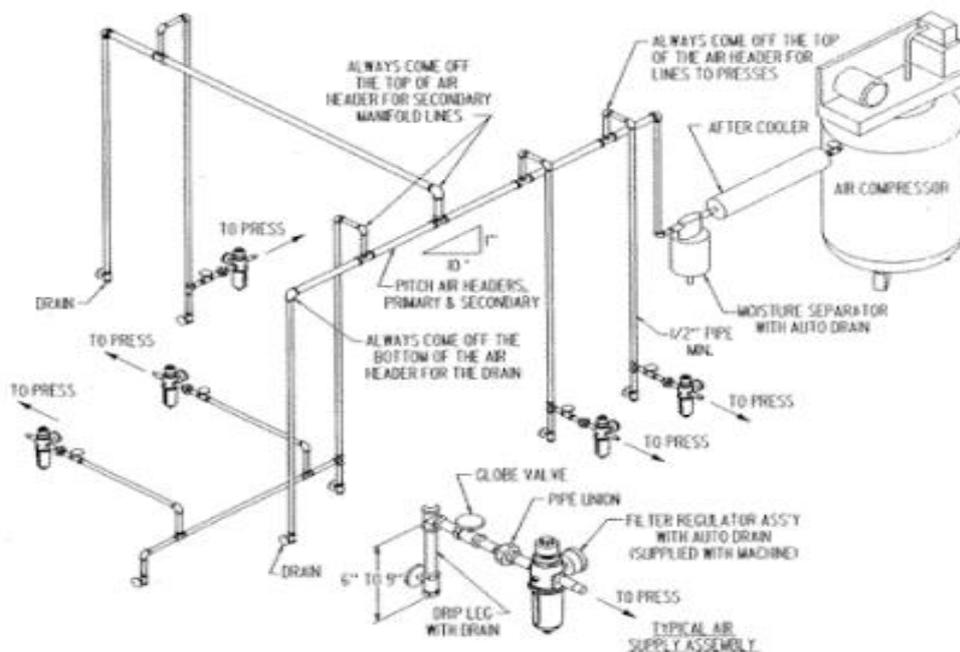


Figura 3.7.4.1 – Esquema Instalación Neumática

3.7.4.1 Compresor

El compresor aspira aire de la atmósfera y lo comprime en un volumen más pequeño, almacenándolo después normalmente en un depósito. Básicamente, hay cinco tipos de compresores de aire que se emplean en la industria, que se agrupan a su vez dentro de dos grandes familias: compresores de desplazamiento positivo y compresores rotodinámicos o turbocompresores.

En nuestra instalación, emplearemos un compresor alternativo donde la compresión del aire se consigue a partir de un cilindro en movimiento. La máquina puede incorporar un único cilindro o puede comprimir el aire empleando dos cilindros. Los cilindros pueden estar colocados horizontalmente, verticalmente o bien en ángulo. Además, los cilindros pueden ser estancos y estar lubricados con aceite si no importa que la descarga de aire tenga algunas partículas de aceite en suspensión. En caso contrario, es posible tener compresores libres de aceite pero a costes mayores.

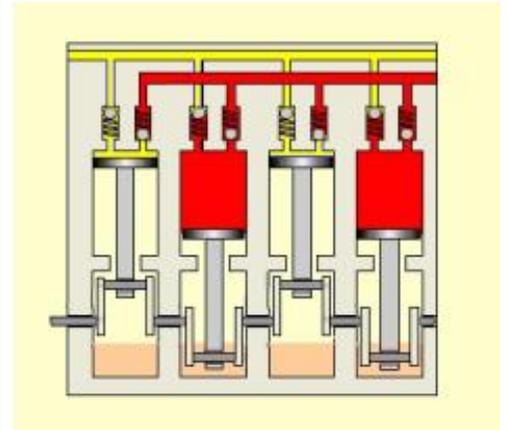


Figura 3.7.4.1.1 – Compresor Alternativo

3.7.4.2 Depósito

Normalmente suele ir integrado dentro del compresor, como una parte más de la unidad que proporciona aire comprimido. De hecho, los compresores suelen trabajar de forma discontinua, arrancando cuando la cantidad de aire que queda almacenada en el compresor es baja. Además, el depósito sirve para amortiguar las fluctuaciones de caudal que vienen del compresor y evitar que se transmitan a los puntos de consumo. Por tanto, el compresor se regula para que arranque y pare y almacene el aire a presión en el depósito, tratando de espaciar al máximo sus ciclos de trabajo. Como norma general se acepta que los compresores alternativos trabajen durante unas 10 veces a la hora, con un máximo de funcionamiento del 70%. Por el contrario, compresores centrífugos, de husillo y de paletas deslizantes, pueden trabajar el 100% del tiempo.

3.7.4.3 Aftercooler

Puesto que al comprimir el aire éste se calienta, su capacidad para retener vapor de agua aumenta. Por el contrario, un incremento en la presión del aire, reduce notablemente su capacidad para retener agua. Por tanto, mientras el aire se comprime en el compresor, la alta temperatura evita que el agua condense, pero una vez en las conducciones, el descenso de temperatura, mantenido a presiones altas, sí conlleva la condensación de agua en las tuberías. Por tanto, para eliminar posibles condensaciones, se reduce la temperatura del aire en un dispositivo que se coloca justo a la salida del compresor (sin esperar a que ese descenso tenga lugar en las propias líneas de suministro de aire comprimido). Para ello se introduce un enfriador (aftercooler), tan próximo al compresor como sea posible. El aftercooler no es más que un intercambiador

de calor, que puede funcionar bien con agua bien con aire como fluido caloportante. La figura muestra un aftercooler, al que se le ha acoplado a la salida un deshumidificador, encargado de drenar el agua de condensación que se extrae de la corriente de aire comprimido.

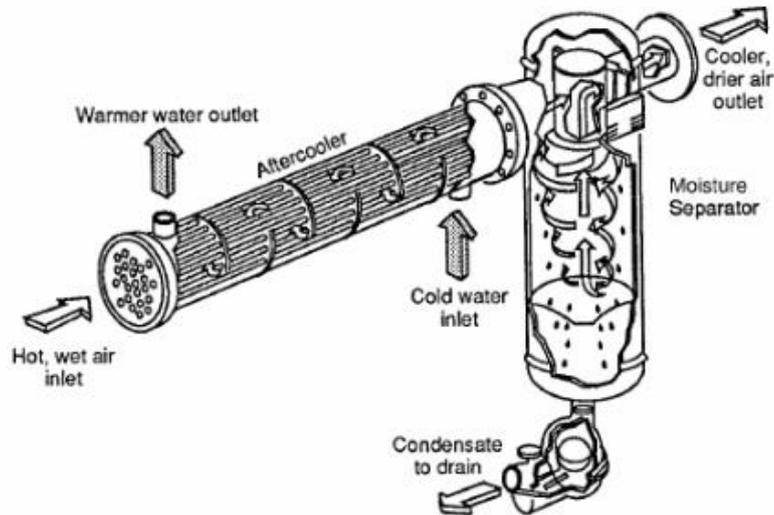


Figura 3.7.4.3.1 – Aftercooler

3.7.4.4 Deshumidificador

Es el elemento encargado de retirar la condensación que ha precipitado desde el enfriador.

3.7.4.5 Líneas de suministro

Puesto que el compresor, el depósito y los enfriadores suelen situarse en una sala, es preciso diseñar la distribución en planta de las líneas de suministro desde el compresor a los puntos de consumo. Se ha procurado que la distribución minimice en la medida de lo posible las longitudes de las tuberías desde el compresor al punto más alejado. En aquellas redes que sean muy extensas, es preferible situar el compresor en una zona central, minimizando así la distancia al punto más alejado, si bien esto depende de los huecos libres en la nave donde se situará la instalación. Algunos importantes detalles que es recomendable respetar son:

- Los puntos de drenaje se colocan con la ayuda de T's, ya que el cambio brusco en la dirección del flujo facilita la separación de las gotas de agua de la corriente de aire.
- Las tuberías deben ir descendiendo levemente en la dirección del flujo. La pendiente puede fijarse aproximadamente en un 1%.
- Las conexiones de las diversas ramificaciones se hacen desde arriba (para obstaculizar al máximo posibles entradas de agua).
- En todos los puntos bajos es recomendable colocar puntos de drenaje. Así mismo, en la línea principal se pueden colocar cada 30 – 40 metros, saliendo siempre desde el punto inferior de la tubería.
- El número de juntas y codos debe reducirse al máximo posible. De esta forma las pérdidas serán las menores posibles.

3.7.4.6 Puntos de consumo

En los puntos de consumo es habitual colocar un filtro final así como un regulador de presión que acondicione finalmente el suministro de aire comprimido. Normalmente, estos filtros en el punto de consumo permiten retener aquellas partículas que sean de tamaño inferior a las características de filtrado de elementos previos.

- Filtro

Los filtros del aire comprimido retienen las partículas sólidas y las gotas de humedad contenidas en el aire.

Al entrar, el aire pasa a través de placas que fuerzan una circulación rotativa, así las grandes partículas sólidas y el líquido se depositan en las paredes del vaso o copa, por la acción centrífuga. Luego, el aire atraviesa el elemento filtrante principal, de malla metálica, papel, o metal sinterizado. Este filtro de entre 20 a 40 micrones retiene las partículas sólidas. Esta acción de filtrado se denomina "mecánica" ya que, afecta a la contaminación mecánica del aire, y no a su contenido de humedad.

Las partículas más grandes, son retenidas por el filtro sinterizado, mientras que los líquidos son desviados al vaso del filtro. El líquido condensado en el vaso o copa del filtro se debe vaciar periódicamente, ya que si no, podría ser arrastrado por la corriente del aire comprimido al circuito.

- Regulador

La válvula reguladora o regulador de presión mantiene la presión de trabajo constante en el lado del usuario, independientemente de las variaciones de presión en la red principal y del consumo. Obviamente, para lograr esto, la presión de entrada del regulador debe ser siempre superior a la de trabajo.

- Lubricador

El lubricador del aire comprimido, tiene la importante función de lubricar de modo suficiente a todos los elementos neumáticos, en especial a los activos. El aceite que se utiliza en la lubricación es aspirado de un pequeño depósito de la misma unidad de mantenimiento, mezclado con la corriente del aire comprimido, y distribuido en forma de "niebla" o micro pulverización. Para que esta tarea sea efectiva el caudal debe de ser suficientemente fuerte. En instalaciones especiales, de baja presión o con sensores específicos, deberá evitarse el uso de aire lubricado, mediante el uso de tomas diferenciadas para la conexión de esos elementos.

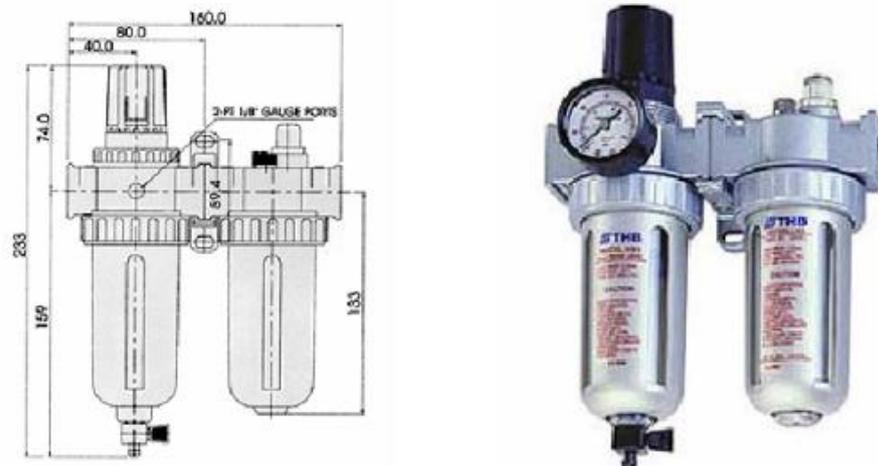


Figura 3.7.4.6.1 – Filtro y regulador

3.7.4.7 Otros elementos

Existen otra serie de elementos que pueden ser necesarios para el correcto funcionamiento de una instalación de aire comprimido. Dependiendo de los requerimientos de la instalación, éstos estarán incluidos o no en el lay-out final. Algunos de estos elementos adicionales son:

- Secadores de aire comprimido. Se emplean cuando es necesario que el suministro de aire sea completamente seco. Requiere de un sistema adicional de condensado del aire. Se puede hacer mediante alta presurización del aire, mediante refrigeración (condensación), mediante absorción, mediante adsorción o mediante calentamiento por compresión.
- Filtros y separadores.
- Filtros anticontaminantes, para eliminación de partículas, inclusiones sólidas, aceites o grasas en suspensión. Se realizan mediante separación mecánica, coalescencia o adsorción.
- Filtros para la admisión de aire del compresor, especialmente en ambientes de trabajo sucio.
- Silenciadores. Con objeto de controlar el ruido en caso de presencia humana continuada cerca del compresor o de los puntos de consumo.

3.7.5 Dimensionado de la instalación

El diseño de cualquier instalación de aire comprimido sigue una serie de pasos secuenciales básicos. En general, se pueden describir de la siguiente manera:

1.- Localizar e identificar cada proceso, estación de trabajo, máquina o equipamiento que utiliza aire comprimido dentro de la nave o recinto industrial sobre el que se proyecta la ejecución de una red de suministro de aire comprimido. Esta es la carga total que va a soportar la instalación a diseñar. Es recomendable situarlos en un plano y hacer un listado detallado de los mismos.

2.- Determinar el consumo de aire que se necesita en cada uno de esos elementos.

3.- Determinar el valor de presión necesaria en cada uno de esos puntos de consumo.

4.- Determinar los requisitos de cada elemento con respecto al máximo nivel de humedad, de partículas y de contenido en aceite que pueden admitir.

5.- Establecer el porcentaje de tiempo que estará operativo cada uno de esos elementos en un periodo de tiempo específico. Esto se conoce como el tiempo de funcionamiento.

6.- Establecer el máximo número de puntos de consumo que pueden ser empleados de forma simultánea en cada línea de suministro, en la principal y en todo el proyecto. Esto se conoce como factor de carga (use factor or load factor).

7.- Estime un valor permisible de fugas.

8.- Incorpore un margen en caso de una ampliación futura de la instalación (cuando sea aplicable).

9.- Realice una distribución en planta preliminar y asigne caídas de presión y pérdidas.

10.- Seleccione el tipo de compresor, equipos de acondicionamiento, etc, asegurándose de que se utilizan unidades consistentes.

Una vez realizados los cálculos de caudal necesario para la nave, presión necesaria en cada punto de consumo, pérdidas por fuga y después de preveer una futura ampliación de la instalación se tiene que necesitamos un caudal de 7 N m³/min.

Tendremos que conocer la presión de salida del compresor , ya que la presión óptima de utilización de las herramientas es de 6 bar, y una vez sabidas las pérdidas de presión en las tuberías y demás pérdidas, se escogerá un compresor de salida a unos 7 bar aproximadamente.

El compresor elegido es:

- CompAir Demag Tekno
- Caudal de presión de servicio máximo: 8.3 m³/min
- Presión de servicio máximo:7.5 bar
- Potencia nominal motor:45 kW
- Régimen nominal del motor: 3000 RPM
- Consumo de agua de refrigeración: 3 m³/h
- Dimensiones: 1800x1200x1650mm

3.7.5.1 Tubería principal

La tubería principal es la que sale del depósito de aire o calderín, y canaliza la totalidad del caudal de aire.

La velocidad máxima del aire que pasa por ella, no debe sobrepasar los 8 m/s.

La red de tuberías principales se hará a una altura de 5m.

La pérdida de presión tiene que ser menor de 0.2 bar.

3.7.5.2 Tubería secundaria

Las tuberías secundarias toman aire de la tubería principal, ramificándose por las zonas de trabajo, de las cuales salen las tuberías de servicio.

La velocidad máxima del aire que pasa por ella no debe sobrepasar los 8m/s.

La pérdida de presión ha de ser menor a 0.2 bar.

3.7.5.3 Tubería de servicio

Las tuberías de servicio son las que alimentan a los equipos neumáticos. Llevan acoplamiento de cierre rápido, e incluyen las mangueras de aire y los grupos filtro-regulador-engrasador.

La velocidad máxima de aire no debe sobrepasar los 15m/s.

La pérdida de presión máxima permisible será de 0.07 bar.

3.7.6 Mantenimiento de la instalación

- Filtro del aire comprimido

Debe revisarse periódicamente el nivel de agua condensada, que no debe sobrepasar nunca la altura marcada. De lo contrario, el agua podría ser arrastrada hasta la tubería por el aire comprimido. Para purgar el agua condensada hay que abrir

el tornillo existente en la mirilla. Algunas disponen de dispositivos de purga automática, por lo que debe comprobarse su correcto funcionamiento.

- Regulador o válvula reguladora

Siempre que esté precedida por un correcto sistema de filtrado, no necesita más mantenimiento que comprobar la ausencia de fugas.

- Lubricador

Debe verificarse el nivel de aceite y, si es necesario, añadir más hasta el nivel marcado. Los filtros de plástico y los recipientes de los lubricadores no deben limpiarse con disolventes, dado que pueden dañarse. Para los lubricadores, se debe utilizar únicamente aceites minerales de la viscosidad y componentes adecuados.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO VIII: ESTUDIO DE ARMÓNICOS Y REACTIVA

3.8 ESTUDIO DE ARMÓNICOS	2
3.8.1 Objeto	2
3.8.2 Alcance	2
3.8.3 Conceptos generales	2
3.8.4 Corrección factor de potencia	3
3.8.5 Armónicos	4
3.8.5.1 Efectos de los armónicos.....	6
3.8.6 Filtros	7
3.8.6.1 Filtros pasivos.....	7
3.8.6.1.1 Filtros de rechazo.....	7
3.8.6.1.2 Filtros de absorción.....	8
3.8.6.2 Filtros activos.....	8
3.8.6.3 Comparativa	9
3.8.7 Diseño filtros de rechazo.....	9

3.8 ESTUDIO DE ARMÓNICOS

3.8.1 Objeto

El objeto de este anexo es el estudio de la energía reactiva que la instalación de la nave genera a la red y el estudio de los armónicos de las diferentes lámparas tipo LED que tenemos en la instalación.

Como solución, instalaremos unos filtros de rechazo para paliar los efectos de los armónicos más influyentes en estas distorsiones.

3.8.2 Alcance

El alcance abarca desde el estudio de la energía reactiva y de los armónicos en el laboratorio hasta el diseño de los filtros de rechazo que le vamos a introducir.

3.8.3 Conceptos generales

Los elementos que componen una instalación eléctrica pueden actuar como consumidores, que utilizan la potencia eléctrica (activa) de la red como fuente de energía de alimentación, o como convertidor en otra forma de energía. Para que esto ocurra, generalmente es necesario que el elemento de la instalación intercambie con la red (con un consumo neto nulo) energía reactiva principalmente de tipo inductivo. Esta energía, incluso si no se convierte inmediatamente en otras formas, contribuye a incrementar la potencia total que transita la red eléctrica, desde los generadores, a lo largo de todas las líneas eléctricas, hasta los elementos que la utilizan. Para atenuar este efecto negativo es necesaria la corrección del factor de potencia en las instalaciones eléctricas.

Además, la actual difusión de equipos de corriente continua, como circuitos electrónicos y convertidores para accionamiento eléctricos, conlleva la generación de armónicos de corriente que se vierten en la red, con la consiguiente contaminación y distorsión de las formas de onda de otras cargas asociadas. Para ello, el uso de filtros para armónicos, ya sean activos o pasivos, contribuye a mejorar la calidad de potencia total de la red, efectuando también la corrección a la frecuencia de red si dichos filtros se encuentran debidamente dimensionados.

En los circuitos de corriente alterna, la corriente absorbida por una carga puede estar presentada por dos componentes:

- La componente activa I_R , en fase con la tensión de alimentación, que está directamente relacionada con el trabajo útil desarrollado.
- La componente reactiva I_Q , perpendicular respecto a la tensión, que sirve para producir el flujo necesario para la conversión de las potencias a través del campo eléctrico o magnético y es un índice del intercambio energético entre la alimentación y el elemento de la instalación eléctrica. Sin esta componente no podría haber transferencia neta de potencia.

Por lo general, en presencia de cargas de tipo óhmico inductivo, la corriente total I se muestra desfasada y retardada respecto a la componente activa I_R .

Por lo tanto, en una instalación eléctrica es necesario generar y transportar, además de la potencia útil P , una cierta potencia reactiva Q , indispensable para la conversión de

la energía eléctrica que no es utilizada por el elemento sino intercambiada con la red. El complejo de la potencia generada y transportada constituye la potencia aparente S .

El factor de potencia $\cos \varphi$ se define como la relación entre la componente activa IR y el valor total de la corriente I , siendo φ el ángulo de desfase entre la tensión y la corriente a la frecuencia fundamental. Con una tensión V dada de fase resulta:

$$\cos \varphi = \frac{I_R}{I} = \frac{P}{S}$$

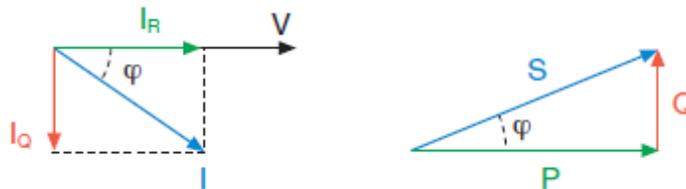


Figura 3.8.3.1 – $\cos \varphi$

“Corregir” el factor de potencia significa actuar para incrementar el $\cos \varphi$ en una sección específica de la instalación, proporcionando localmente la potencia reactiva necesaria para reducir, a igual potencia útil requerida, el valor de la corriente y, por tanto, de la potencia que transita la red aguas arriba.

Efectuar la corrección representa una solución que permite obtener ventajas técnicas y económicas; de hecho, gestionar una instalación con un bajo $\cos \varphi$ implica un incremento de los costes para el distribuidor de energía eléctrica, que aplica un sistema de tarifas que sanciona el uso de la energía con bajos factores de potencia.

3.8.4 Corrección factor de potencia

Los principales medios para la producción de potencia reactiva son:

- alternadores síncronos;
- compensadores síncronos;
- compensadores estáticos;
- baterías de condensadores estáticos.

Para esta instalación se procede a la instalación de un sistema de baterías de condensadores.

Es necesario determinar donde se colocan los condensadores para sacar el máximo rendimiento y sin incurrir en costes innecesarios.

Si bien, no existen reglas específicas para los diferentes tipos de instalaciones y, en teoría, los condensadores pueden instalarse en cualquier punto, es preciso evaluar su ejecución y su influencia económica.

A partir de las modalidades de la ubicación de los condensadores, los principales métodos son:

- corrección del factor de potencia distribuida;
- corrección del factor de potencia por grupos;
- corrección del factor de potencia centralizada;

- corrección del factor de potencia automática.

En la mayor parte de las instalaciones no tiene lugar una absorción constante de potencia reactiva. En dichas instalaciones se emplean sistemas de corrección automáticos que, por medio, de un sistema de detección de tipo varimétrico y de un regulador del factor de potencia, permiten la inserción o la desconexión automática de las diferentes baterías de condensadores, siguiendo de esta forma las variaciones de la potencia reactiva absorbida y manteniendo constante el factor de potencia de la instalación.

Un sistema de corrección automática está compuesto por:

- sensores que detectan las señales de corriente y tensión;
- una unidad inteligente que compara el factor de potencia medido con el deseado y ejecuta la inserción o la desconexión de las baterías de condensadores en función de la potencia reactiva necesaria (regulador del factor de potencia);
- un cuadro eléctrico de potencia, que incluye los dispositivos de protección y maniobra;
- batería de condensadores.

Con objeto de proporcionar una potencia lo más cercana posible a la requerida, la inserción de los condensadores tiene lugar de forma escalonada; la precisión de control será mayor cuanto más escalones haya y cuanto más pequeña sea la diferencia entre ellos.

En esta instalación, como ya se vió en el Anexo III Instalación Eléctrica, instalaremos una batería de condensadores como la siguiente:

- Potencia alumbrado: 21535 W.
- $\cos\phi = 0,9$ (ind)
- Q (reactiva) = 14357 Var
- Potencia fuerza: 153025 W
- $\cos\phi = 0,8$ (ind)
- Q (reactiva) = 114769 Var
- Potencia activa total: 174560 W
- Q reactiva total: 129126 VAR.
- S total: 217128 VA ($\cos\phi = 0.6369$ ind)

Elegimos ahora con el valor de $Q = 217.13$ kVAr un modelo estándar de condensadores cuya potencia reactiva sea menor que la potencia calculada.

Escogeremos una batería de condensadores de Siemens de 200 (kVar /400V), una composición de 2x25+3x50 (kVar/50HZ), unas dimensiones de 1660x500x380 (HxAxP), un peso de 106 Kg y una sección de 95 mm². Esta batería se conectará directamente a la Caja General de Protección (CGP) y conseguiremos un $\cos\phi = 1$.

3.8.5 Armónicos

El desarrollo tecnológico ha dado lugar a la difusión de aparatos electrónicos que, debido a su principio de funcionamiento, absorben una corriente no sinusoidal (cargas no lineales). Dicha corriente provoca, aguas arriba de la red, una caída de tensión también sinusoidal y, consecuentemente, las cargas lineales se encuentran alimentadas por una tensión distorsionada. Los armónicos son las componentes de una

forma de onda distorsionada y su utilización permite analizar cualquier forma de onda periódica no sinusoidal, descomponiéndola en distintas componentes sinusoidales..

El armónico cuya frecuencia corresponde al periodo de la forma de onda original se llama armónico fundamental y el armónico con frecuencia igual a "n" veces la del fundamental se llama armónico de orden "n".

Según el teorema de Fourier, una forma de onda perfectamente sinusoidal no presenta armónicos de orden diferente al fundamental.

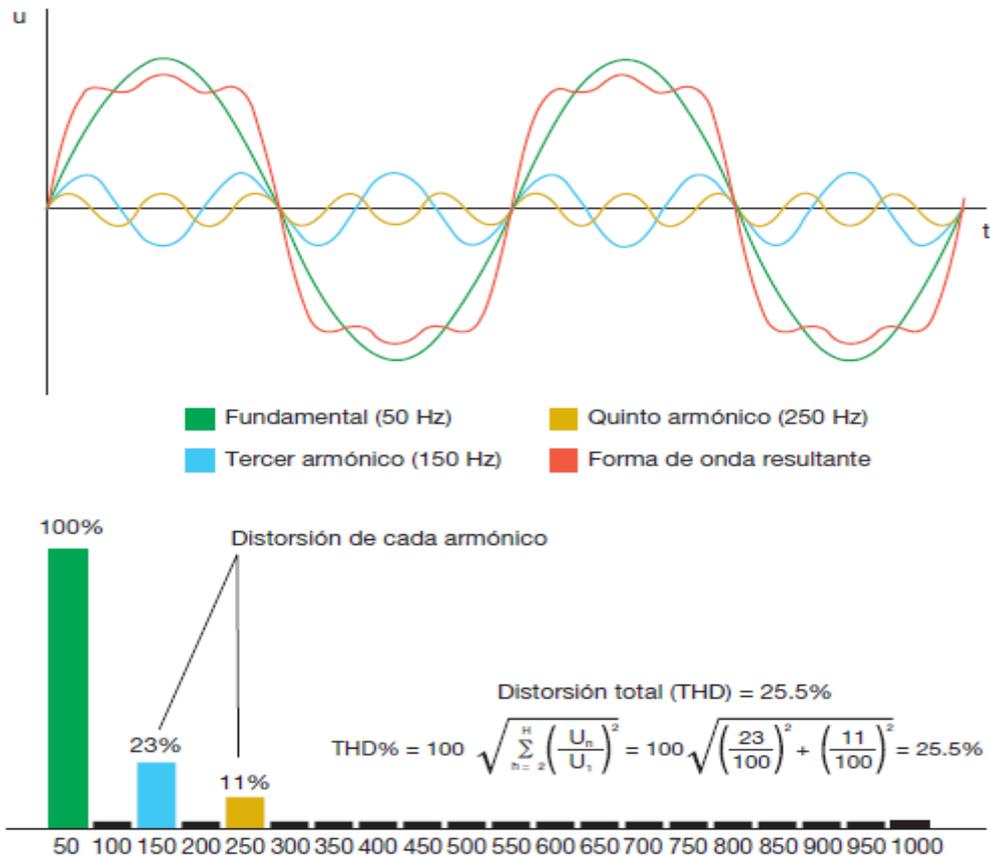


Figura 3.8.5.1 – Tasa Distorsión Armónica (THD)

La presencia de perturbaciones armónicas de tensión o corriente en un sistema eléctrico indica por tanto una deformación de la forma de onda de la tensión o de la corriente, lo que conlleva una distribución de energía eléctrica que podría provocar el funcionamiento deficiente de los equipos, y una disminución de la eficiencia del sistema, conjuntamente con un incremento de la pérdidas por efecto Joule.

Los principales aparatos que generan armónicos son:

- ordenadores;
- lámparas fluorescentes y descarga en gas;
- convertidores estáticos;
- grupos de continuidad;
- accionamientos de velocidad variable;
- hornos de arco y de inducción;
- lámparas CFL y LED.

La presencia de armónicos en la red eléctrica puede dañar la batería de condensadores, ya que son componentes muy sensibles a estas perturbaciones, que originan en sus dieléctricos pérdidas por histéresis, que provocan calentamientos del material, y corrientes de fuga que pueden dejarlos fuera de servicio.

3.8.5.1 Efectos de los armónicos

- Sobrecargas

La presencia de armónicos en la red eléctrica puede provocar un funcionamiento anómalo de los aparatos, como sobrecargas en el conductor de neutro, aumento de las pérdidas en los transformadores, daños en el par de los motores, etc.

En concreto, los armónicos son el fenómeno que más daños causa a los condensadores de compensación.

De hecho, se sabe que la reactancia capacitiva es inversamente proporcional a la frecuencia; por lo tanto, la impedancia producida en los armónicos de tensión disminuye al aumentar el orden de armónicos. Esto significa que los condensadores, al estar alimentados por una tensión deformada, pueden absorber una corriente con una magnitud que podría dañarlos seriamente.

$X_C = \frac{1}{\omega \cdot C} = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$	$X_L = \omega \cdot L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$
reactancia capacitiva	reactancia inductiva

Figura 3.8.5.1 – Reactancias

- Resonancia

Un problema aún más importante se da cuando las tasas de distorsión del sistema alcanzan valores elevados, existiendo peligro de resonancia entre el sistema de corrección (capacidad equivalente de los condensadores) y la inductancia equivalente de la red.

El fenómeno de resonancia se presenta cuando la reactancia inductiva y capacitiva se igualan.

De esta forma, se habla de un circuito resonante serie cuando la inductancia y la capacidad estén conectadas en serie, o de circuito resonante paralelo si la inductancia y la capacidad se encuentran conectadas en paralelo.

Si un circuito resonante serie recibe alimentación de tensión alterna con una frecuencia cercana a la frecuencia de resonancia, puede tener lugar una amplificación de la corriente absorbida que puede provocar perturbaciones, sobre corrientes e incluso daños en los componentes de la red.

$$f_r = f_1 * \sqrt{\left| \frac{x_C}{x_L} \right|}$$

Dónde:

- f_1 es la frecuencia fundamental;
- x_C es la reactancia capacitiva;
- x_L es la reactancia inductiva.

Para evitar las resonancias y, por tanto, para que la vida del condensador no se vea reducida, se debe de desplazar la frecuencia de resonancia del sistema a un valor que no esté cercano a las frecuencias.

La solución más común consiste en conectar debidamente una reactancia inductiva en serie al condensador (reactancia de bloqueo); la reactancia debe ser dimensionada con una frecuencia de resonancia inferior a la frecuencia armónica más baja de la tensión presente en el circuito.

3.8.6 Filtros

3.8.6.1 Filtros pasivos

3.8.6.1.1 Filtros de rechazo

Los filtros de rechazo impiden la resonancia en paralelo entre el transformador y equipos de compensación o cargas capacitivas, de este modo evitan la sobrecarga de corriente armónica.

Para ello, oponen una impedancia muy elevada a los armónicos que se desea eliminar, así disminuyen su valor y desplazan la frecuencia de resonancia en paralelo a un valor lejano a la frecuencia de los armónicos evitando su amplificación.

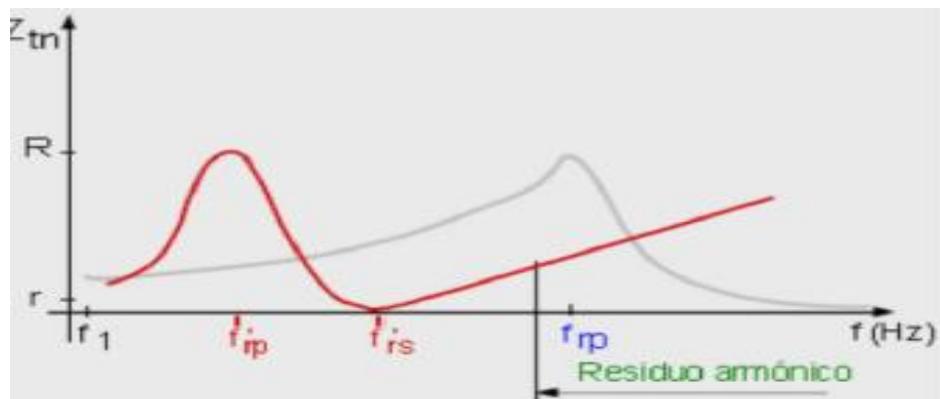


Figura 3.8.6.1.1.1 – Efecto del Filtro sobre la Frecuencia de Resonancia en Paralelo

La conexión se realiza en serie con el circuito a proteger, como se muestra en la siguiente imagen en donde el filtro de rechazo protege de los armónicos a un equipo de compensación de potencia.

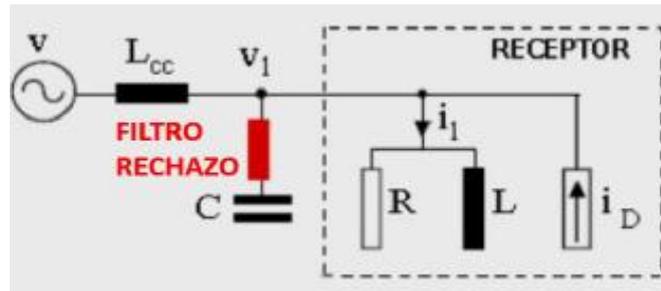


Figura 3.8.6.1.1.2 – Ejemplo Filtro Rechazo

3.8.6.1.2 Filtros de absorción

Los filtros de absorción están formados por ramas L-C, cada una de ellas asociada a un armónico y con los valores de la bobina y el condensador dimensionados según la corriente armónica a absorber.

La conexión sería de la siguiente forma, en paralelo con la carga generadora de armónicos:

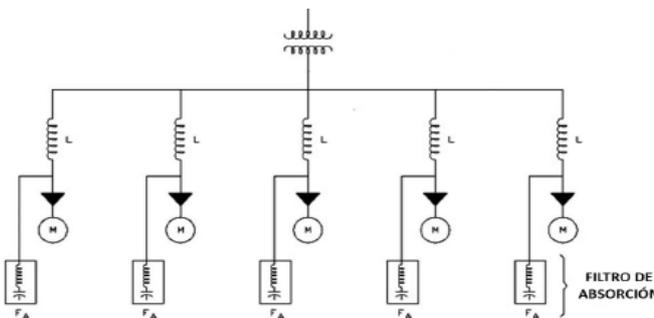


Figura 3.8.6.1.2.1 – Ejemplo Filtros Absorción

3.8.6.2 Filtros activos

Los filtros activos inyectan corrientes armónicas opuestas en fase a las que circulan por la red, de forma que cancelan los armónicos. Se adaptan en tiempo real a los armónicos que haya en ese momento en la instalación, por lo que son más flexibles que los filtros pasivos.

Su conexión se realiza en serie o en paralelo con el sistema según las necesidades.

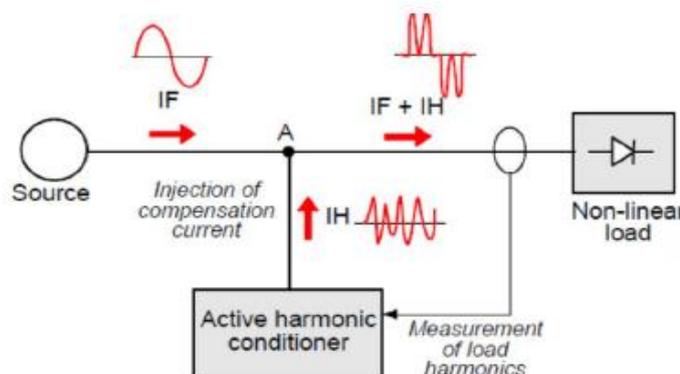


Figura 3.8.6.2.1 – Funcionamiento Filtro Activo

3.8.6.3 Comparativa

Tipo de filtro	Ventajas	Inconvenientes
Rechazo	Protección en caso de haber muchas cargas diferentes	Diseño particular para cada caso
Absorción	Intercepta los armónicos, que no llegan a la instalación	Se necesita un filtro diferente para cada armónico
Activo	Más flexibilidad que los pasivos y es válido para cualquier instalación	Mayor complejidad y mayor precio que los activos

Tabla 3.8.6.3.1 – Comparativa Filtros

3.8.7 Diseño filtros de rechazo

Los filtros activos son componentes electrónicos cuyo cálculo no compete a este trabajo, y los filtros de absorción tendrían que ser determinados por cada fabricante para sus modelos de luminarias.

Por tanto, en este caso, se demostrará el cálculo para un filtro de rechazo que se instalará en las diferentes líneas de alumbrado en función de las diferentes luminarias que cuelgan de esa línea y bloquea el paso de las corrientes armónicas de orden 3 (circula por el neutro) y las de orden 5 y 7, ya que son las que más efectos provocan.

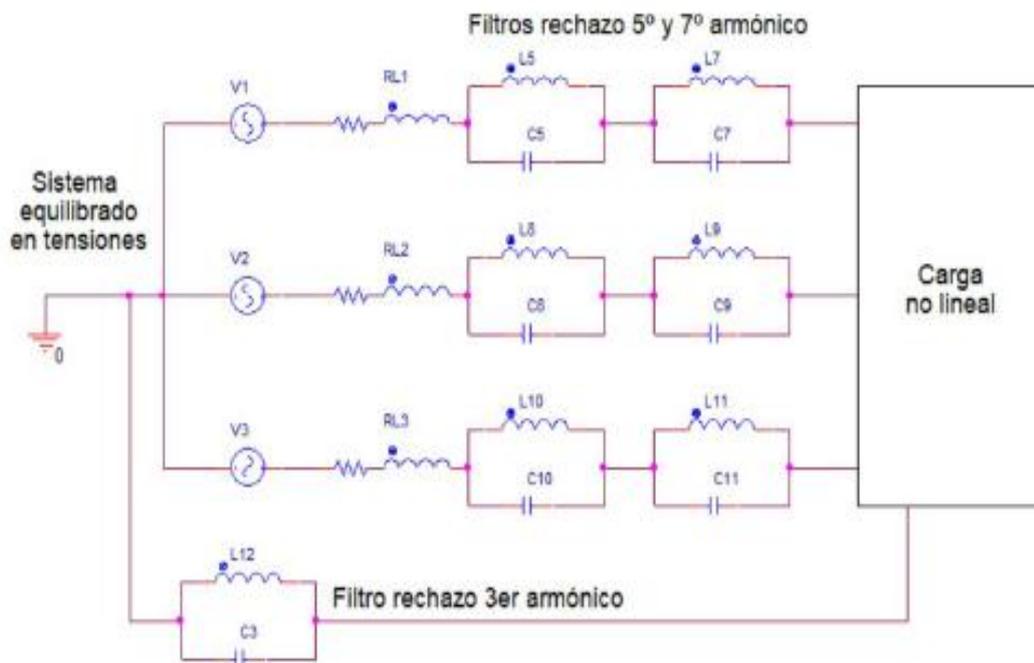


Figura 3.8.7.1 – Diseño Filtro Rechazo

- Luminaria BCS490 1xDLED-4000C

Se ha ensayado el comportamiento con la intención de simular cuál es su comportamiento eléctrico y cómo puede afectar a una instalación.

Los ensayos se han realizado con la ayuda del analizador de redes

A continuación se muestran las características de la lámpara ensayada:

Parámetro	Unidades	L1	Total
P (W)	W	32	32
P DC (W)	W	- - -	- - -
Q (var)	var	-15	-15
D (var)	var	37	37
S (VA)	VA	51	51
PF		0,633	0,633
Cos φ (DPF)		0,909	0,909
Tan φ		-0,459	-0,459
φ (P)	°	-25	

Tabla 3.8.7.1 – Medida Luminaria BCS490 1xDLED-4000C

Como se puede observar, para el caso de una luminaria LED cuya potencia es de aproximadamente 33.5 W, el consumo que se extrae de la red es de una potencia aparente de 51 VA, lo que se evidencia en un factor de potencia distinto de 1, lo que confirma la presencia de potencias ineficientes que consume el receptor como son la potencia reactiva de carácter capacitivo Q de un valor de -15 Var. Lo que provoca que la corriente que se consume de la red, venga determinada por la S.

Respecto a lo anterior, si se realiza el dimensionamiento teniendo en cuenta únicamente la potencia activa y sin utilizar un factor de corrección, se está asumiendo que la corriente que circula es para el presente caso de 146 mA (suponiéndose que es un componente resistivo).

En cambio, si se realiza el cálculo de la corriente que circula por el conductor con teniendo en cuenta la potencia aparente demandada a la red, el valor de la corriente es de 220 mA.

Cuando se realiza el dimensionamiento de una instalación teniendo en cuenta únicamente la potencia activa, se está suponiendo intensidades menores a las reales y por lo tanto calculando las secciones de los conductores sin tener en cuenta la intensidad real. En la mayoría de los casos como las intensidades son mucho inferiores a la intensidad admisible por el cable de sección mínima para alumbrado (1,5 mm²), no habrá problema de sobrecalentamiento o caída de tensión.

Como se puede observar en la siguiente imagen, la intensidad absorbida por la lámpara es de 147 mA, y por lo tanto, se demuestra que la lámpara LED no está consumiendo únicamente potencia activa.

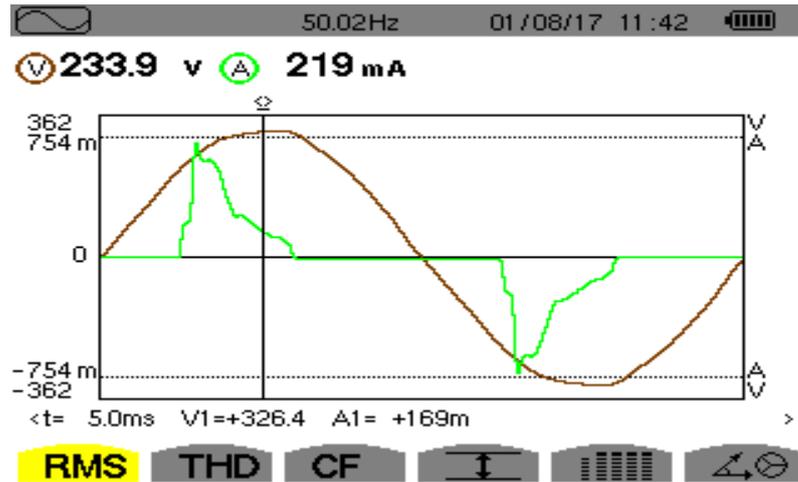


Figura 3.8.7.2 – Forma de Onda I y V

También podemos ver como la V va adelantada a la I.

En cuanto a los armónicos:

Armónicos	V1 Hf1	rms	°	A1 Hf1	rms	°
0	0	0	---	---	---	---
1	100	233,9	0	100	0,151	0
2	0	0	---	0	0	---
3	0,2	0,468	179	75,9	0,11461	176
4	0	0	---	0,1	0,00015	150
5	0,8	1,871	167	45,4	0,06855	9
6	0	0	---	0,2	0,00003	-29
7	1,1	2,573	80	32,2	0,04862	135
8	0	0	---	0,3	0,00045	123
9	0,3	0,702	169	29,9	0,04515	67
10	0	0	---	0,3	0,00045	-87
11	0,3	0,702	33	21,1	0,03186	-99
12	0	0	---	0,3	0,00045	72
13	0,2	0,468	173	12,3	0,01857	114
14	0	0	---	0,3	0,00045	129
15	0,2	0,468	127	10,7	0,01616	-30
16	0	0	---	0,2	0,00003	46
17	0,1	0,234	109	7,1	0,01072	163
18	0	0	---	0,2	0,00003	118
19	0,1	0,234	155	2,2	0,00332	50
20	0	0	---	0,2	0,00003	64

Tabla 3.8.7.2 – Armónicos Luminaria

Como se puede apreciar, los valores de corriente de los armónicos son muy pequeños con respecto a la corriente de la frecuencia fundamental pero a medida que aumenta el número de lámparas aumenta también la corriente de los distintos armónicos llegando por lo tanto a alcanzar valores importantes.

Con estos datos, se calculan las corrientes para cada armónico a estudiar.

Diseñaremos el filtro en este caso para la línea LA-3.2 que tiene 16 luminarias de este tipo:

$$I_3 = 0.1146 \frac{A}{Luminaria} * 16 Luminarias = 1.8336 A$$

$$I_5 = 0.0685 \frac{A}{Luminaria} * 16 Luminarias = 1.096 A$$

$$I_7 = 0.0486 \frac{A}{Luminaria} * 16 Luminarias = 0.7776 A$$

Los filtros de rechazo presentan un parámetro denominado factor de calidad, que depende de la resistencia de la inductancia o bobina (r), la pulsación a la frecuencia fundamental ω_1 y el valor de la inductancia L_n para cada armónico. Esto permitirá calcular dicho valor de la inductancia.

Los valores son los siguientes para este caso:

- $\omega_1 = 2 * \pi * 50 = 314.16 \text{ rad/s}$.
- r es el valor de la resistencia de la bobina, se toma como valor 2.2 m
- q es el factor de calidad, que se toma como 150 para bobinas industriales.

Como el coste de fabricación de inductancias es superior al de los condensadores, se utiliza el mismo valor $L_3=L_5=L_7$ y que se calcula para la fórmula anterior:

$$L_n = \frac{150 * 2.2}{314.16} = 1.0504 \text{ mH}$$

Una vez determinado el valor de las inductancias, se calcula el valor de los condensadores C_3 , C_5 , y C_7 para cada uno de los filtros.

Para calcular este valor de capacidad, se usa la condición de resonancia a cada frecuencia, que se define por esta fórmula.

$$C_n = \frac{1}{(n * \omega)^2 * L_n}$$

Dónde n es el orden de cada armónico.

$$C_3 = \frac{1}{(3 * 314.16)^2 * 1.0504 * 10^{-3}} = 1.0717 \text{ mF}$$

$$C_5 = \frac{1}{(5 * 314.16)^2 * 1.0504 * 10^{-3}} = 0.3858 \text{ mF}$$

$$C7 = \frac{1}{(7 * 314.16)^2 * 1.0504 * 10^{-3}} = 0.1969 \text{ mF}$$

Con estos cálculos se tendría completo el filtro, que funcionaría para la línea reduciendo los armónicos de orden 3,5 y 7 que son los que más afectan a la red de distribución.

Para el resto de luminarias el proceso seguido es idéntico.

- BBS482 1xDLED-4000

A continuación se muestran las características de la lámpara ensayada:

Parámetro	Unidades	L1	Total
P (W)	W	19	19
P DC (W)	W	---	---
Q (var)	Var	-16	-16
D (var)	Var	14	14
S (VA)	VA	29	29
PF		0,664	0,664
Cos φ (DPF)		0,76	0,76
Tan φ		-0,856	-0,856
φ (P)	°	-41	

Tabla 3.8.7.3 – Medida Luminaria BBS482 1xDLED-4000

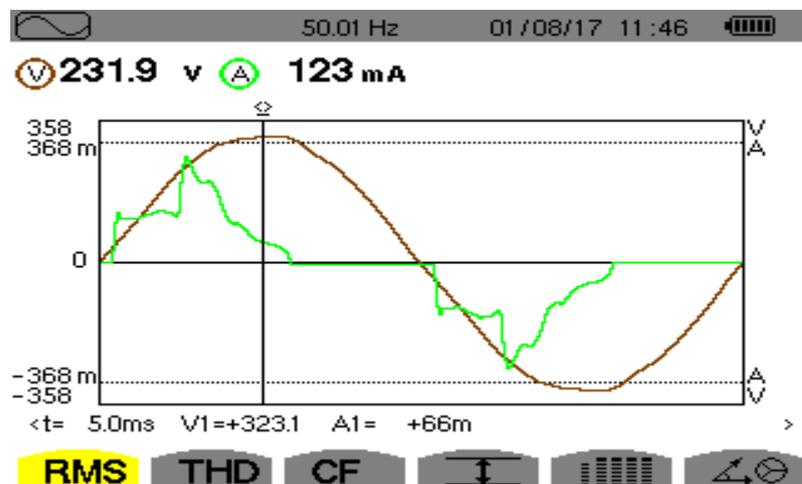


Figura 3.8.7.3 – Forma de Onda I y V

En cuanto a los armónicos:

Armónicos	V1 Hf1			A1 Hf1		
	% f	rms	°	% f	rms	°
0	0	0	---	---	---	---

1	100	231,8	0	100	0,108	0
2	0	0	---	0	0	---
3	0,1	0,232	177	48,3	0,05216	174
4	0	0	---	0,1	0,00011	4
5	0,9	2,086	170	6,9	0,00745	-16
6	0	0	---	0,1	0,00011	174
7	0,9	2,086	97	9,2	0,00994	101
8	0	0	---	0,1	0,00011	22
9	0,3	0,695	158	15,9	0,01717	-61
10	0	0	---	0	0	---
11	0,4	0,927	27	8,2	0,00886	147
12	0	0	---	0	0	---
13	0,3	0,695	164	3,8	0,0041	38
14	0	0	---	0	0	---
15	0,2	0,464	121	2,4	0,00259	93
16	0	0	---	0,1	0,00011	-11
17	0,1	0,232	84	4,7	0,00508	-72
18	0	0	---	0	0	---
19	0,1	0,232	157	6,5	0,00702	173
20	0	0	---	0	0	---

Tabla 3.8.7.4 – Armónicos Luminaria

- BY460P 1xLED 120S/740WB GC

A continuación se muestran las características de la lámpara ensayada:

Parámetro	Unidades	L1	Total
P (W)	W	143	143
P DC (W)	W	---	---
Q (var)	Var	-63	-63
D (var)	Var	177	177
S (VA)	VA	236	236
PF		0,607	0,607
Cos ϕ (DPF)		0,914	0,914
Tan ϕ		-0,445	-0,445
ϕ (P)	°	-24	

Tabla 3.8.7.5 – Medida Luminaria BY460P 1xLED 120S/740WB GC

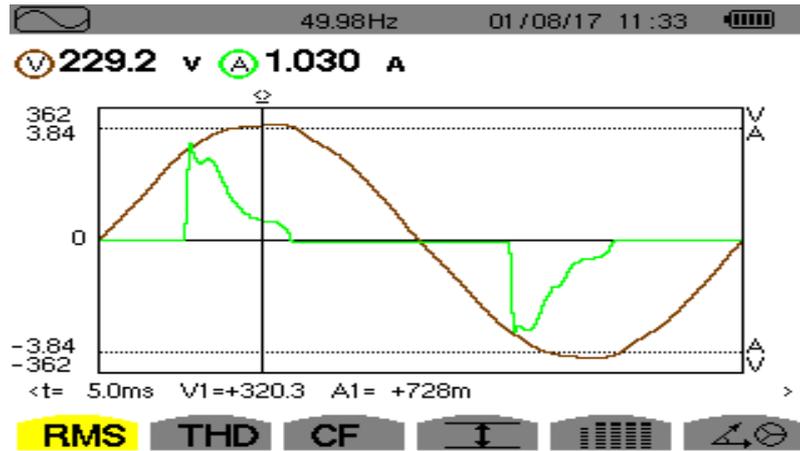


Figura 3.8.7.4 – Forma de Onda I y V

Armónicos	V1 Hf1			A1 Hf1		
	% f	rms	°	% f	rms	°
0	0	0	---	---	---	---
1	100	229,2	0	100	0,681	0
2	0	0	---	0,4	0,00272	178
3	0,1	0,229	158	78,1	0,53186	177
4	0,1	0,229	-3	0,6	0,00409	-33
5	0,9	2,063	177	49,5	0,3371	9
6	0	0	---	0,6	0,00409	129
7	0,8	1,834	100	34,6	0,23563	141
8	0	0	---	0,3	0,00204	-47
9	0,3	0,688	168	31,1	0,21179	64
10	0	0	---	0,3	0,00204	153
11	0,4	0,917	22	22,6	0,15391	100
12	0	0	---	0,4	0,00272	-34
13	0,2	0,458	170	13,8	0,09398	118
14	0	0	---	0,3	0,00204	115
15	0,2	0,458	123	13,9	0,09466	-21
16	0	0	---	0,2	0,00136	126
17	0	0	---	11,9	0,08104	178
18	0	0	---	0,3	0,00204	13
19	0,1	0,229	159	6,4	0,04358	34
20	0	0	---	0,3	0,00204	173

Tabla 3.8.7.6 – Armónicos Luminaria

- BY461P 1xLED 240S/740WB GC

A continuación se muestran las características de la lámpara ensayada:

Parámetro	Unidades	L1	Total
P (W)	W	292	292
P DC (W)	W	---	---
Q (var)	Var	-130	-130
D (var)	Var	338	338
S (VA)	VA	465	465
PF		0,627	0,627
Cos φ (DPF)		0,913	0,913
Tan φ		-0,447	-0,447
φ (P)	°	-24	

Tabla 3.8.7.7 – Medida Luminaria BY461P 1xLED 240S/740WB GC

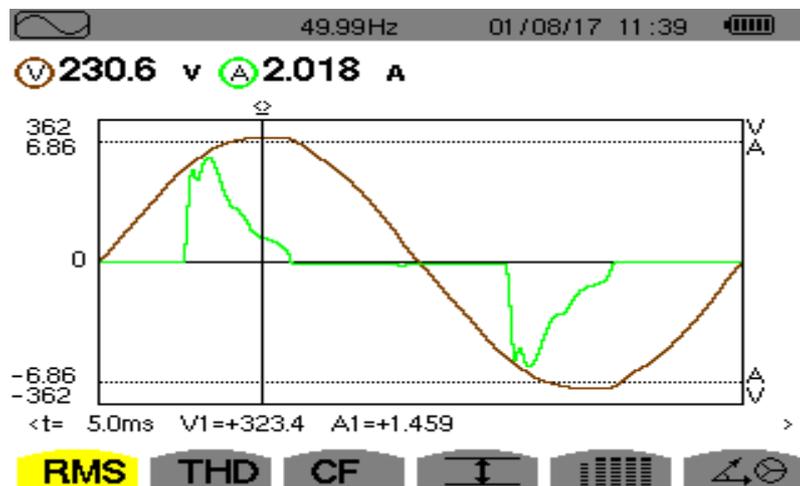


Figura 3.8.7.5 – Forma de Onda I y V

Armónicos	V1 Hf1			A1 Hf1		
	% f	rms	°	% f	rms	°
0	0	0	---	---	---	---
1	100	230,6	0	100	1,382	0
2	0	0	---	0,2	0,00276	124
3	0,3	0,692	124	77,2	1,0669	174
4	0	0	---	0,2	0,00276	-35
5	0,7	1,614	170	47,6	0,65783	1
6	0,1	0,231	135	0,6	0,00829	120
7	0,9	2,075	92	30,7	0,42427	149
8	0	0	---	0,9	0,01244	-63
9	0,2	0,461	159	28	0,38696	58
10	0	0	---	1,2	0,01658	123

11	0,3	0,692	18	21,5	0,29713	-
12	0,1	0,231	180	1,4	0,01935	-53
13	0,3	0,692	177	13,4	0,18519	102
14	0	0	- - -	1,2	0,01658	132
15	0,3	0,692	130	12,2	0,1686	-41
16	0	0	- - -	0,8	0,01106	-30
17	0,1	0,231	101	9,9	0,13682	152
18	0	0	- - -	0,6	0,00829	177
19	0,1	0,231	148	3,5	0,04837	-9
20	0	0	- - -	0,6	0,00829	37

Tabla 3.8.7.8 – Armónicos Luminaria



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ANEXO IX: ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

3.9	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	4
3.9.1	Memoria.....	4
3.9.1.1	Objeto.....	4
3.9.1.2	Características de la obra	4
3.9.1.2.1	Descripción de la obra y situación	4
3.9.1.2.2	Topografía y superficie.....	4
3.9.1.2.3	Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra.....	4
3.9.1.2.4	Autor del estudio de seguridad y salud	5
3.9.1.3	Trabajos previos a la realización de la obra	5
3.9.1.4	Servicios higiénicos, vestuarios, comedor y oficina de obra	5
3.9.1.5	Instalación eléctrica provisional de obra.....	6
3.9.1.5.1	Riesgos destacables más comunes.....	6
3.9.1.5.2	Normas o medidas preventivas.....	6
3.9.1.5.3	Normas o medidas de protección	9
3.9.1.6	Fases de ejecución de la obra.....	10
3.9.1.6.1	Movimiento de tierras	10
3.9.1.6.1.1	Riesgos más comunes	10
3.9.1.6.1.2	Normas o medidas preventivas	10
3.9.1.6.1.3	Prendas de protección personal recomendables.....	11
3.9.1.6.2	Cimentación.....	11
3.9.1.6.2.1	Riesgos detectados más comunes.....	11
3.9.1.6.2.2	Normas y medidas preventivas	11
3.9.1.6.2.3	Prendas de protección personal recomendadas para trabajos de manipulación de hormigones en cimentación.....	12
3.9.1.6.3	Estructuras	12
3.9.1.6.3.1	Encofrados.....	12
3.9.1.6.3.2	Trabajos con ferralla. Manipulación y puesta en obra.....	14
3.9.1.6.3.3	Trabajos de manipulación del hormigón	15
3.9.1.6.4	Cubiertas	17
3.9.1.6.4.2	Cubiertas planas	18
3.9.1.6.5	Cerramientos	19
3.9.1.6.6	Pocería y saneamiento	21
3.9.1.6.7	Acabados	21
3.9.1.6.7.1	Alicatados y solados.....	22
3.9.1.6.7.2	Enfoscados y enlucidos.....	22
3.9.1.6.7.3	Falsos techos de escayola	23

3.9.1.6.7.4 Carpintería de madera y metálica.....	24
3.9.1.6.7.5 Montaje de vidrio.....	26
3.9.1.6.7.6 Pintura y barnizado	26
3.9.1.6.8 Instalaciones.....	28
3.9.1.6.8.1 Montaje de la instalación eléctrica.....	28
3.9.1.6.8.2 Instalaciones del circuito neumático	29
3.9.1.6.8.3 Instalación de los ascensores y montacargas	30
3.9.1.7 Medios Auxiliares	31
3.9.1.7.1 Andamios. Normas en general	31
3.9.1.7.2 Andamios sobre borriquetas	32
3.9.1.7.3 Andamios metálicos tubulares	33
3.9.1.7.4 Torreta o castillete de hormigonado.....	35
3.9.1.7.5 Escaleras de mano de madera o metal.....	36
3.9.1.7.6 Puntales	37
3.9.1.7.7 Viseras de protección del acceso a obra	39
3.9.1.8 Maquinaria de obra	39
3.9.1.8.1 Maquinaria en general	39
3.9.1.8.2 Grúas torre fijas o sobre carriles	41
3.9.1.8.3 Hormigonera eléctrica.....	44
3.9.1.8.4 Mesa de sierra circular	45
3.9.1.8.5 Vibrador.....	46
3.9.1.8.6 Soldadura por arco eléctrico	47
3.9.1.8.7 Soldadura oxiacetiénica (oxicorte)	48
3.9.1.8.8 Máquinas, herramienta en general	50
3.9.1.8.9 Herramientas manuales.....	51
3.9.1.9 Trabajos con riesgos especiales	52
3.9.1.10 Condiciones de seguridad y salud en los previsibles trabajos posteriores...	53
3.9.2 Pliego de condiciones	53
3.9.2.1 Normativa de aplicación	53
3.9.2.1.1 Generales	53
3.9.2.1.2 Señalizaciones.....	53
3.9.2.1.3 Equipos de protección individual	54
3.9.2.1.4 Equipos de trabajo	54
3.9.2.1.5 Seguridad en máquinas	54
3.9.2.1.6 Protección acústica	54
3.9.2.1.7 Otras disposiciones de aplicación	54
3.9.2.2 Condiciones técnicas de los medios de protección.....	55

3.9.2.2.1 Protección personal	55
3.9.2.2.2 Protecciones Colectivas	55
3.9.2.2.2.1 Vallas de cierre	55
3.9.2.2.2.2 Viseras de protección de acceso a obra.....	56
3.9.2.2.2.3 Encofrados continuos.....	56
3.9.2.2.2.4 Redes perimetrales	56
3.9.2.2.2.5 Tableros	56
3.9.2.2.2.6 Barandillas	57
3.9.2.2.2.7 Andamios tubulares	57
3.9.2.2.2.8 Plataformas de recepción de material en planta.....	57
3.9.2.3 Condiciones técnicas de la maquinaria.....	58
3.9.2.4 Condiciones técnicas de la instalación eléctrica	58
3.9.2.5 Organización de la seguridad	59
3.9.2.5.1 Servicio de prevención	59
3.9.2.5.2 Seguros de responsabilidad civil y riesgo en obra.....	60
3.9.2.5.3 Formación	60
3.9.2.5.4 Reconocimientos médicos	60
3.9.2.6 Obligaciones de las partes implicadas	61
3.9.2.7 Normas para certificación de elementos de seguridad.....	61
3.9.2.8 Plan de seguridad y salud	61

3.9 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

3.9.1 Memoria

3.9.1.1 Objeto

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.

3.9.1.2 Características de la obra

3.9.1.2.1 Descripción de la obra y situación

La obra a ejecutar estará ubicada en el Polígono de Río do Pozo, en el ayuntamiento de Narón, provincia de A Coruña, Galicia.

Referente a la construcción de una nave destinada a taller- concesionario de maquinaria agrícola y forestal. Consta ésta de un edificio principal rectangular con doble planta en la parte delantera, la primera planta estará destinada para oficinas mientras que la inferior estará repartida entre oficinas y exposición en la parte delantera y la propia nave industrial y el almacén en la parte trasera. Además se dispondrá en el recinto de aparcamiento en el exterior de la nave.

Las instalaciones comprenden la instalación de alumbrado, alumbrado de emergencia, eléctricas, fontanería, saneamiento, instalación solar térmica, instalación neumática y estudio de energía reactiva.

La energía eléctrica será suministrada por la compañía Unión Fenosa Distribución.

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 dos accesos a la obra a través de las carreteras asfaltadas.

3.9.1.2.2 Topografía y superficie

La parcela sobre la que se va a ejecutar la obra tiene una superficie aproximada de 3.600 m² de forma irregular, con orografía sensiblemente horizontal, situándose a 20 metros aproximadamente sobre el nivel del mar.

3.9.1.2.3 Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

- Presupuesto:

El presupuesto total de adjudicación asciende a la cantidad de: 1.070.037,54 €

- 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 prevé un número máximo en la misma de 20 operarios.

3.9.1.2.4 Autor del estudio de seguridad y salud

El autor del Estudio de Seguridad y Salud es Borja Álvarez Pérez.

3.9.1.3 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.

3.9.1.4 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:

- 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 calienta-comidas, pileta con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existente en obra.

Habrá un recipiente para recogida de basuras. Se mantendrán en perfecto estado de limpieza y conservación.

En la oficina de obra se instalará un botiquín de primeros auxilios con el contenido mínimo indicado por la legislación vigente, y un extintor de polvo seco polivalente de eficacia 13 A.

3.9.1.5 Instalación eléctrica provisional de obra

3.9.1.5.1 Riesgos destacables más comunes

- Heridas punzantes en manos.
- Caídas al mismo nivel.
- Electrocuación por contactos eléctricos directos e indirectos derivados esencialmente de:
 - Trabajos con tensión.
 - Intentar trabajar sin tensión pero sin cerciorarse de que está efectivamente interrumpida o que no puede conectarse inopinadamente.
 - Mal funcionamiento de los mecanismos y sistemas de protección.
 - Usar equipos inadecuados o deteriorados.
 - Mal comportamiento o incorrecta instalación del sistema de protección contra contactos eléctricos indirectos en general, y de la toma de tierra en particular.

3.9.1.5.2 Normas o medidas preventivas

- Sistema de protección contra contactos indirectos:
 - Para la prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, el sistema de protección elegido es el de puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto (bloques vigi).
- Normas de prevención para los cables:
 - El calibre o sección del cableado será el especificado en planos y de acuerdo a la carga eléctrica que ha de soportar en función de la maquinaria e iluminación 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 señalizará 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.

3.9.1.5.3 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.

3.9.1.6 Fases de ejecución de la obra

3.9.1.6.1 Movimiento de tierras

Para la ejecución de la estructura deberá procederse al vaciado previo de la parcela 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.

3.9.1.6.1.1 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.

3.9.1.6.1.2 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.

3.9.1.6.1.3 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.

3.9.1.6.2 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.

3.9.1.6.2.1 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.
- Electrocutión.

3.9.1.6.2.2 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 tablonos que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

3.9.1.6.2.3 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.

3.9.1.6.3 Estructuras

La estructura del edificio será a base de pilares y vigas de acero para la nave y forjado reticular con bloques de hormigón aligerado sobre encofrado continuo para la zona de oficinas.

- Proceso de ejecución:

Se procederá en primer lugar a la ejecución de las zapatas, 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 pilares y armaduras en obra.

La maquinaria a emplear en los trabajos de estructura serán las grúas-torre, hormigonera, vibradores de aguja y sierra circular de mesa.

3.9.1.6.3.1 Encofrados

Los encofrados de las zapatas, vigas de atado y forjados serán de madera y de los pilares de oficina 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.
- Electrocuación 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 tablonés, 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 enablado.
- 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 marinero (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 peldañeará.

- 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.

3.9.1.6.3.2 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 "caminos 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.

3.9.1.6.3.3 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 canchón:

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 tabloncillos 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 "redcilla" 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: Jabalcoques 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 puntales 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.

3.9.1.6.4 Cubiertas

La cubierta será de panel sandwich.

- 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.

3.9.1.6.4.2 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 "camino 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, para 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.

3.9.1.6.5 Cerramientos

El cerramiento será en general de muro hasta 3 metros y panel sándwich a continuación, tanto en fachada principal y posterior, como en medianeras. Las paredes interiores serán de pladur. 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.

3.9.1.6.6 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 , la cual desaguará en la red pública.

- 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, osemi-autónoma.
 - Cinturón de seguridad, clases A, B, o C.
 - Manguitos y polainas de cuero.
 - Gafas de seguridad antiproyecciones

3.9.1.6.7 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.

En la parte de oficinas se dispondrá de falso techo.

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.

3.9.1.6.7.1 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.

3.9.1.6.7.2 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.

3.9.1.6.7.3 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, acuñen, 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.

3.9.1.6.7.4 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.
 - Otros.
- 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.

3.9.1.6.7.5 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.

3.9.1.6.7.6 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 tablonces 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.

3.9.1.6.8 Instalaciones

En las instalaciones se contemplan los trabajos de electricidad, solar térmica, neumática 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.

3.9.1.6.8.1 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. Electrocutión o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
 2. Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
 3. Electrocutión o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
 4. Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.).
 5. Electrocutión 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, pérdidas 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.

3.9.1.6.8.2 Instalaciones del circuito neumático

- 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 escombro 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

3.9.1.6.8.3 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.

3.9.1.7 Medios Auxiliares

3.9.1.7.1 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 tablones 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 escombro 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 cardíacos, 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.

3.9.1.7.2 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 tablonés 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 cimbrar.
 - 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 recercados 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.

3.9.1.7.3 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 tablonerías, 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 tablonerías.
 - 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 tablonerías 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 tablonerías 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.

3.9.1.7.4 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.

3.9.1.7.5 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 para 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 esta 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.

3.9.1.7.6 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 tabloncillos 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 tabloncillo.
 - 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.

3.9.1.7.7 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.

3.9.1.8 Maquinaria de obra

3.9.1.8.1 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 auxiliarmente 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 contruidos 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.

3.9.1.8.2 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 tabloncillos 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 grúas 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 grúas, 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 (grúas):
 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.

3.9.1.8.3 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.

3.9.1.8.4 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 (redes 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.

B) 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.

3.9.1.8.5 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.

3.9.1.8.6 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 mantenimiento 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.

3.9.1.8.7 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.

3.9.1.8 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.

3.9.1.8.9 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.

3.9.1.9 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.

3.9.1.10 Condiciones de seguridad y salud en los previsibles 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 previsibles trabajos de conservación y mantenimiento del recinto.

Ejemplos:

- Trabajos en azoteas o tejados: grafiar 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 grafiar las dimensiones.
- Señalizar las maquinas incorporadas al edificio, así como los manuales de mantenimiento de las mismas.

3.9.2 Pliego de condiciones

3.9.2.1 Normativa de aplicación

3.9.2.1.1 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.

3.9.2.1.2 Señalizaciones

- Real Decreto 485/97, de 14 de abril.
Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

3.9.2.1.3 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.

3.9.2.1.4 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.

3.9.2.1.5 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 Manutención, referente a grúas torres desmontables para obras.

3.9.2.1.6 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.

3.9.2.1.7 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.

3.9.2.2 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.

3.9.2.2.1 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.

3.9.2.2.2 Protecciones Colectivas

3.9.2.2.2.1 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.

3.9.2.2.2 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 tabloneros 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 tabloneros que forman la visera de protección deberán formar una superficie perfectamente cuajada.

3.9.2.2.3 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.

3.9.2.2.4 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.

3.9.2.2.5 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.

3.9.2.2.6 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.

3.9.2.2.7 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.

3.9.2.2.8 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.

3.9.2.3 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.

3.9.2.4 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.

3.9.2.5 Organización de la seguridad

3.9.2.5.1 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.

3.9.2.5.2 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.

3.9.2.5.3 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, Mutua 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.

3.9.2.5.4 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.

3.9.2.6 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.

3.9.2.7 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.

3.9.2.8 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.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

PLANOS

4. PLANOS

4.1 SITUACIÓN

4.2 EMPLAZAMIENTO

4.3 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA BAJA

4.4 COTAS Y SUPERFICIES PLANTA PRIMERA

4.5 DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA

4.6 DISTRIBUCIÓN PLANTA PRIMERA

4.7 ESTRUCTURA

4.8 CIMENTACIONES

4.9 ILUMINACIÓN PLANTA BAJA

4.10 ILUMINACIÓN PLANTA PRIMERA

4.11 FUERZA PLANTA BAJA

4.12 FUERZA PLANTA PRIMERA

4.13 ESQUEMA UNIFILAR GENERAL

4.14 ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO

4.15 ESQUEMA UNIFILAR FUERZA

4.16 FONTANERÍA PLANTA BAJA

4.17 FONTANERÍA PLANTA PRIMERA

4.18 ESQUEMA INSTALACIÓN ACS

4.19 SANEAMIENTO PLANTA BAJA

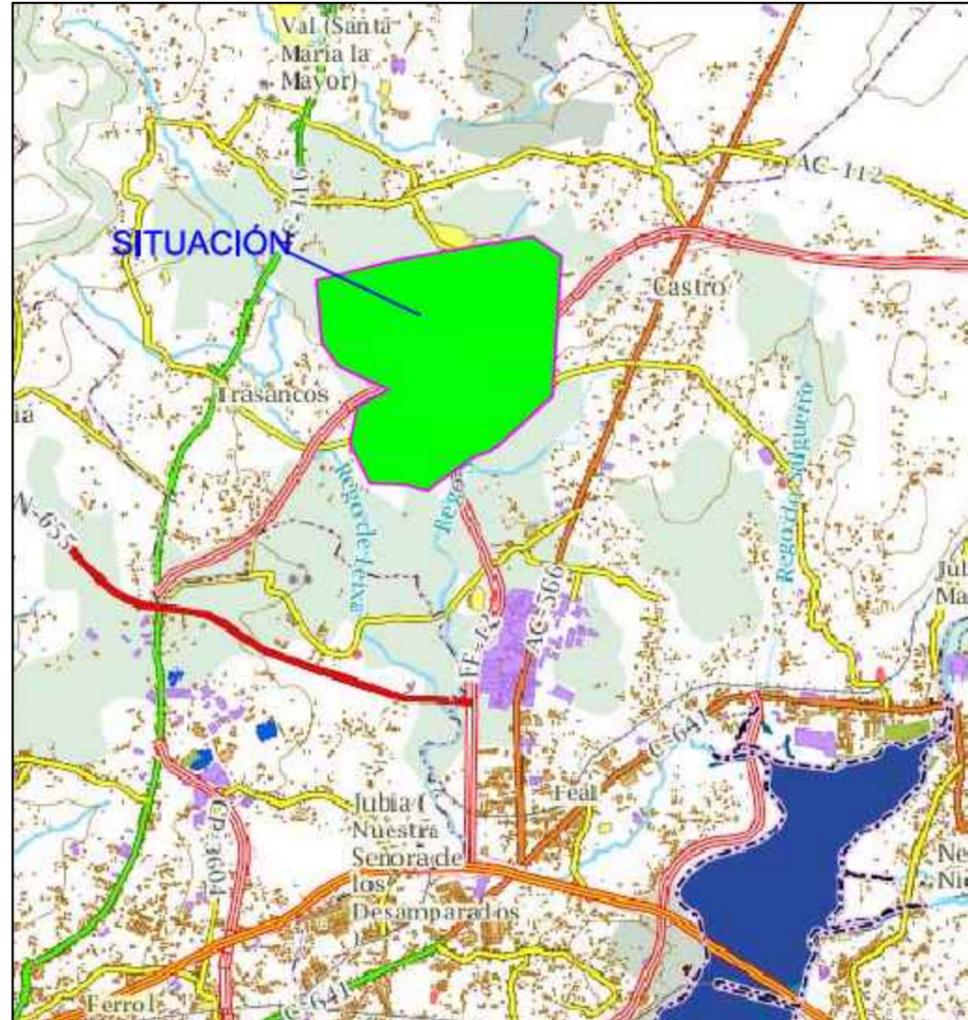
4.20 SANEAMIENTO PLANTA PRIMERA

4.21 RECOGIDA AGUAS PLUVIALES PLANTA BAJA

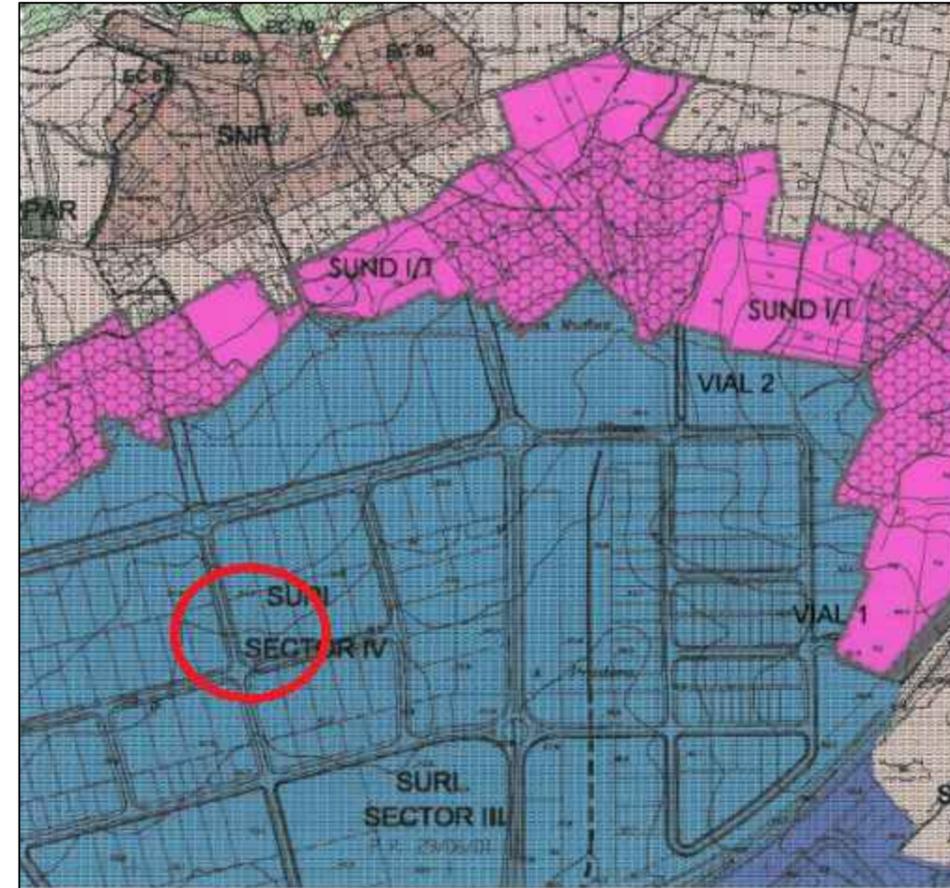
4.22 RECOGIDA AGUAS PLUVIALES CUBIERTA

4.23 INSTALACIÓN NEUMÁTICA

LATITUD: 43° 32' 1.3524" LONGITUD: -8° 11' 52.6086"



Escala 1:10000



Escala 1:5000

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: SITUACIÓN		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES: Borja Álvarez Pérez	FIRMA:	ESCALA: ESPECIFICADA
		PLANO Nº: 01

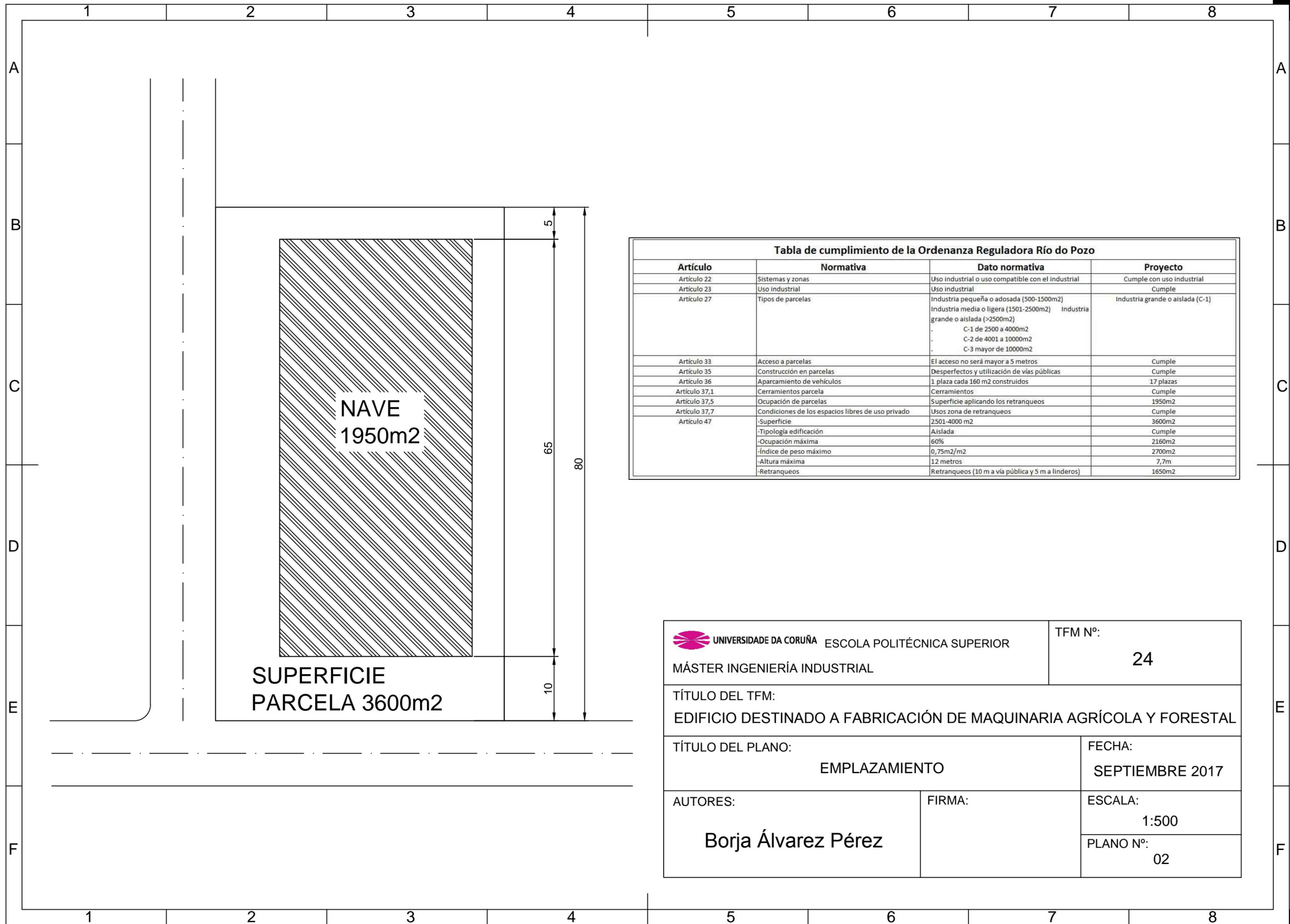
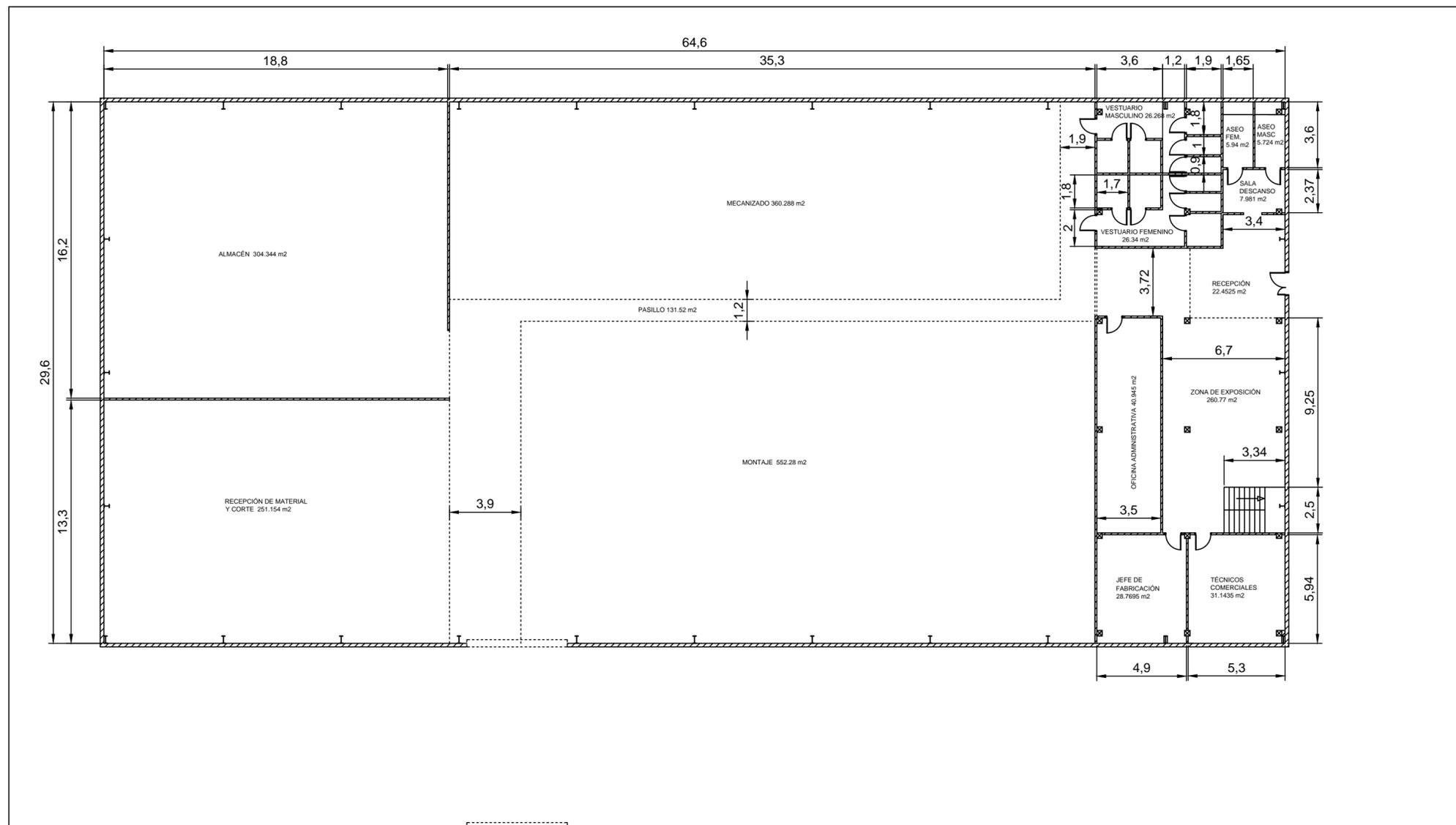


Tabla de cumplimiento de la Ordenanza Reguladora Río do Pozo

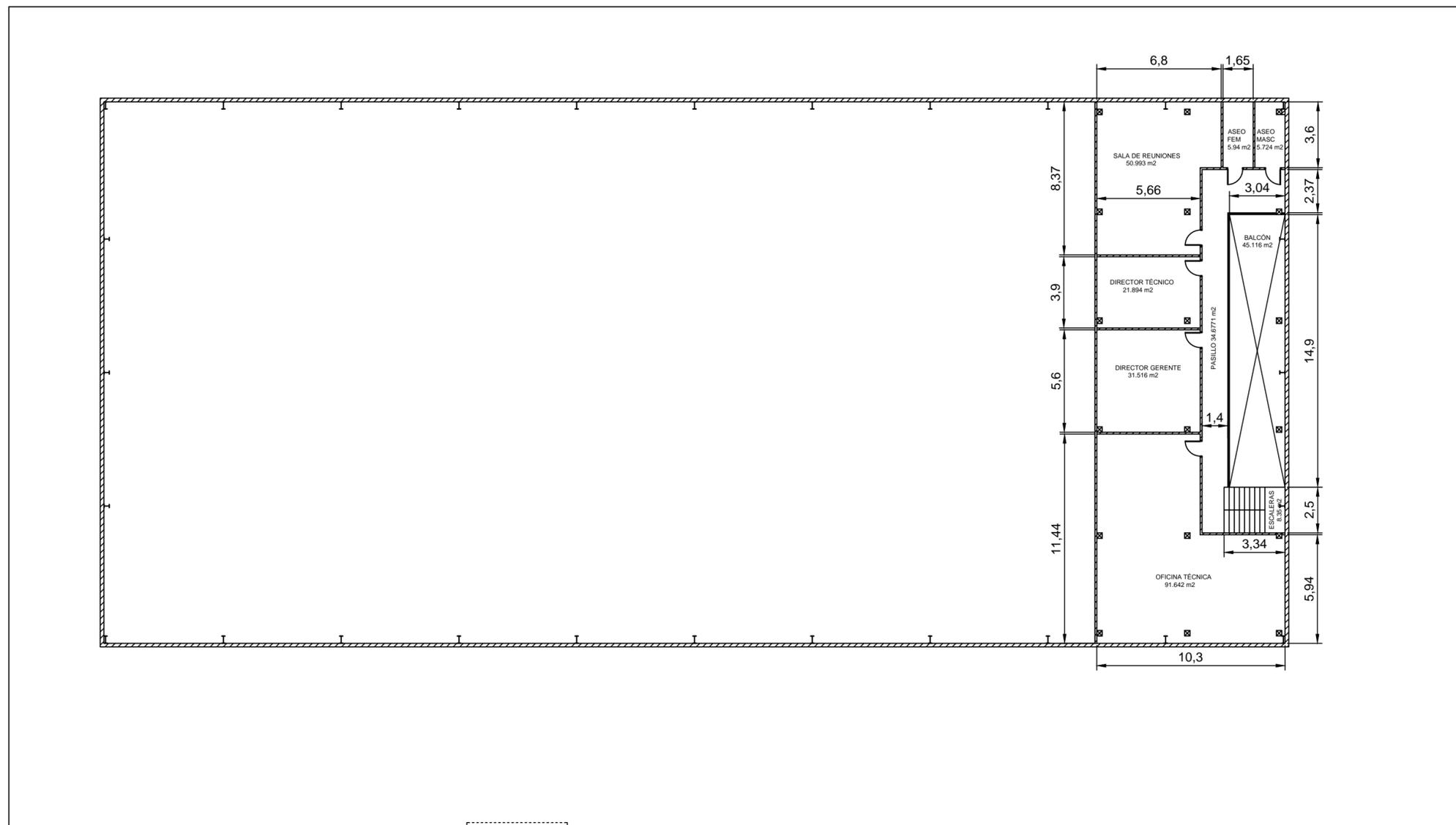
Artículo	Normativa	Dato normativa	Proyecto
Artículo 22	Sistemas y zonas	Uso industrial o uso compatible con el industrial	Cumple con uso industrial
Artículo 23	Uso industrial	Uso industrial	Cumple
Artículo 27	Tipos de parcelas	Industria pequeña o adosada (500-1500m2) Industria media o ligera (1501-2500m2) Industria grande o aislada (>2500m2) · C-1 de 2500 a 4000m2 · C-2 de 4001 a 10000m2 · C-3 mayor de 10000m2	Industria grande o aislada (C-1)
Artículo 33	Acceso a parcelas	El acceso no será mayor a 5 metros	Cumple
Artículo 35	Construcción en parcelas	Desperfectos y utilización de vías públicas	Cumple
Artículo 36	Aparcamiento de vehículos	1 plaza cada 160 m2 construidos	17 plazas
Artículo 37,1	Cerramientos parcela	Cerramientos	Cumple
Artículo 37,5	Ocupación de parcelas	Superficie aplicando los retranqueos	1950m2
Artículo 37,7	Condiciones de los espacios libres de uso privado	Usos zona de retranqueos	Cumple
Artículo 47	·Superficie	2501-4000 m2	3600m2
	·Tipología edificación	Aislada	Cumple
	·Ocupación máxima	60%	2160m2
	·Índice de peso máximo	0,75m2/m2	2700m2
	·Altura máxima	12 metros	7,7m
	·Retranqueos	Retranqueos (10 m a vía pública y 5 m a linderos)	1650m2

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: EMPLAZAMIENTO		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA:
Borja Álvarez Pérez		1:500
		PLANO N°: 02



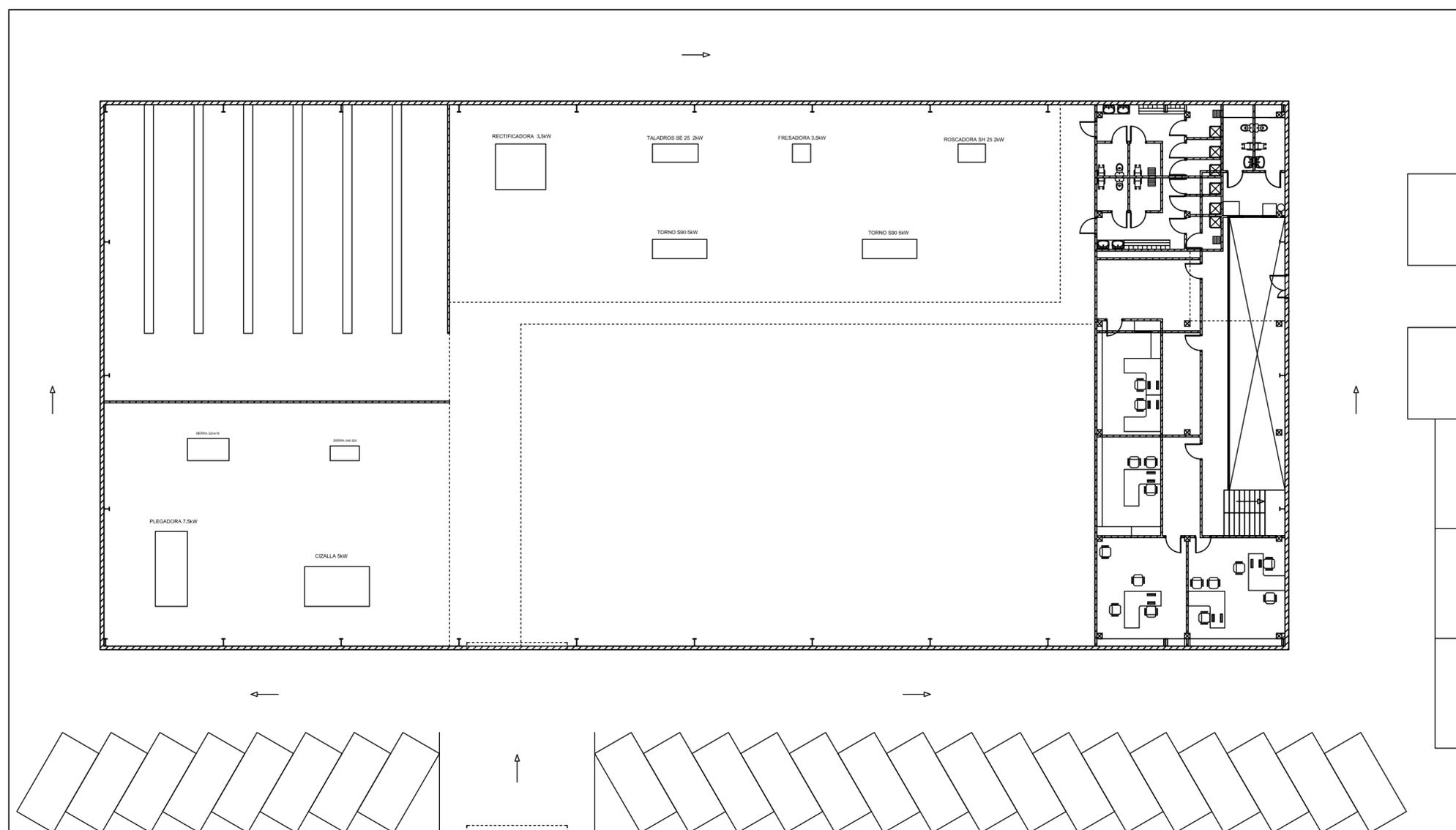
CUADRO DE SUPERFICIES		
ZONA	NECESARIO	REAL
PLANTA BAJA		
Recepción de material y corte	250 m ²	251,154 m ²
Almacén	300 m ²	304,344 m ²
Mecanizado	350 m ²	360,288 m ²
Montaje	550 m ²	552,28 m ²
Despacho Jefe de fabricación	20 m ²	28,7695 m ²
Despacho Técnicos comerciales	30 m ²	31,1435 m ²
Oficina administrativa	40 m ²	40,945 m ²
Recepción	15 m ²	22,4525 m ²
Pasillo zona taller		131,52 m ²
Escaleras		8,35 m ²
Sala de descanso		7,981 m ²
Exposición		260,77 m ²
Vestuario femenino		26,34 m ²
Vestuario masculino		26,268 m ²
Aseo femenino		5,94 m ²
Aseo masculino		5,724 m ²

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: COTAS Y SUPERFICIES PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO Nº: 03

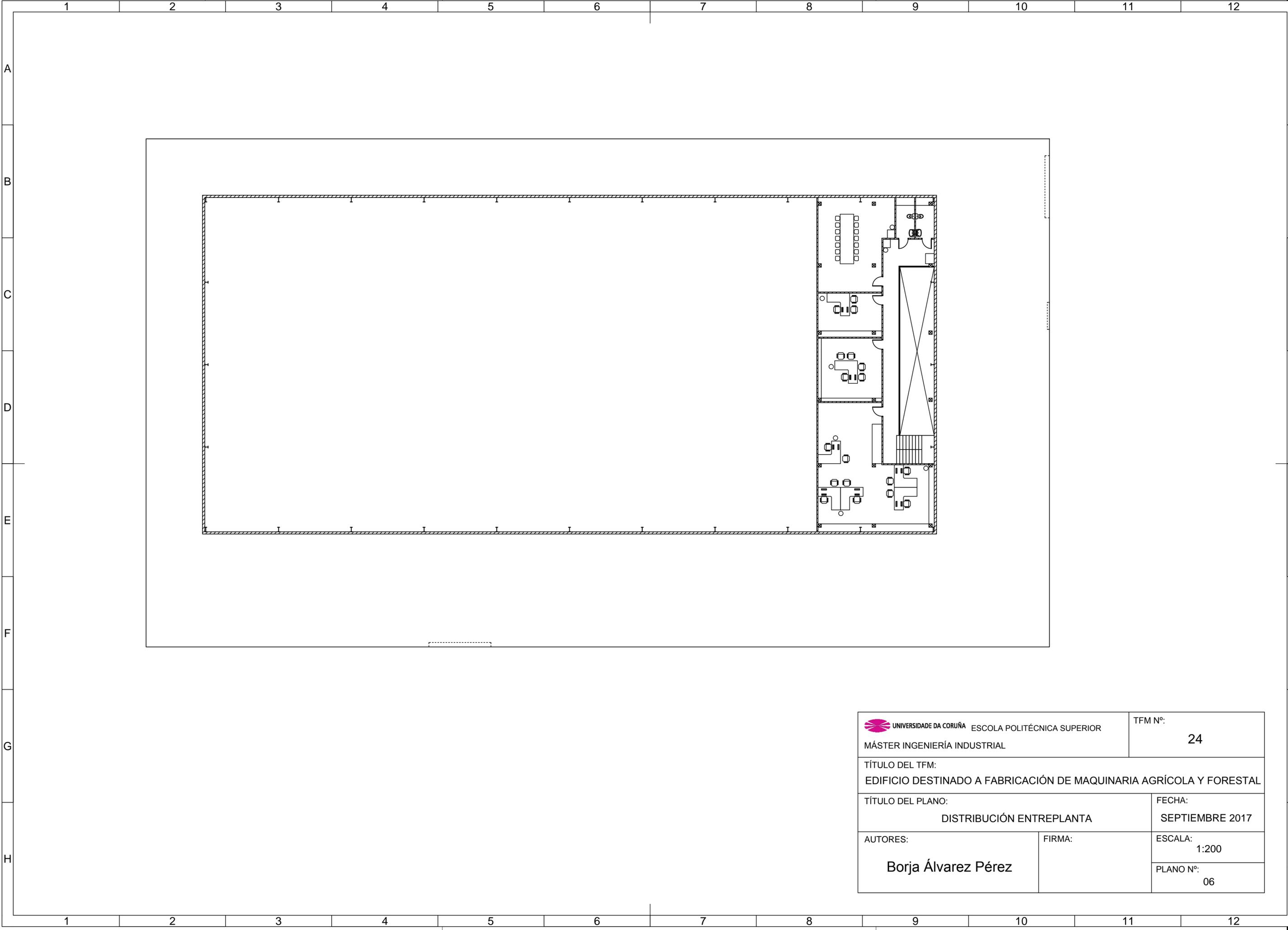


ENTREPLANTA		
ZONA	NECESARIO	REAL
Oficina técnica	85 m ²	91,642 m ²
Despacho de Director técnico	20 m ²	21,894 m ²
Despacho del Director gerente	30 m ²	31,516 m ²
Sala de reuniones	40 m ²	50,993 m ²
Pasillo		34,6771 m ²
Balcón		45,116 m ²
Aseo femenino		5,94 m ²
Aseo masculino		5,724 m ²
Escaleras		8,35 m ²

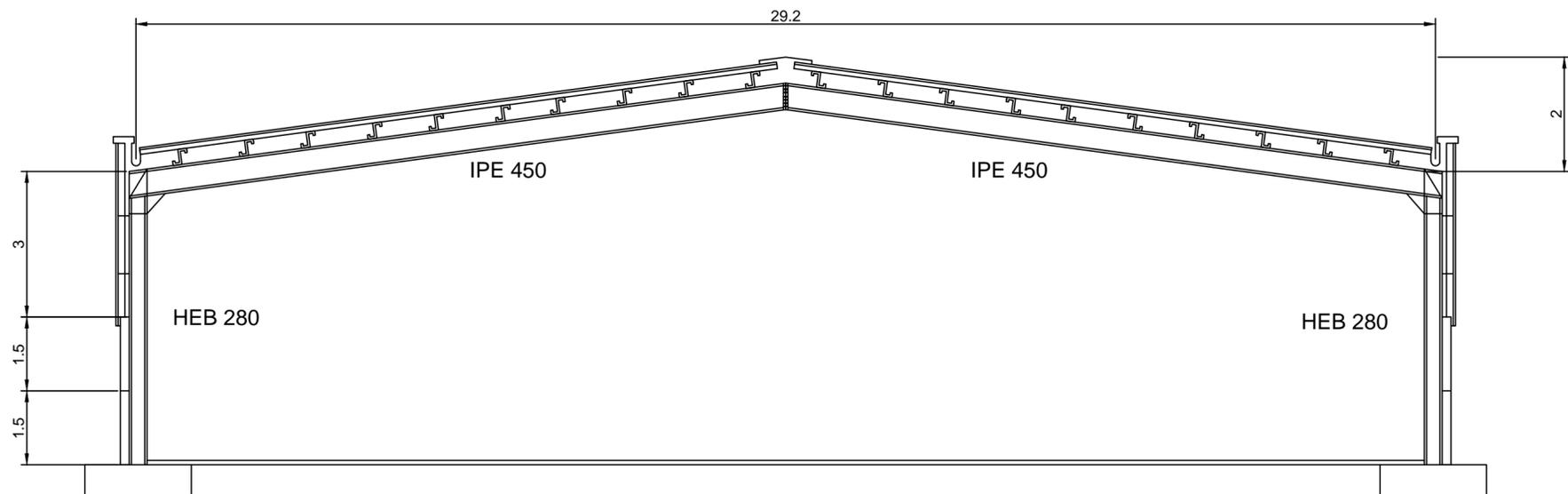
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: COTAS Y SUPERFICIES ENTREPLANTA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO Nº: 04



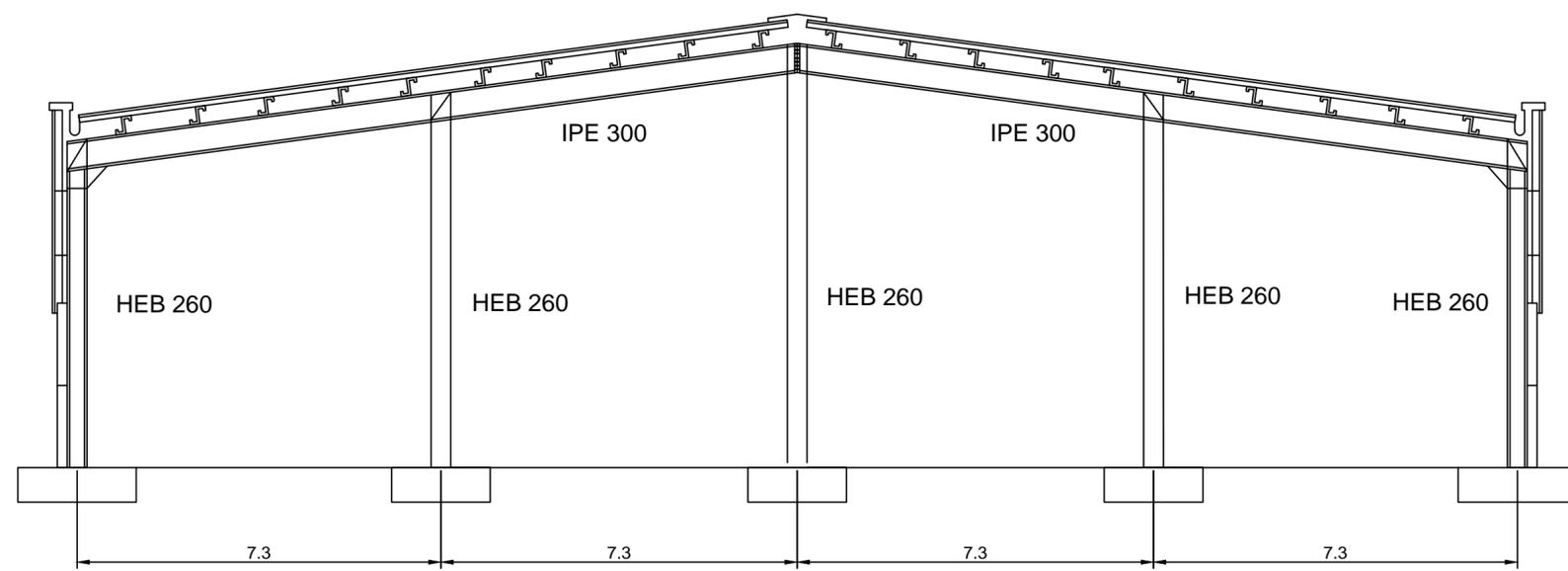
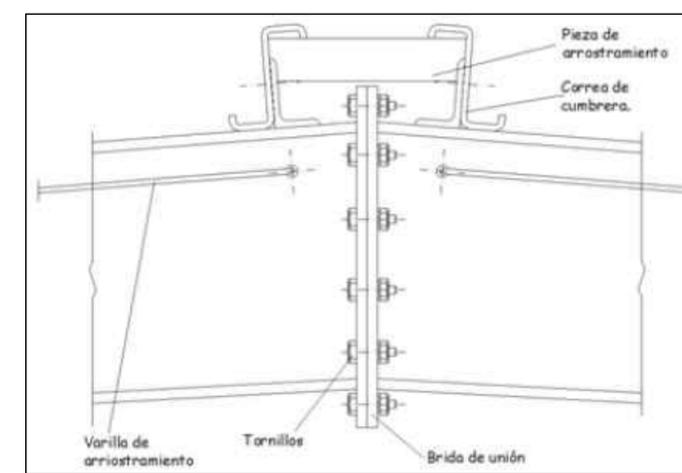
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO Nº: 05



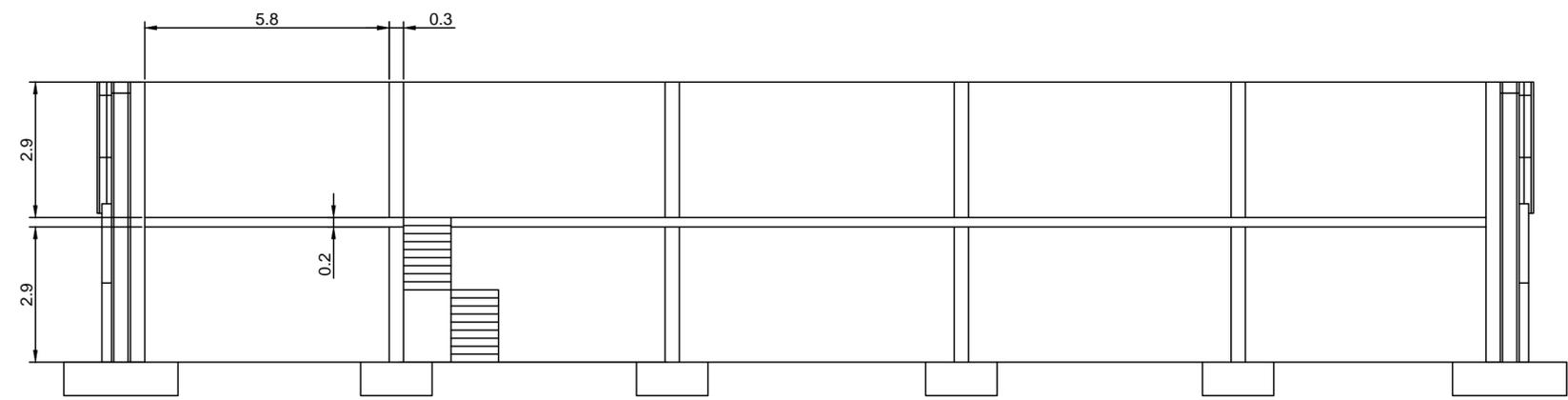
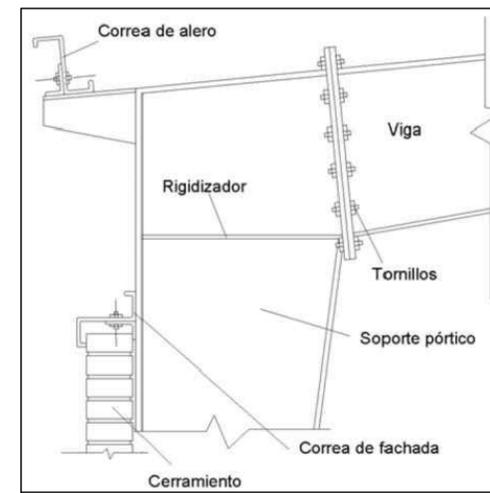
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: DISTRIBUCIÓN ENTREPLANTA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO Nº: 06



PÓRTICO TIPO

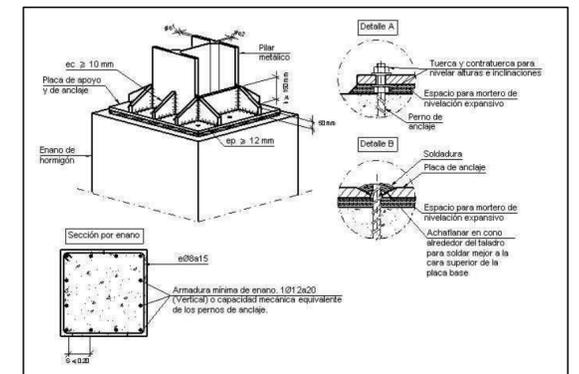
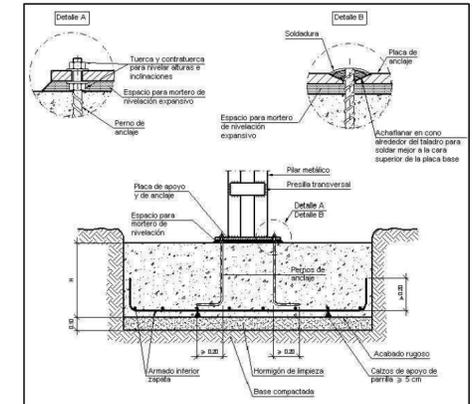
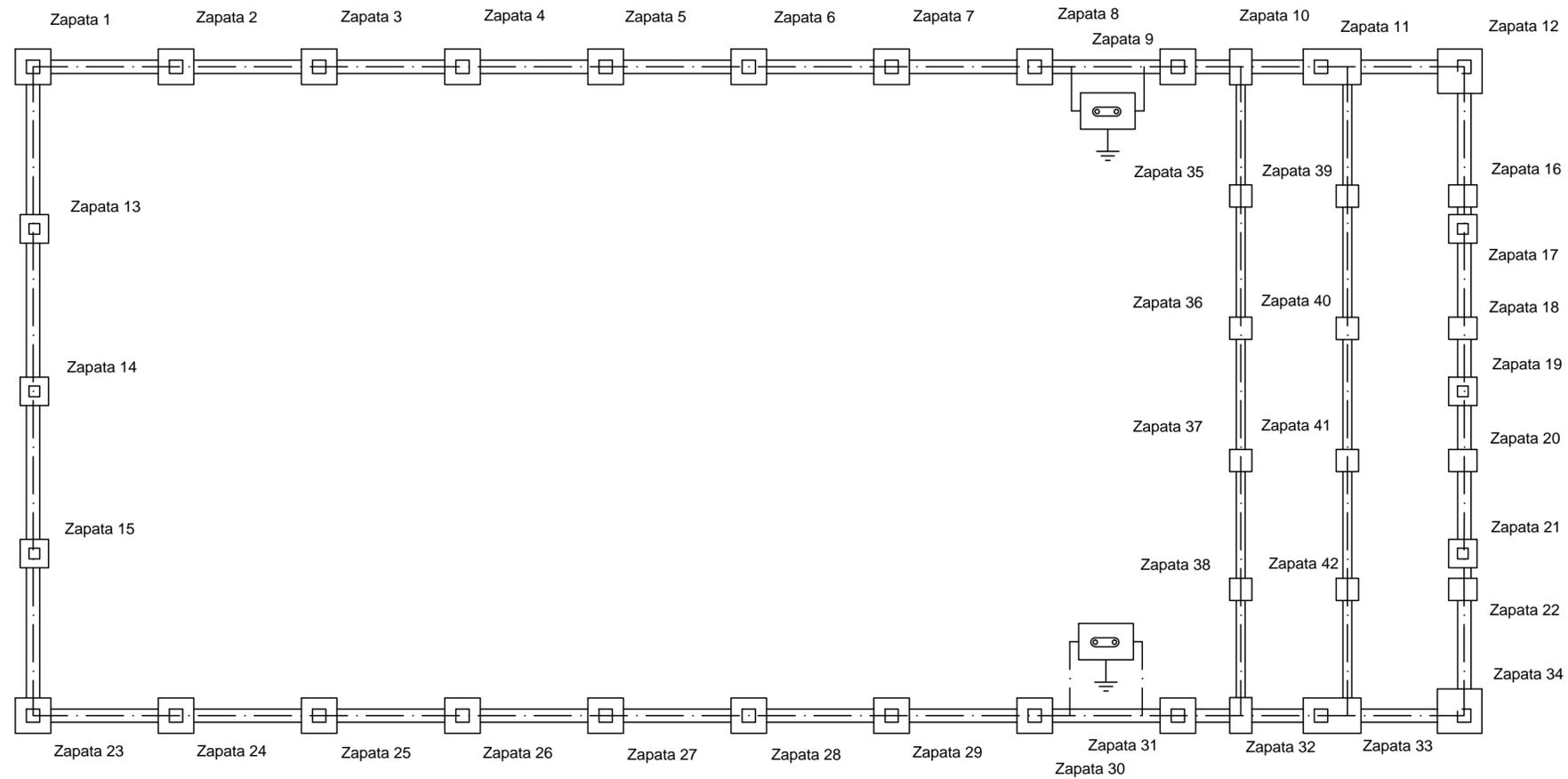


PÓRTICO TESTERO



ESTRUCTURA OFICINAS

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: ESTRUCTURA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:100
Borja Álvarez Pérez		PLANO Nº: 07



Zapatas

Número Zapata	Dimensiones (m)	Canto (m)	Armaduras
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31	1.50 x 1.50	0.60	Ø 12 mm c/ 15 cm
13, 14, 15, 17, 19, 21	1.25 x 1.25	0.60	Ø 12 mm c/ 15 cm
10, 32	1.50 x 1.00	0.60	Ø 12 mm c/ 15 cm
11, 33	1.50 x 2.50	0.60	Ø 12 mm c/ 15 cm
16, 18, 20, 22	1.25 x 1.00	0.60	Ø 12 mm c/ 15 cm
35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42	1.00 x 1.00	0.60	Ø 12 mm c/ 15 cm

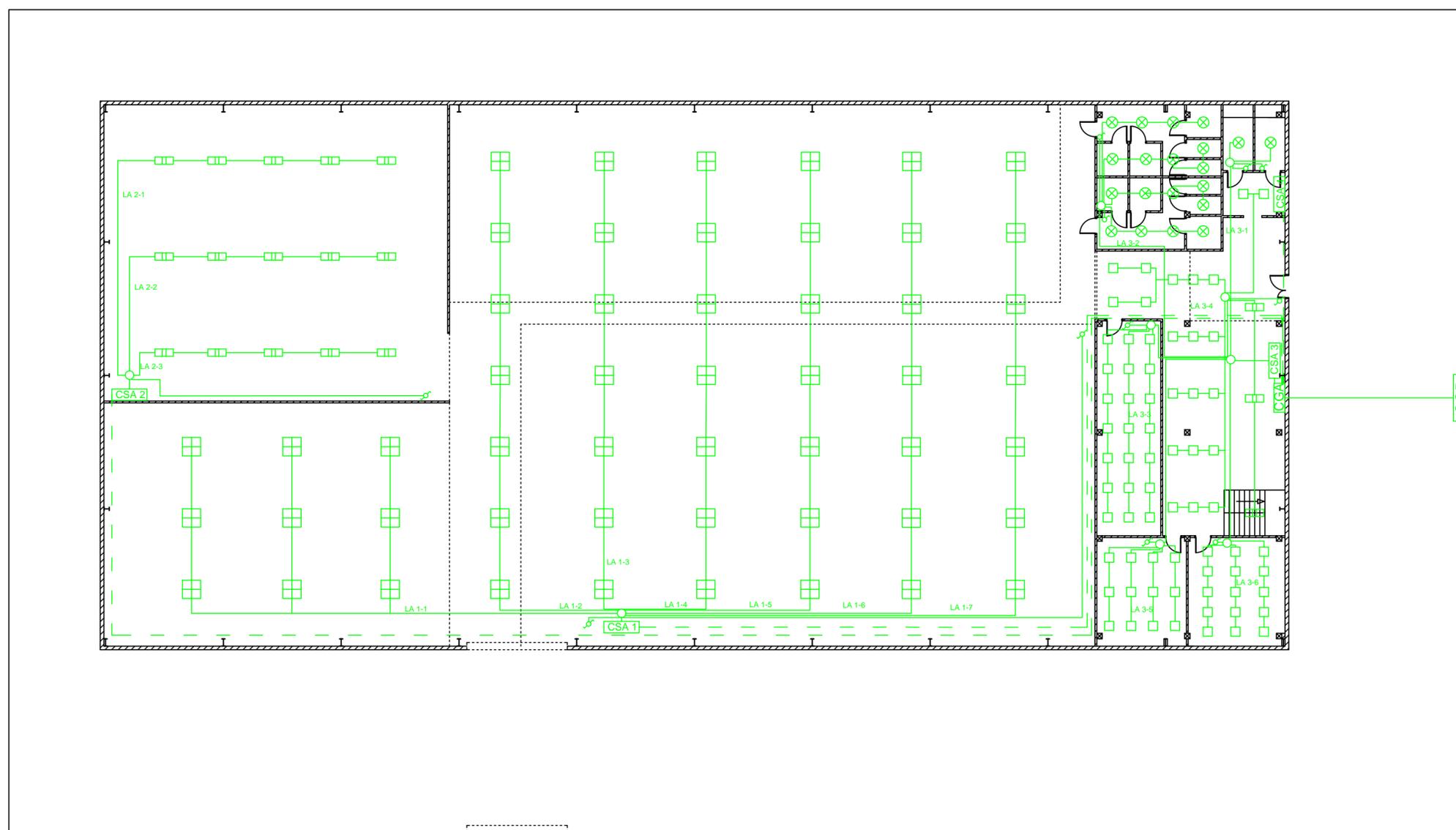
Puesta a Tierra

	Cable Cobre Desnudo 35mm ²
	Arqueta con Pletina de Cobre Seccionadora

Vigas Atado

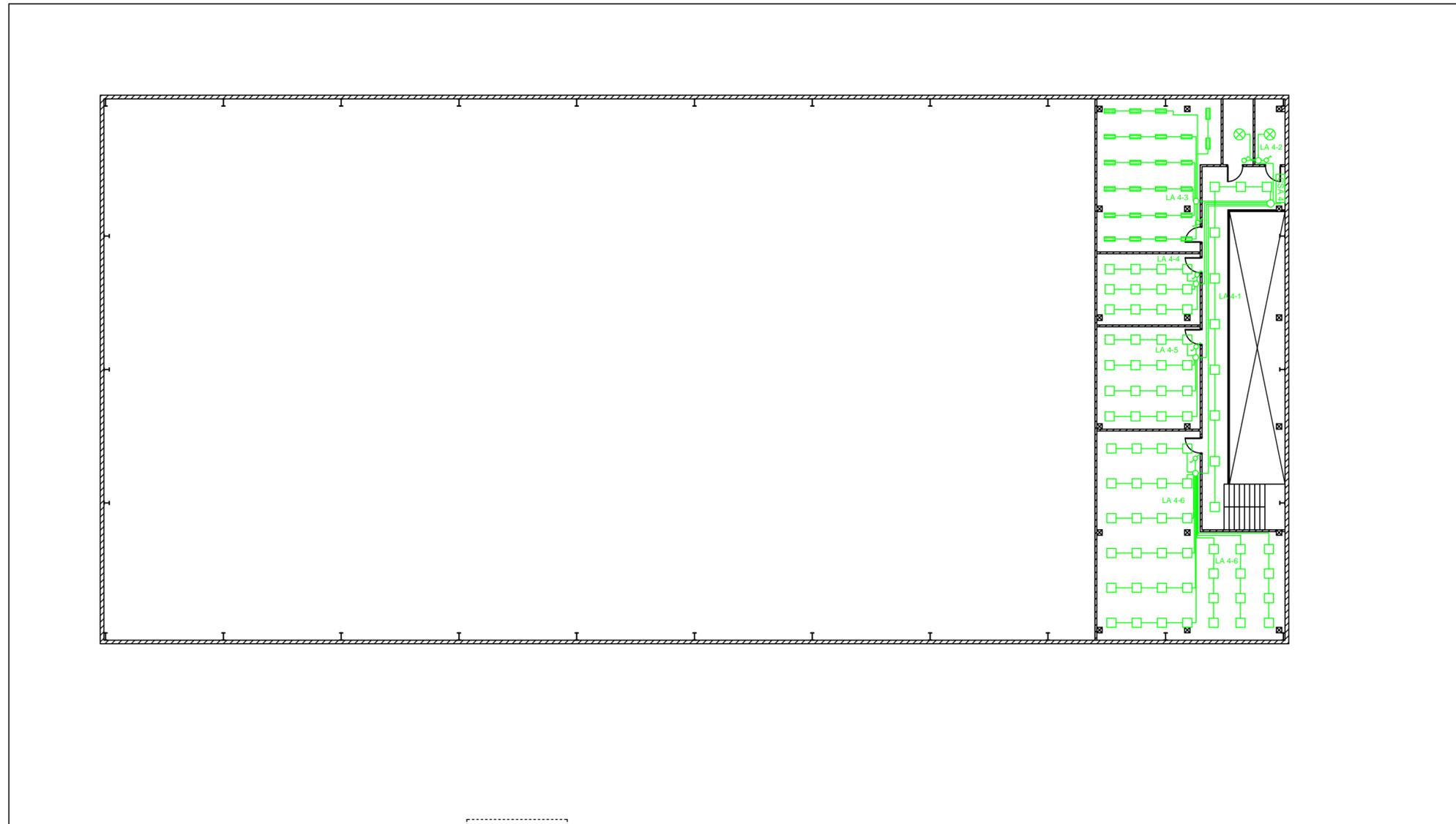
Número Zapata	Dimensiones (m)	Armadura Inferior	Armadura Superior	Estribos
Perimetral	0.60 x 0.60	2 Ø14 mm	2 Ø14 mm	1 Ø8 mm c/ 30
Interior	0.40 x 0.40	2 Ø12 mm	2 Ø12 mm	1 Ø8 mm c/ 30

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: CIMENTACIONES		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 08



Leyenda Iluminación	
	Philips BY461P 1xLED 240S/740WB GC
	Philips BBS482 1xDLED-4000
	Philips BY460P 1xLED 120S/740WB GC
	Philips BCS490 1xDLED-4000C
	Caja General de Protección
	Cuadro General de Alumbrado
	Cuadro Secundario de Alumbrado
	Caja de Derivación
	Interruptor
	Pulsador

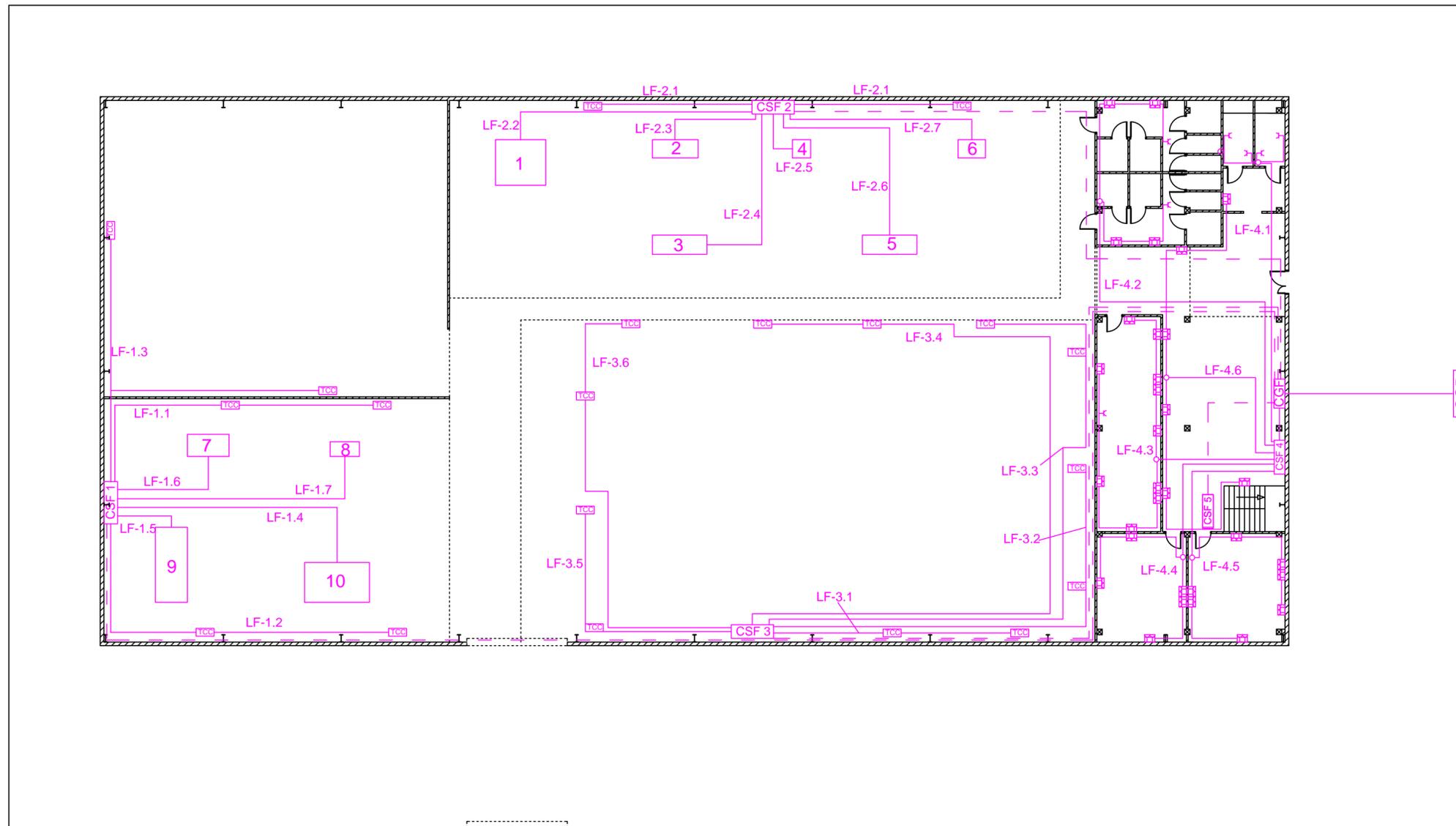
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: ILUMINACIÓN PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 09



Leyenda Iluminación

	Philips BBS482 1xDLED-3000
	Philips BBS482 1xDLED-4000
	Philips BCS490 1xDLED-4000C
	Cuadro Secundario de Alumbrado
	Caja de Derivación
	Interruptor
	Pulsador

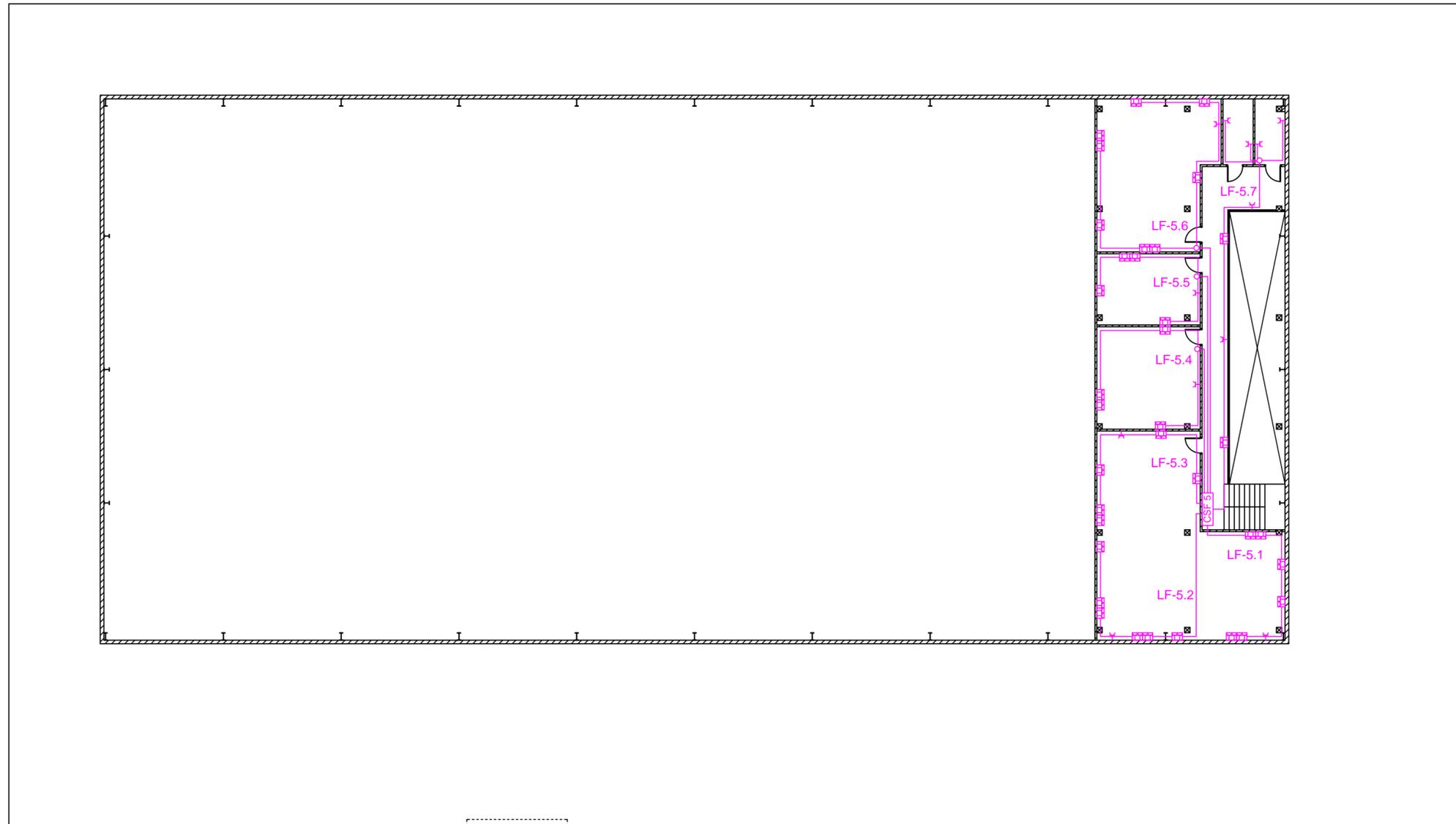
 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: ILUMINACIÓN PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 10



Leyenda Fuerza

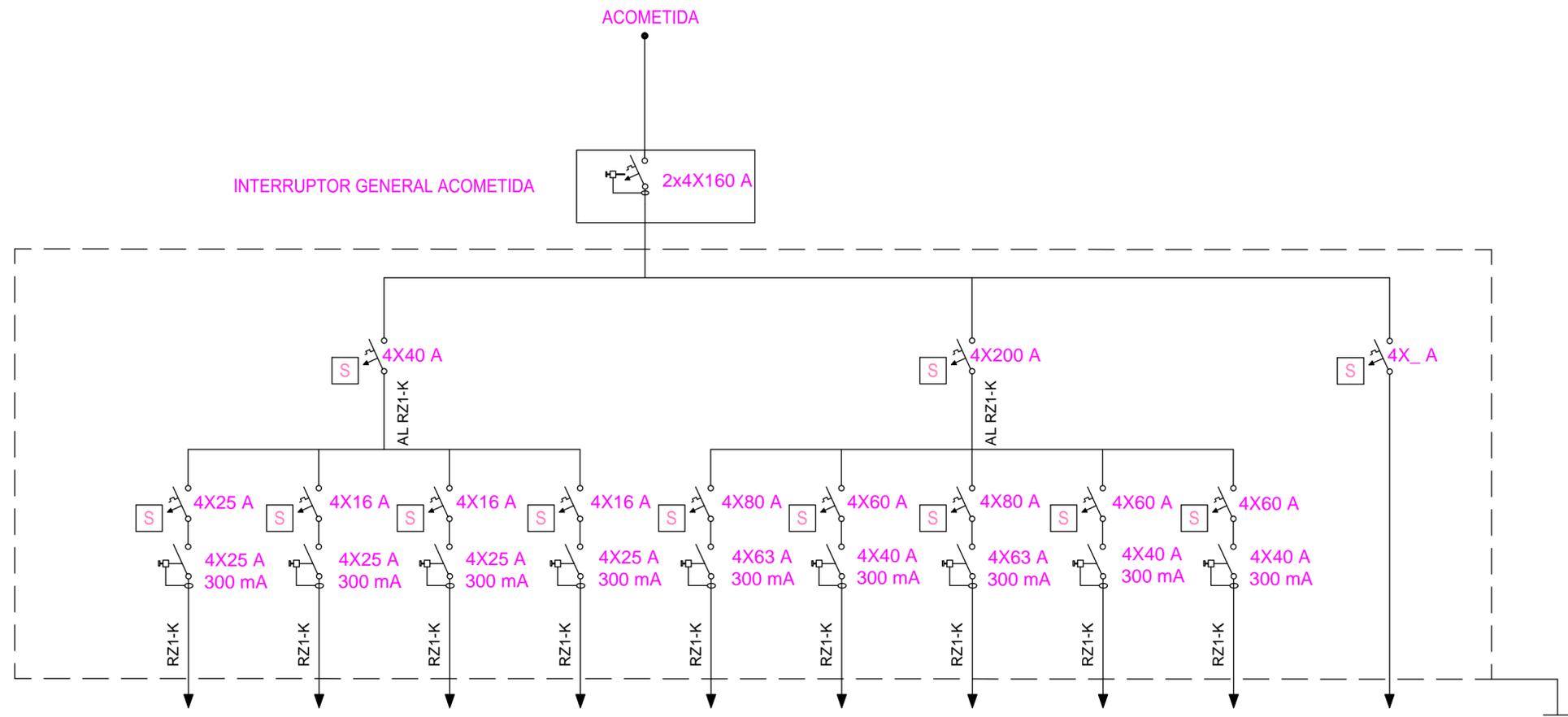
1	Rectificadora 3.5 kW	10	Cizalla 5 kW
2	Taladro SE 25 2 kW		Caja General de Protección
3	Torno S90 5kW		Cuadro General de Fuerza
4	Fresadora 3.5 kW		Cuadro Secundario de Fuerza
5	Torno S90 5kW		Toma de Corriente Combinada
6	Roscadora SH 25 2 kW		Toma de Corriente
7	Sierra 320-510		Toma de Corriente Doble
8	Sierra 240-320		Caja de Derivación
9	Plegadora 7.5 kW		

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: FUERZA PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 11



Leyenda Fuerza	
	Cuadro Secundario de Fuerza
	Toma de Corriente
	Toma de Corriente Doble
	Caja de Derivación

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM N°: 24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: FUERZA PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES: Borja Álvarez Pérez	FIRMA:	ESCALA: 1:200
		PLANO N°: 12

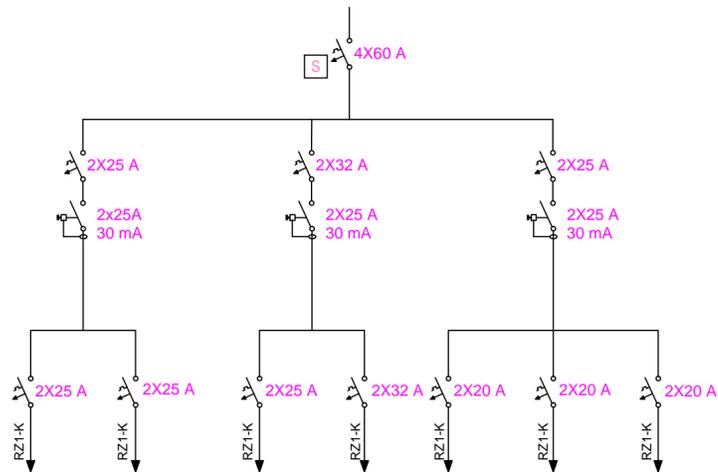


	CSA1	CSA2	CSA3	CSA4	CSF1	CSF2	CSF3	CSF4	CSF5	Batería condensadores
FASE	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
SECCIÓN CONDUCTORES	4x(1x4mm ²)+TT	4x(1x1.5mm ²)+TT	4x(1x1.5mm ²)+TT	4x(1x1.5mm ²)+TT	4x(1x16mm ²)+TT	4x(1x10mm ²)+TT	4x(1x16mm ²)+TT	4x(1x10mm ²)+TT	4x(1x10mm ²)+TT	
TUBO PROTECCIÓN	25 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	32 mm ²	32 mm ²	32 mm ²	32 mm ²	32 mm ²	
LONGITUD DE LA LÍNEA	29.48 m	40.4 m	0.366 m	10.48 m	39 m	18.5 m	27.5 m	0.5 m	11.5 m	
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	3.266 mm ²	0.654 mm ²	0.006 mm ²	0.165 mm ²	6.565 mm ²	2.466 mm ²	4.348 mm ²	0.05 mm ²	1.33 mm ²	
INTENSIDAD	23.88 A	3.49 A	3.76 A	3.39 A	68.03 A	53.87 A	63.90 A	43.45 A	46.74 A	
INTENSIDAD ADMISIBLE	25 A	18 A	18 A	18 A	80 A	60 A	80 A	60 A	60 A	
SECCIÓN INTENSIDAD	2.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	16 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	10 mm ²	10 mm ²	
SECCIÓN COMERCIAL	4 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	1.5 mm ²	16 mm ²	10 mm ²	16 mm ²	10 mm ²	10 mm ²	

Leyenda Unifilares	
	B.V. Bloque Diferencial VIGI
	P.I.A. Pequeño Interruptor Automático
	I.D. Interruptor Diferencial
	Selectivo
	Toma de Tierra

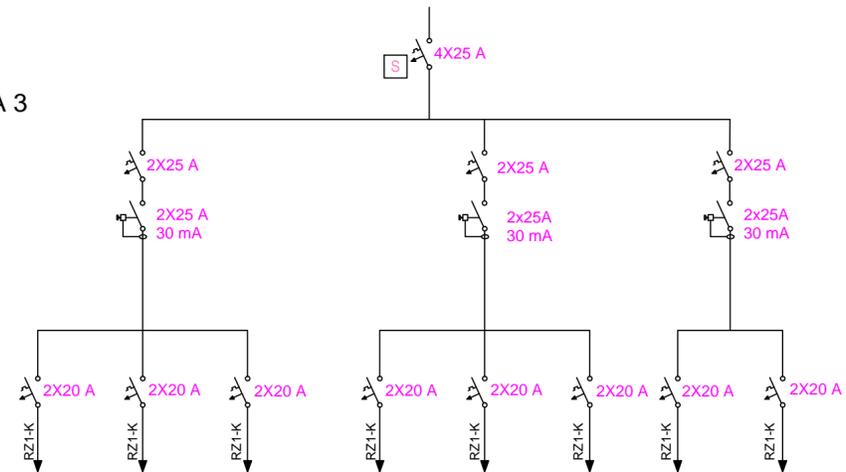
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: SE
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 13

CSA 1



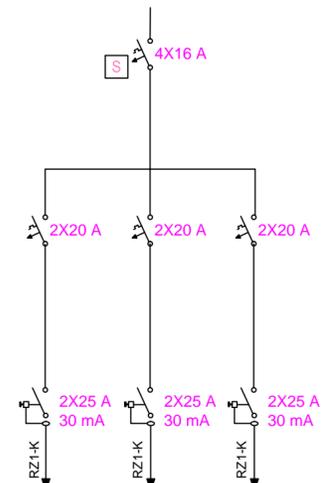
	LA 1-1	LA 1-2	LA 1-3	LA 1-4	LA 1-5	LA 1-6	LA 1-7
FASE	R	R	S	S	T	T	T
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm2)+TT						
TUBO PROTECCIÓN	16 mm2						
LONGITUD DE LA LÍNEA	28.67 m	17.36 m	15.17 m	17.99 m	20.82 m	23.97 m	27.13 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.848 mm2	0.399 mm2	0.349 mm2	0.413 mm2	0.478 mm2	0.551 mm2	0.624 mm2
INTENSIDAD	12.69 A	9.87 A	9.87 A	9.87 A	9.87 A	9.87 A	9.87 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	21 A						
SECCIÓN INTENSIDAD	1.5 mm2						
SECCIÓN COMERCIAL	1.5 mm2						

CSA 3



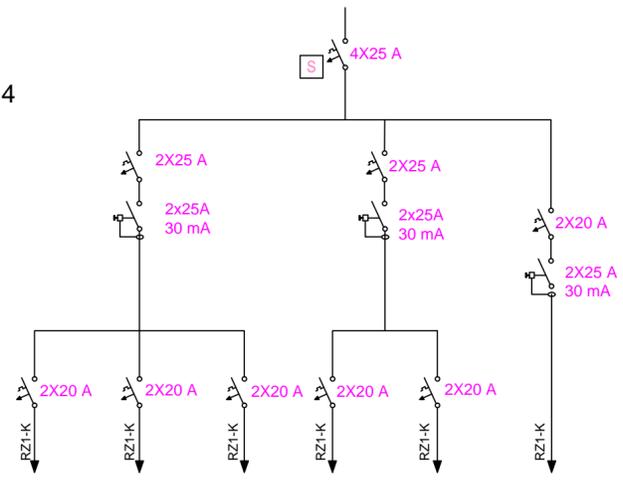
	LA 3-1	LA 3-2	LA 3-3	LA 3-4.1	LA 3-4.2	LA 3-4.3	LA 3-5	LA 3-6
FASE	R	R	R	S	S	S	T	T
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm2)+TT							
TUBO PROTECCIÓN	16 mm2							
LONGITUD DE LA LÍNEA	4.15 m	20.93 m	25.85 m	26.46 m	8.73 m	8.66 m	21.09 m	26.99 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.003 mm2	0.126 mm2	0.116 mm2	0.118 mm2	0.028 mm2	0.014 mm2	0.054 mm2	0.086 mm2
INTENSIDAD	0.32 A	2.58 A	1.92 A	1.92 A	1.40 A	0.70 A	1.10 A	1.37 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	21 A							
SECCIÓN INTENSIDAD	1.5 mm2							
SECCIÓN COMERCIAL	1.5 mm2							

CSA 2



	LA 2-1	LA 2-2	LA 2-3
FASE	S	R	T
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm2)+TT	2x(1x1.5mm2)+TT	2x(1x1.5mm2)+TT
TUBO PROTECCIÓN	16 mm2	16 mm2	16 mm2
LONGITUD DE LA LÍNEA	10.28 m	13.18 m	16.22 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.083 mm2	0.107 mm2	0.132 mm2
INTENSIDAD	3.5 A	3.5 A	3.5 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	21 A	21 A	21 A
SECCIÓN INTENSIDAD	1.5 mm2	1.5 mm2	1.5 mm2
SECCIÓN COMERCIAL	1.5 mm2	1.5 mm2	1.5 mm2

CSA 4



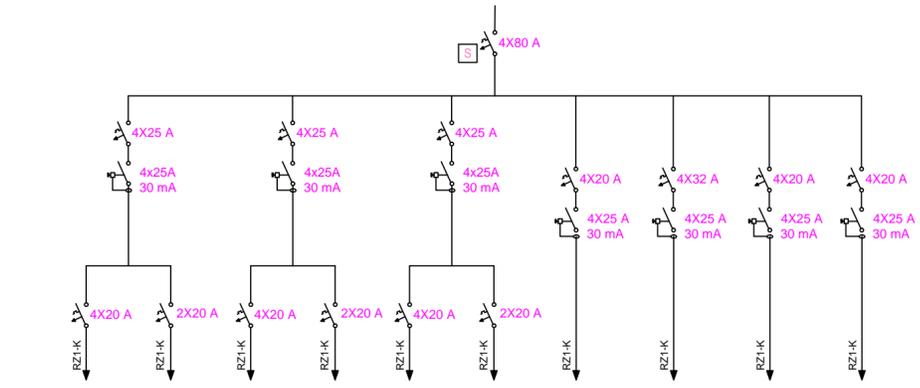
	LA 4-1	LA 4-2	LA 4-3	LA 4-4	LA 4-5	LA 4-6
FASE	R	R	R	S	S	T
SECCIÓN CONDUCTORES	2x(1x1.5mm2)+TT	2x(1x1.5mm2)+TT	2x(1x1.5mm2)+TT	2x(1x1.5mm2)+TT	2x(1x1.5mm2)+TT	2x(1x1.5mm2)+TT
TUBO PROTECCIÓN	16 mm2					
LONGITUD DE LA LÍNEA	13.25 m	12.56 m	30.56 m	16.30 m	16.05 m	35.55 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.028 mm2	0.009 mm2	0.182 mm2	0.042 mm2	0.054 mm2	0.319 mm2
INTENSIDAD	0.91 A	0.32 A	2.57 A	1.10 A	1.46 A	3.85 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	21 A					
SECCIÓN INTENSIDAD	1.5 mm2					
SECCIÓN COMERCIAL	1.5 mm2					

Leyenda Unifilares

	B.V. Bloque Diferencial VIGI
	P.I.A Pequeño Interruptor Automático
	I.D. Interruptor Diferencial
	Selectivo
	Toma de Tierra

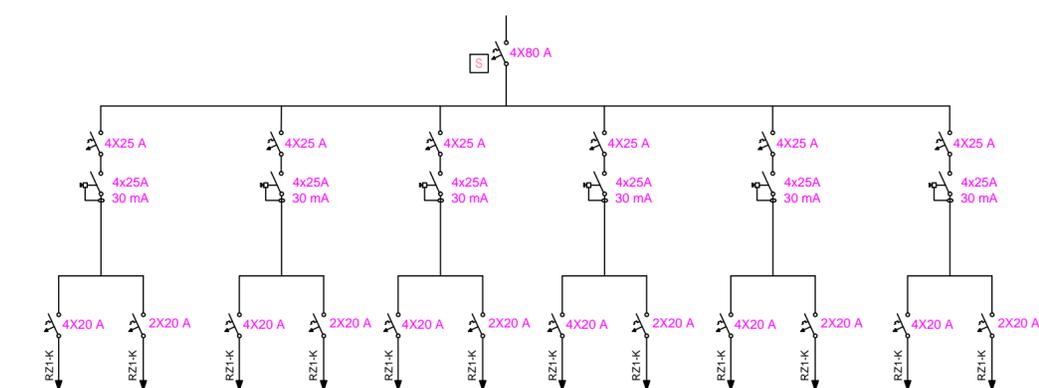
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR ALUMBRADO		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES: Borja Álvarez Pérez	FIRMA:	ESCALA: SE
		PLANO Nº: 14

CSF 1



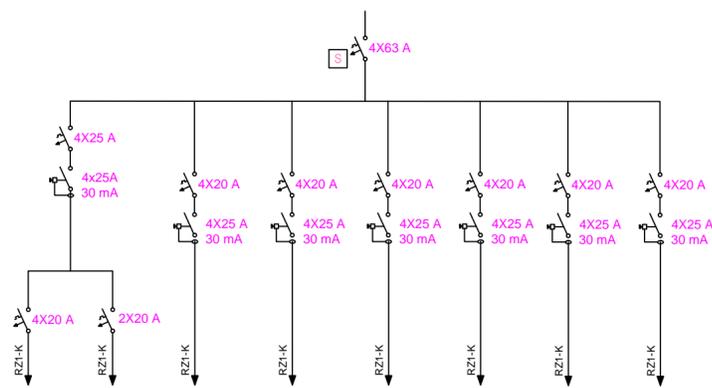
	LF 1-1.1	LF 1-1.2	LF 1-2.1	LF 1-2.2	LF 1-3.1	LF 1-3.2	LF 1-4	LF 1-5	LF 1-6	LF 1-7
FASE	R, S, T	R	R, S, T	S	R, S, T	T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
SECCIÓN CONDUCTORES	3F/N+TT(XLPE)	F/N+ TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	F/N+ TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	F/N+ TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)
TUBO PROTECCIÓN	20 mm ²	25 mm ²	20 mm ²	20 mm ²						
LONGITUD DE LA LÍNEA	9.65 m	9.65 m	13.6 m	13.6 m	15.8 m	15.8 m	5.1 m	21.75 m	21.3 m	14 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.078 mm ²	0.153 mm ²	0.107 mm ²	0.216 mm ²	0.125 mm ²	0.251 mm ²	0.142 mm ²	0.910 mm ²	0.237 mm ²	0.117 mm ²
INTENSIDAD	11.08 A	12.8 A	11.08 A	12.8 A	11.08 A	12.8 A	19.53 A	29.29 A	7.81 A	5.85 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	25 A	29 A	25 A	29 A	25 A	29 A	25 A	34 A	25 A	25 A
SECCIÓN INTENSIDAD	2.5 mm ²	4 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²						
SECCIÓN COMERCIAL	2.5 mm ²	4 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²						

CSF 3



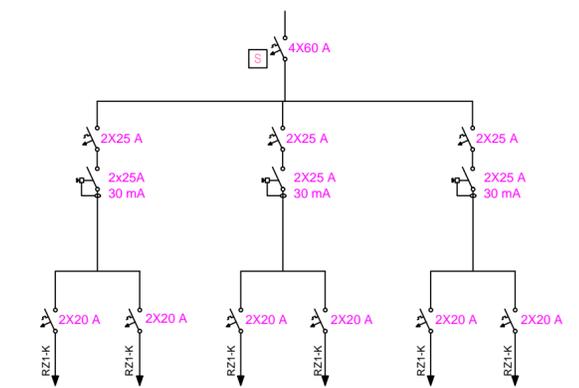
	LF 2-1.1	LF 2-1.2	LF 2-2.1	LF 2-2.2	LF 2-3.1	LF 2-3.2	LF 2-4.1	LF 2-4.2	LF 2-5.1	LF 2-5.2	LF 2-5.1	LF 2-5.2
FASE	R, S, T	R	R, S, T	R	R, S, T	S	R, S, T	S	R, S, T	T	R, S, T	T
SECCIÓN CONDUCTORES	3F/N+TT(XLPE)	F/N+ TT(XLPE)										
TUBO PROTECCIÓN	20 mm ²	25 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²						
LONGITUD DE LA LÍNEA	4.85 m	4.85 m	8.75 m	8.75 m	12.55 m	12.55 m	16.4 m	16.4 m	3.75 m	3.75 m	7.3 m	7.3 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.038 mm ²	0.077 mm ²	0.139 mm ²	0.099 mm ²	0.199 mm ²	0.129 mm ²	0.260 mm ²	0.260 mm ²	0.029 mm ²	0.059 mm ²	0.058 mm ²	0.116 mm ²
INTENSIDAD	11.08 A	12.8 A	11.08 A	12.8 A	11.08 A	12.8 A	12.8 A	11.08 A	12.8 A	11.08 A	12.8 A	11.08 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	25 A	29 A										
SECCIÓN INTENSIDAD	2.5 mm ²											
SECCIÓN COMERCIAL	2.5 mm ²											

CSF 2



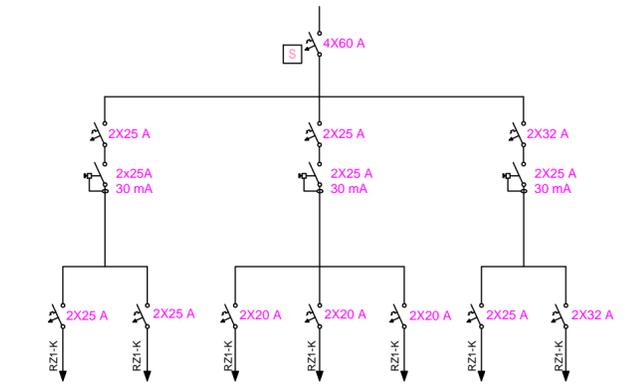
	LF 2-1.1	LF 2-1.2	LF 2-2	LF 2-3	LF 2-4	LF 2-5	LF 2-6	LF 2-7
FASE	R, S, T	R	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T	R, S, T
SECCIÓN CONDUCTORES	3F/N+TT(XLPE)	F/N+ TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)	3F/N+TT(XLPE)
TUBO PROTECCIÓN	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	20 mm ²	25 mm ²
LONGITUD DE LA LÍNEA	5.2 m	5.2 m	12.8 m	2.2 m	4.5 m	2.5 m	7.6 m	7.25 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.041 mm ²	0.082 mm ²	0.25 mm ²	0.024 mm ²	0.151 mm ²	0.049 mm ²	0.212 mm ²	0.081 mm ²
INTENSIDAD	11.08 A	12.8 A	13.67 A	7.81 A	23.44 A	13.67 A	19.53 A	7.81 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	25 A	29 A	25 A	25 A	25 A	25 A	25 A	25 A
SECCIÓN INTENSIDAD	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²
SECCIÓN COMERCIAL	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²

CSF 4



	LF 4-1	LF 4-2	LF 4-3	LF 4-4	LF 4-5	LF 4-6
FASE	R	S	R	T	T	S
SECCIÓN CONDUCTORES	F/N+ TT(XLPE)					
TUBO PROTECCIÓN	20 mm ²					
LONGITUD DE LA LÍNEA	6.55 m	12.1 m	13.75 m	13.6 m	15.85 m	13.9 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.104 mm ²	0.481 mm ²	0.546 mm ²	0.216 mm ²	0.435 mm ²	0.331 mm ²
INTENSIDAD	12.8 A	32 A	32 A	12.8 A	22.4 A	19.2 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	29 A	38 A	38 A	29 A	29 A	29 A
SECCIÓN INTENSIDAD	2.5 mm ²	4 mm ²	4 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²
SECCIÓN COMERCIAL	2.5 mm ²	4 mm ²	4 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²	2.5 mm ²

CSF 5

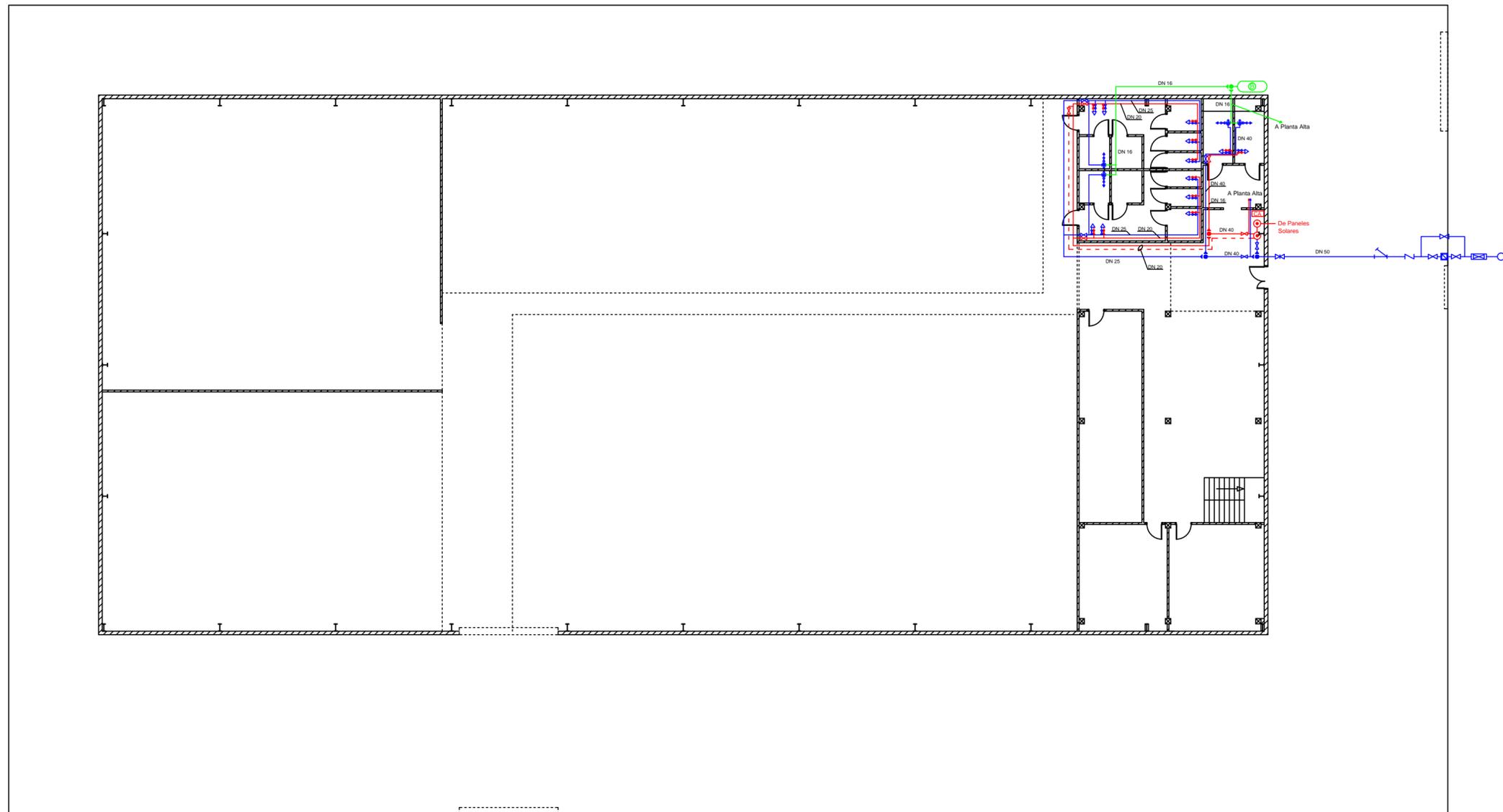


	LF 5-1	LF 5-2	LF 5-3	LF 5-4	LF 5-5	LF 5-6	LF 5-7
FASE	R	R	S	S	S	T	T
SECCIÓN CONDUCTORES	F/N+ TT(XLPE)						
TUBO PROTECCIÓN	20 mm ²						
LONGITUD DE LA LÍNEA	2.6 m	3.95 m	5.2 m	7.15 m	11.75 m	19.1 m	14.5 m
SECCIÓN CAIDA DE TENSIÓN	0.067 mm ²	0.102 mm ²	0.093 mm ²	0.128 mm ²	0.210 mm ²	0.569 mm ²	0.576 mm ²
INTENSIDAD	20.8 A	20.8 A	14.4 A	14.4 A	14.4 A	24 A	32 A
INTENSIDAD ADMISIBLE	29 A	38 A					
SECCIÓN INTENSIDAD	2.5 mm ²	4 mm ²					
SECCIÓN COMERCIAL	2.5 mm ²	4 mm ²					

Legenda Unifilares

	B.V. Bloque Diferencial VIGI
	P.I.A Pequeño Interruptor Automático
	I.D. Interruptor Diferencial
	Selectivo
	Toma de Tierra

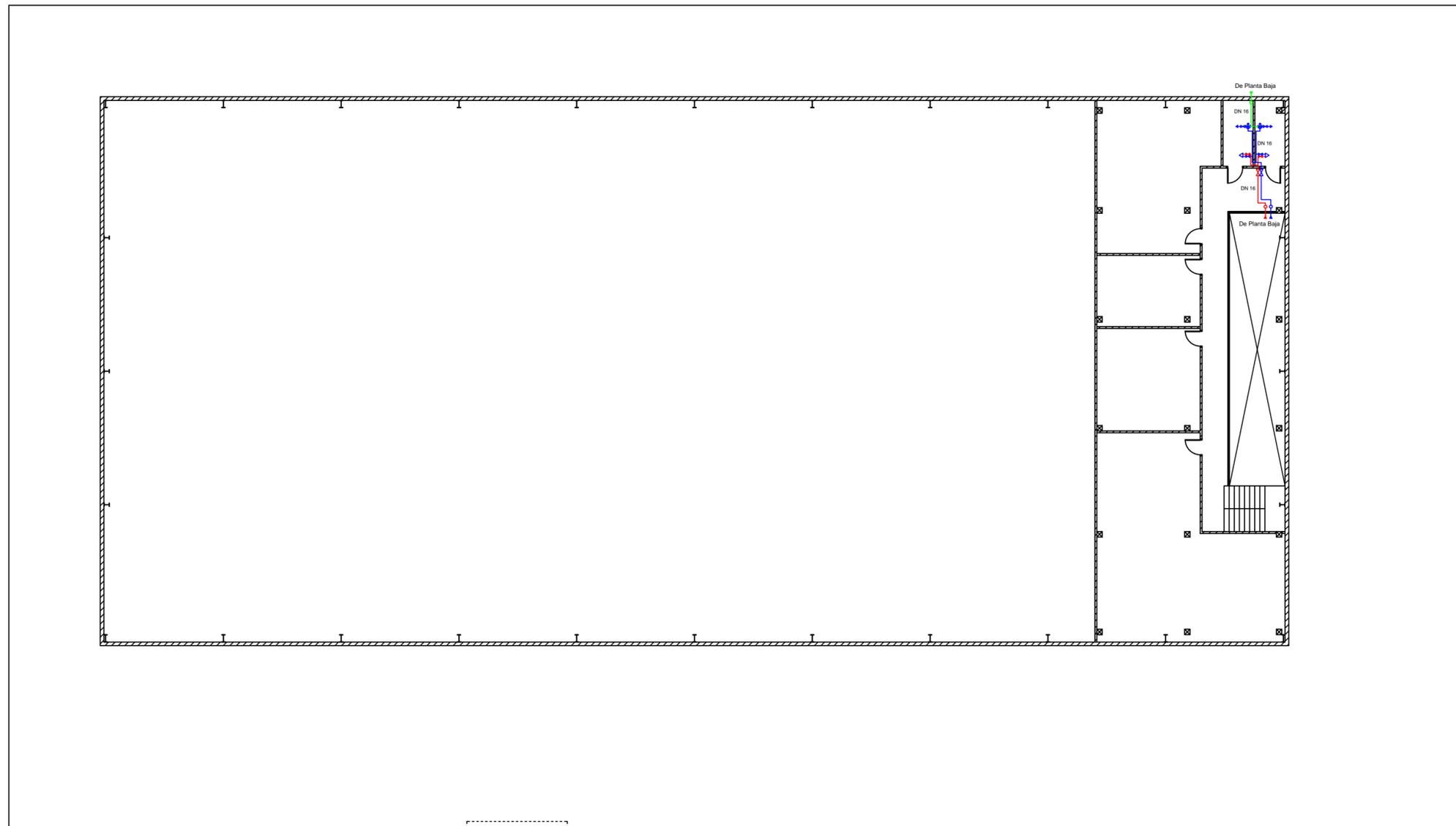
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA UNIFILAR FUERZA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES: Borja Álvarez Pérez		ESCALA: SE
FIRMA:		PLANO Nº: 15



Leyenda Fontanería

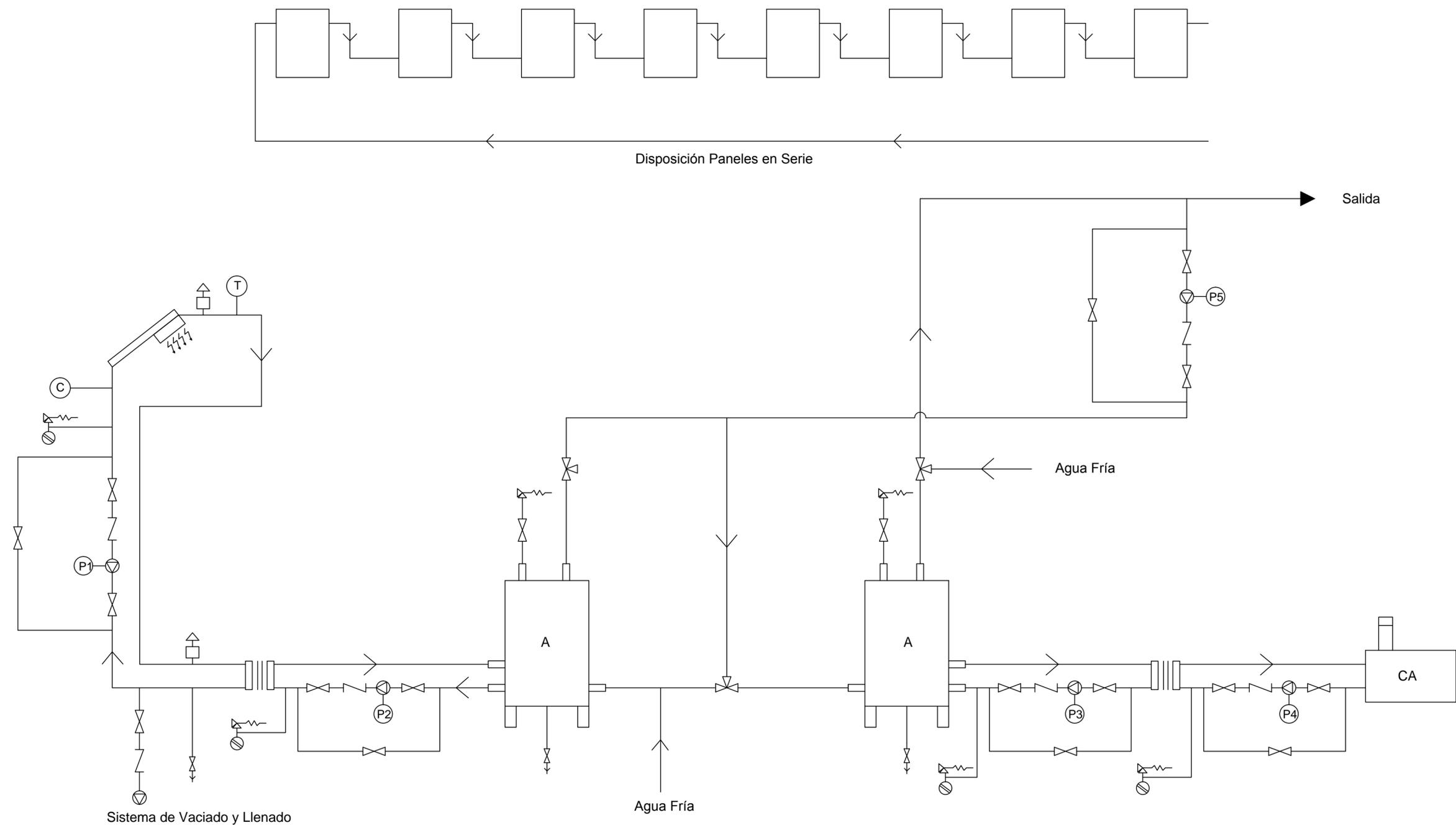
	Tubería Agua Fría		Filtro
	Tubería ACS		Válvula de Compuerta
	Tubería Aguas Pluviales		Válvula de Esfera
	Acometida		Grifo Agua Fría
	Válvula Corte General		Hidromezclador
	Contador		Acumulador
	Válvula de Retención		Caldera
	Cambio de Dirección		Depósito Pluviales
	Válvula Monitorizada		Bomba

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: FONTANERÍA PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 16



Leyenda Fontanería	
	Tubería Agua Fría
	Tubería ACS
	Tubería Aguas Pluviales
	Válvula de Esfera
	Grifo Agua Fría
	Hidromezclador
	Válvula Monitorizada

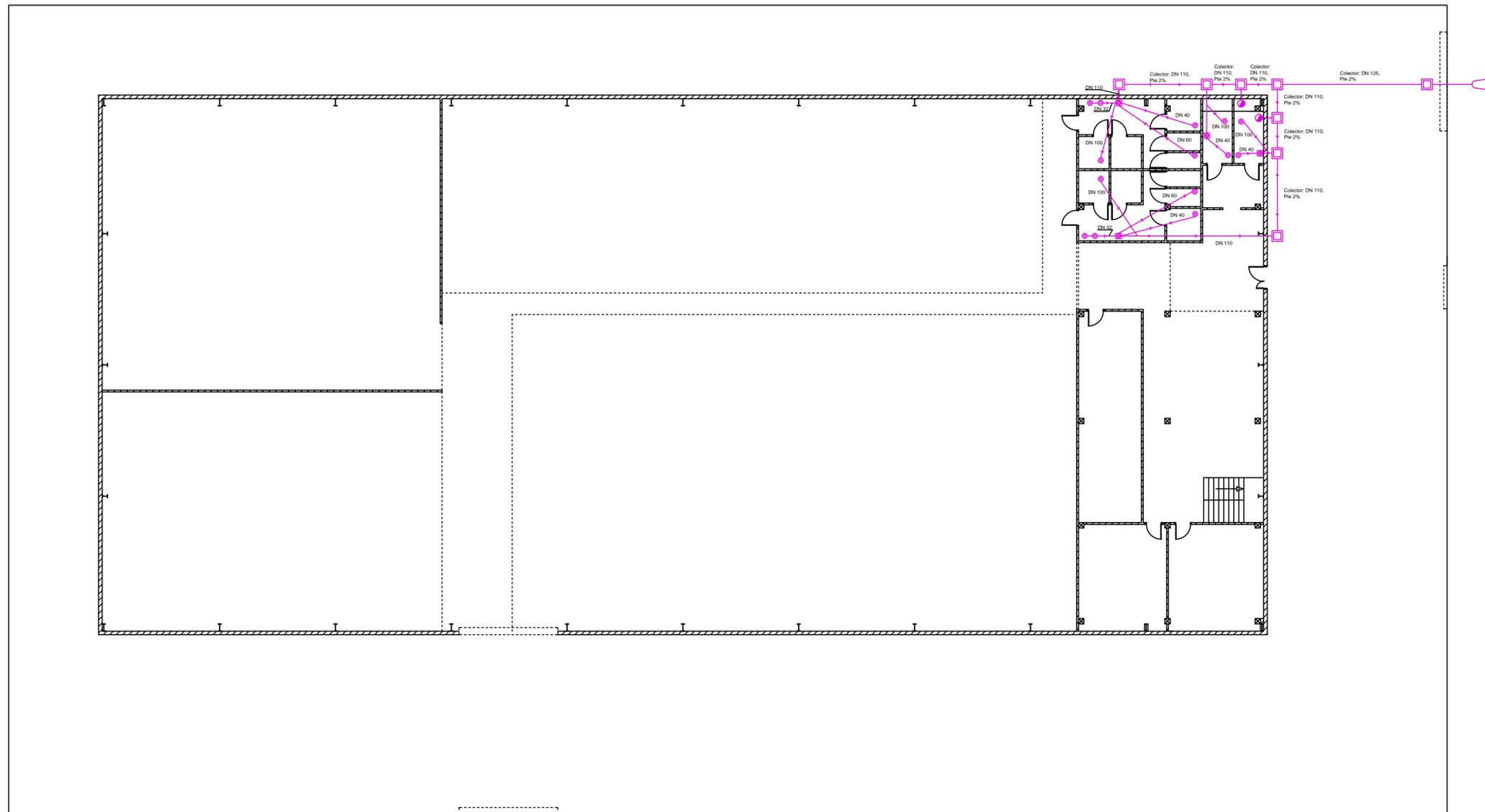
UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: FONTANERÍA PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 17



Legenda Instalación Solar Térmica

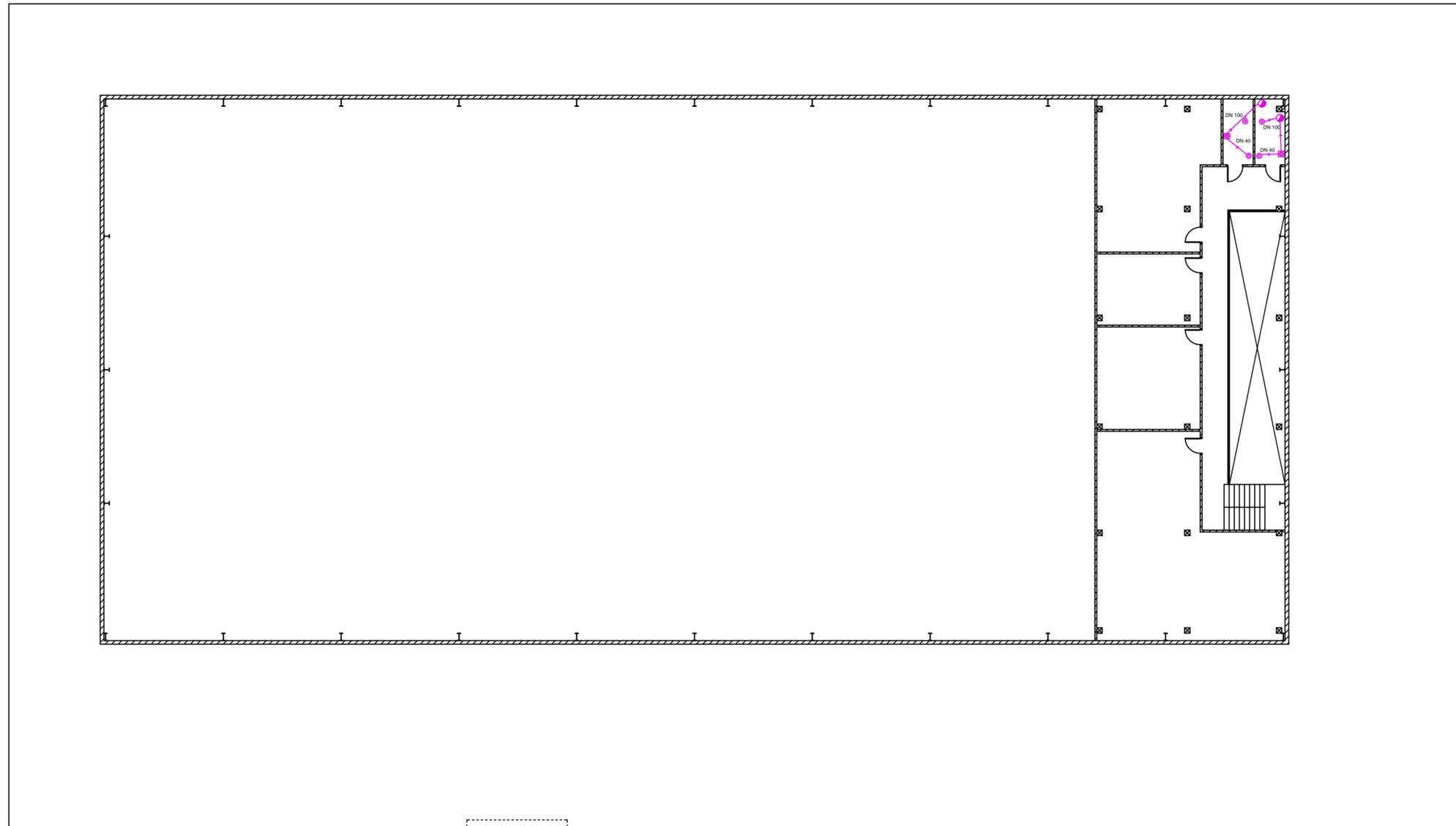
A	Acumulador 200 l		Válvula Antirretorno
CS	Colectores Solares		Válvula de Seguridad
CA	Caldera de Apoyo		Vaso de Expansión
	Intercambiador de Placas		Válvula de Vaciado
	Disipador de Calor		Válvula de Tres Vías
	Bomba	(C)	Caudalímetro
	Purgador	(T)	Sonda de Temperatura
	Válvula de Corte	(P)	Sonda de Presión

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM Nº:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: ESQUEMA INSTALACIÓN ACS		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: SE
Borja Álvarez Pérez		PLANO Nº: 18



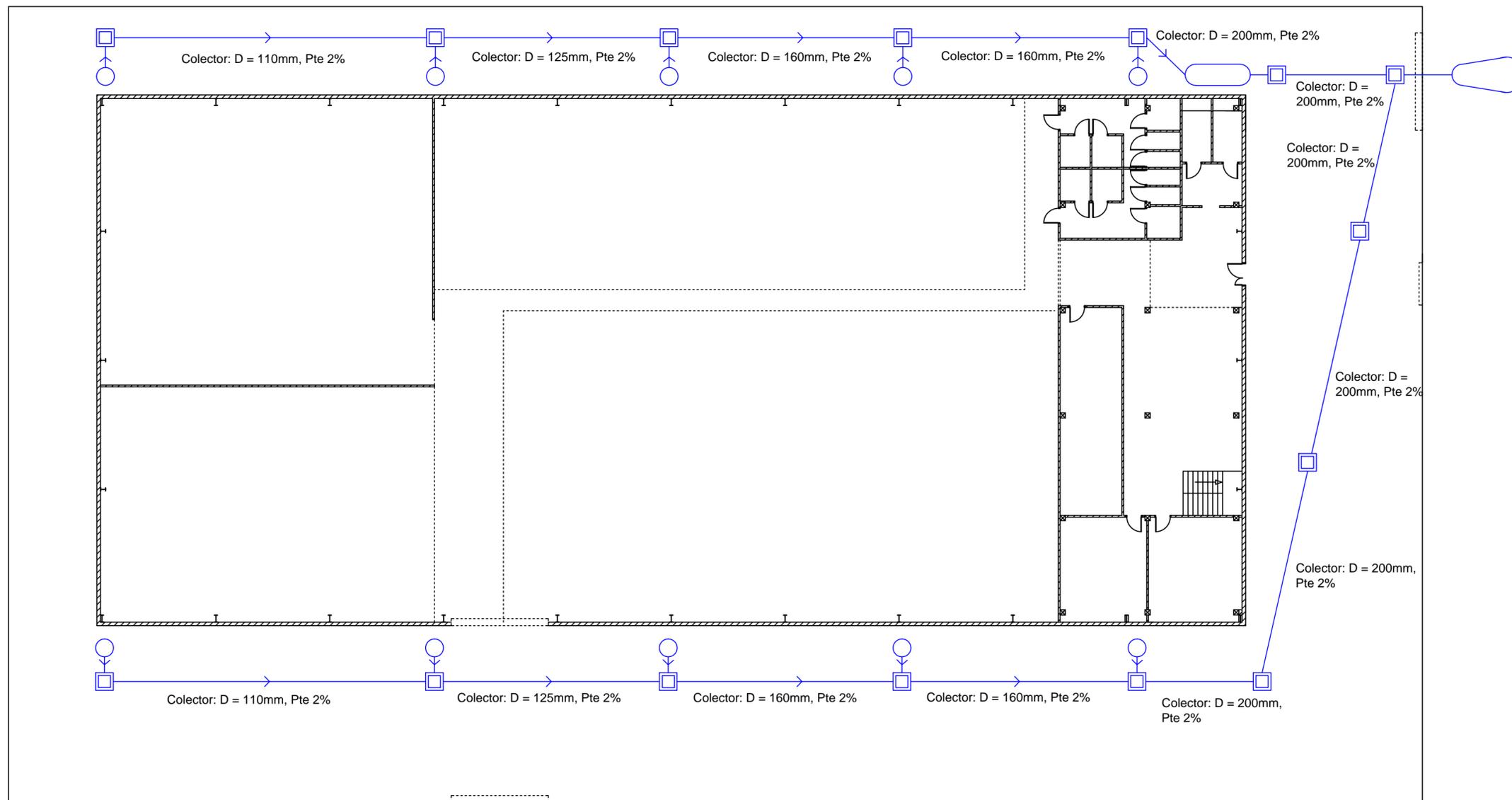
Leyenda Saneamiento	
	Punto de Recogida Residual
	Bote Sifónico
	Bajante
	Arqueta Aguas Residual 50x50
	Alcantarillado

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: SANEAMIENTO PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 19



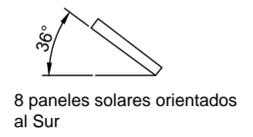
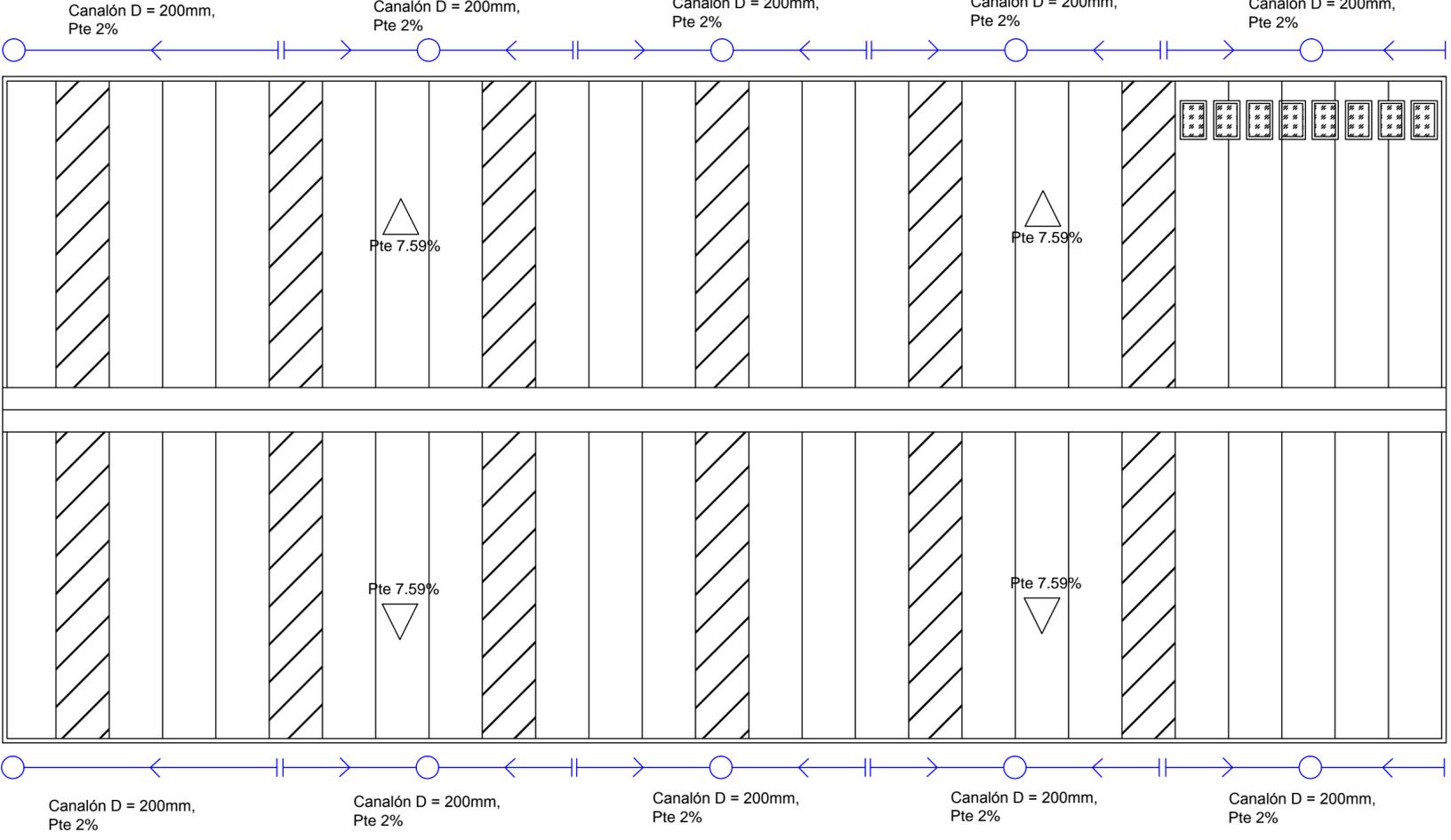
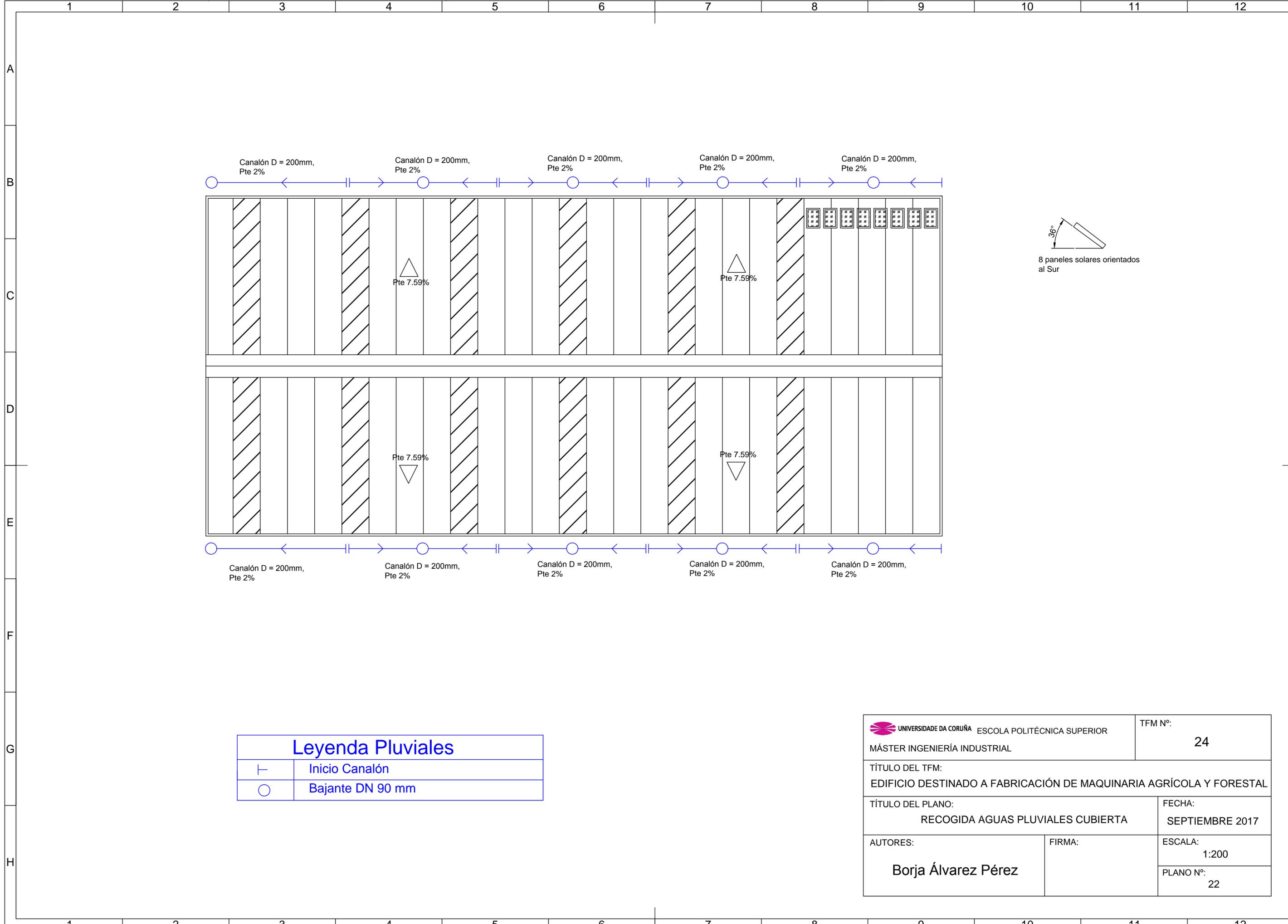
Leyenda Saneamiento	
	Punto de Recogida Residual
	Bote Sifónico
	Bajante

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: SANEAMIENTO PLANTA PRIMERA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 20



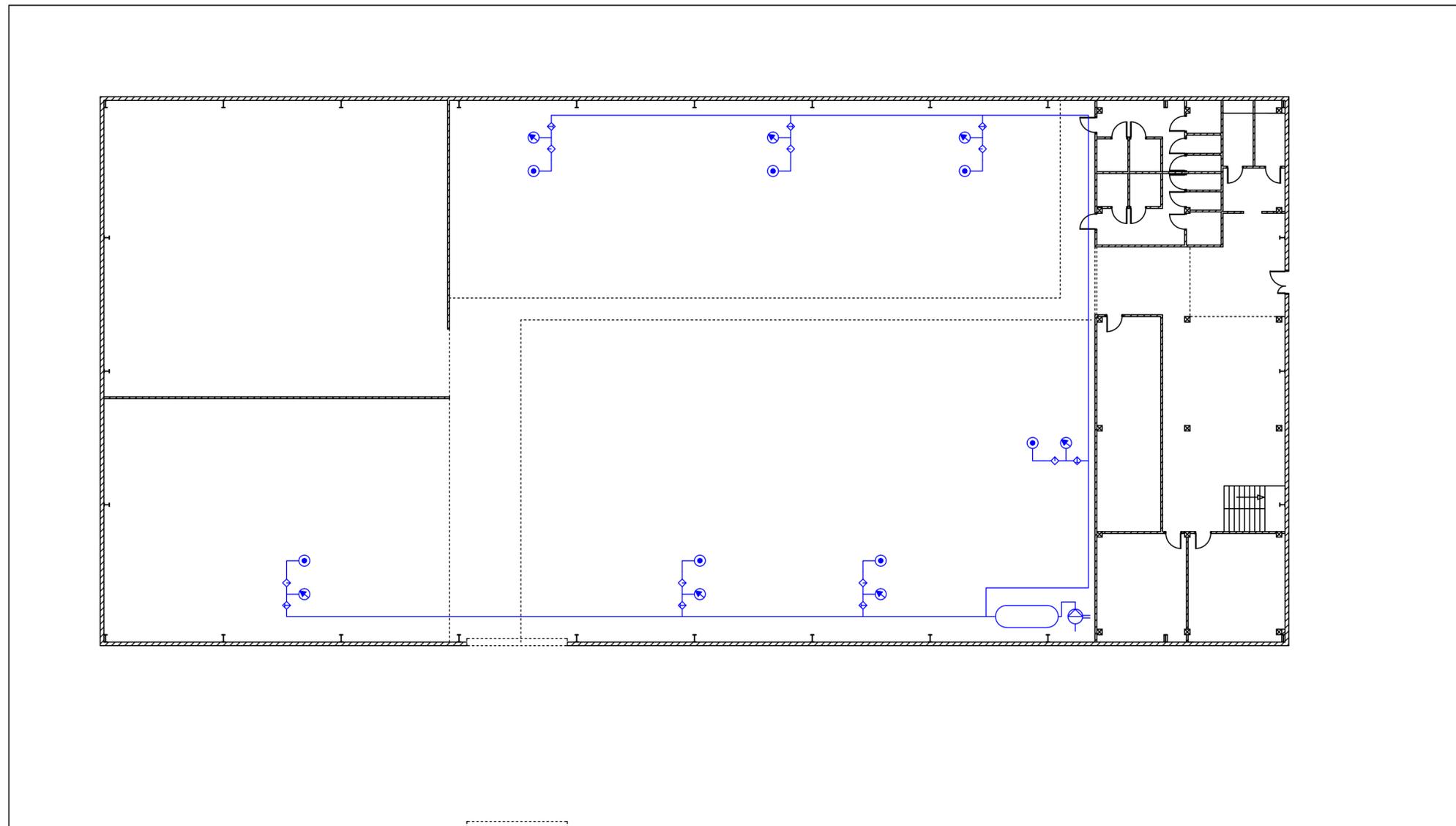
Leyenda Pluviales	
○	Bajante DN 90mm
□	Arqueta Pluviales 60x60
⬭	Alcantarillado
⬭	Depósito Aguas Pluviales

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: RECOGIDA PLUVIALES PLANTA BAJA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 21



Leyenda Pluviales	
└	Inicio Canalón
○	Bajante DN 90 mm

 UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR		TFM N°:
MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: RECOGIDA AGUAS PLUVIALES CUBIERTA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES:	FIRMA:	ESCALA: 1:200
Borja Álvarez Pérez		PLANO N°: 22



Leyenda Neumática	
	Compresor
	Acumulador
	Regulador
	Filtro con Purga de Agua
	Lubricador
	Punto de Consumo

UNIVERSIDADE DA CORUÑA ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR MÁSTER INGENIERÍA INDUSTRIAL		TFM N°: 24
TÍTULO DEL TFM: EDIFICIO DESTINADO A FABRICACIÓN DE MAQUINARIA AGRÍCOLA Y FORESTAL		
TÍTULO DEL PLANO: INSTALACIÓN NEUMÁTICA		FECHA: SEPTIEMBRE 2017
AUTORES: Borja Álvarez Pérez	FIRMA:	ESCALA: 1:200 PLANO N°: 23



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

Documento

PLIEGO DE CONDICIONES

5. PLIEGO DE CONDICIONES	4
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	4
5.2 Pliego de condiciones generales.....	5
5.2.1 Disposiciones Generales	5
5.2.2 Contratos.....	6
5.2.3 Seguros.....	6
5.2.4 Garantías	7
5.2.5 Recepción de las instalaciones.....	7
5.2.6 Final	7
5.3 Pliego de condiciones facultativas	7
5.3.1 Obligaciones del contratista.....	7
5.3.2 Obligaciones de los operarios	8
5.3.3 Medios auxiliares e impuestos.....	8
5.3.4 Materiales.....	8
5.3.5 Aumento o disminución de las obras del contrato.....	9
5.3.6 Subcontratación de obras.....	9
5.3.7 Seguro de incendios.....	9
5.3.8 Plazo de ejecución de las obras	9
5.3.9 Sanciones por retraso de las obras	10
5.3.10 Cesión de traspaso.....	10
5.3.11 Atribuciones de la dirección de la obra	10
5.3.12 Documentación complementaria	10
5.3.13 Liquidaciones parciales	10
5.3.14 Recepción provisional	10
5.3.15 Plazo de garantía de las obras	11
5.3.16 Recepción definitiva	11
5.3.17 Libro de órdenes.....	11
5.3.18 Datos de la obra	11
5.3.19 Trabajos no previstos	12
5.3.20 Facilidades para inspección	12
5.3.21 Certificados y documentación.....	12
5.3.22 Relaciones legales y responsabilidades públicas	12
5.3.23 Documentos que puede reclamar el contratista.....	13
5.3.24 Normativa de obligado cumplimiento.....	13

5.3.25 Seguridad en el trabajo.....	13
5.3.26 Seguridad pública.....	14
5.3.27 Rescisión del contrato	14
5.4 Pliego de condiciones técnicas	14
5.4.1 Objeto.....	14
5.4.2 Campo de aplicación	14
5.4.3 Condiciones generales	14
5.4.3.1 Calidad de los materiales	14
5.4.3.2 Pruebas y ensayos de los materiales.....	15
5.4.3.3 Materiales no consignados en el proyecto	15
5.4.3.4 Condiciones generales de ejecución.....	15
5.4.4 Normas.....	15
5.4.4.1 Condiciones que deben cumplir los materiales	15
5.4.4.2 Identificación, marcas y homologación.....	16
5.4.4.3 Mantenimiento de las instalaciones.....	16
5.4.5 Condiciones a cumplir por las unidades de obra	16
5.4.5.1 Centro de transformación.....	16
5.4.5.1.1 Obra civil.....	16
5.4.5.1.2 Aparamenta de Media Tensión	16
5.4.5.1.3 Transformadores de potencia	17
5.4.5.1.4 Equipos de Medida	17
5.4.5.1.4 Normas de ejecución de las instalaciones.....	18
5.4.5.1.5 Pruebas reglamentarias	18
5.4.5.1.6 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	18
5.4.5.1.7 Certificados y documentación	19
5.4.5.1.8 Libro de órdenes	19
5.4.5.2 Instalación de baja tensión	19
5.4.5.2.1 Línea eléctrica de baja tensión.....	19
5.4.5.2.1.1 Trazado.....	19
5.4.5.2.1.2 Apertura de zanjas.....	19
5.4.5.2.1.3 Canalizaciones.....	20
5.4.5.2.1.4 Cable entubado.....	20
5.4.5.2.1.5 Arquetas	21
5.4.5.2.1.6 Paralelismos	21
5.4.5.2.1.7 Cruzamientos con otros servicios.....	22
5.4.5.2.1.8 Transporte de bobinas de cables	23
5.4.5.2.1.9 Tendido de cables.....	23
5.4.5.2.1.10 Protección mecánica	25

5.4.5.2.1.11 Señalización.....	25
5.4.5.2.1.12 Identificación	26
5.4.5.2.1.13 Cierre de zanjas.....	26
5.4.5.2.1.14 Reposición de pavimentos	26
5.4.5.2.1.15 Montajes diversos	26
5.4.5.2.1.16 Reparación de las averías en cables subterráneos.....	26
5.4.5.2.1.17 Puesta a tierra.....	27
5.4.5.2.1.18 Materiales	27
5.4.5.2.1.19 Recepción de obra.....	27
5.4.5.2.2 Apertura de rozas	27
5.4.5.2.3 Conductores.....	28
5.4.5.2.4 Canalizaciones.....	28
5.4.5.2.5 Cajas de registro.....	30
5.4.5.2.6 Bornas	31
5.4.5.2.7 Mecanismos.....	31
5.4.5.2.8 Cuadros y armarios.....	31
5.4.5.2.9 Interruptores automáticos.....	32
5.4.5.2.10 Interruptores diferenciales.....	32
5.4.5.2.11 Luminarias	32
5.4.5.2.12 Lámparas.....	33
5.4.5.2.13. Equilibrio entre fases.....	33
5.4.5.2.14 Resistencia de tierra	33
5.4.5.2.15 Calidad de la instalación	33
5.4.5.3 Instalaciones en locales mojados	33
5.4.5.3.1 Canalizaciones.....	33
5.4.5.4 Aparamenta	34
5.4.5.4.1 Dispositivos de protección.....	34
5.4.5.4.2 Aparatos móviles o portátiles	34
5.4.5.4.3 Receptores de alumbrado	34
5.5 Disposición final.....	34

5. 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 propio documento de Contrato de empresa o arrendamiento de Obra, si existiera.
- El Pliego de Condiciones Particulares.
- Pliego General de Condiciones.
- Los precios de las Unidades de Obra.
- Los planos.
- La memoria, en cuanto a la definición de materiales y calidades.

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 Politécnica Superior de Ferrol que ha encomendado este proyecto a Borja Álvarez Pérez.

- 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

subsanaos los defectos, se procederá a la recepción provisional. Si el contratista no cumplierse 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 Regulatorias 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 envoltorio 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 apartamento 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.

5.4.5.1.5 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.

5.4.5.1.6 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.

5.4.5.1.7 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.

5.4.5.1.8 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 tapanán 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 por 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 $1,5\text{mm}^2$. 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 multirrail 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.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

ESTADO DE MEDICIONES

6. ESTADO DE MEDICIONES

Capítulo I: Acondicionamiento del Terreno

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Limpieza, desbroce, rasanteo parcela y excavación de tierras y roca si aparece, hasta alcanzar las cotas de proyecto, incluso transporte sobrantesa vertedero					3600	m2
Excavación de tierras a cielo abierto, incluso terrenos duros y roca, en zapatas y zanjas de cimentación, transporte a vertedero autorizado						
Zanja para zapatas	18	1,5	1,5	0,9	36,45	m3
	6	1,25	1,25	0,9	8,4375	m3
	2	1,5	1	0,9	2,7	m3
	2	1,5	2,5	0,9	6,75	m3
	4	1,25	1	0,9	4,5	m3
	8	1	1	0,9	7,2	m3
Zanja viga atado perimetral	1	190	0,6	0,9	102,6	m3
Zanja viga atado interior	1	60	0,4	0,7	16,8	m3
					185,438	m3
Relleno a cielo abierto con zahorra natural granítica y compactación con compactador monocilíndrico vibrante de 20 cm de espesor						
Zanja para zapatas	18	1,5	1,5	0,2	8,1	m3
	6	1,25	1,25	0,2	1,875	m3
	2	1,5	1	0,2	0,6	m3
	2	1,5	2,5	0,2	1,5	m3
	4	1,25	1	0,2	1	m3
	8	1	1	0,2	1,6	m3
Zanja viga atado perimetral	1	190	0,6	0,2	22,8	m3
Zanja viga atado interior	1	60	0,4	0,2	4,8	m3
					42,275	m3
Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor con hormigón HA-25 con aditivo hidrófugo vertido y vibrado con su correspondiente malla con acabado superficial mediante fratasadora mecánica					3600	m2

Capítulo II: Cimentación

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Hormigón HM-10 de limpieza, vertido y extendido en una capa de 10 cm de espesor en zapatas y vigas						
Zanja para zapatas	18	1,5	1,5	0,1	4,05	m3
	6	1,25	1,25	0,1	0,9375	m3
	2	1,5	1	0,1	0,3	m3
	2	1,5	2,5	0,1	0,75	m3
	4	1,25	1	0,1	0,5	m3
	8	1	1	0,1	0,8	m3
Zanja viga atado perimetral	1	190	0,6	0,1	11,4	m3
Zanja viga atado interior	1	60	0,4	0,1	2,4	m3
					21,1375	m3
Hormigón HA-25 P en zapatas vertido y vibrado, incluso p.p. de encofrado y desencofrado con su correspondiente acero						
Zapatas aisladas	18	1,5	1,5	0,6	24,3	m3
	6	1,25	1,25	0,6	5,625	m3
	2	1,5	1	0,6	1,8	m3
	2	1,5	2,5	0,6	4,5	m3
	4	1,25	1	0,6	3	m3
	8	1	1	0,6	4,8	m3
Viga atado perimetral	1	190	0,6	0,6	68,4	m3
Viga atado interior	1	60	0,4	0,4	9,6	m3
					122,025	m3

Capítulo III: Estructura

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Acero S275 en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE y HEB con uniones soldadas	24436					kg
Acero S275 en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de la serie Z galvanizado y colocado con tornillos	14854					kg
Placas de anclaje de acero S275 con rigidizadores con 6 pernos de acero corrugado atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca	28					Ud
Pilares de hormigón HA-25 con aditivo hidrófugo vertido y vibrado encofrado y desencofrado con su correspondiente acero	16	6	0,3	0,3	8,64	m3
Forjado unidireccional de hormigón armado altura libre de planta 3 m ,canto 20 cm realizado con hormigón HA-25 con aditivo hidrófugo vertido y vibrado sobre sistema de encofrado continuo semivigueta pretensada bovedilla de hormigón con su correspondiente malla.	1	12	30		360	m2

Capítulo IV: Cubierta y cerramientos

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Cerramiento de fachada lateral con panel sandwich aislante prelacado en color a elegir de 50 mm de espesor y 1100 mm de ancho formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado de espesor exterior e interior de 0,5 mm y alma aislante de poliuretano con sistema de fijación oculto, atornillado a las correas, incluso p.p. de correas	2	65	3		390	m2
	-1	5,5	2		-11	m2
	2	30	3		180	m2
					559	m2
Muro de 20 cm de espesor de fábrica armada de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo color blanco, 40x20x20cm, resistencia normalizada R10 recibida con mortero de cemento industrial, color blanco, con aditivo hidrófugo	2	65	3		390	m2
	-1	5,5	3		-16,5	m2
	2	30	3		180	m2
	-1	2,5	2,5		-6,25	m2
					547,25	m2
Cerramiento de cubierta con panel sandwich en color a elegir de 50 mm de espesor y 2400 mm de ancho formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado de espesor exterior e interior de 0,5 mm y alma aislante de poliuretano con sistema de fijación oculto, atornillado a las correas, incluso p.p. de correas	2	65	15		1950	m2
	-2	14,4	15		-432	m2
					1518	m2
Cerramiento de cubierta con panel sandwich translúcido, atornillado a las correas, incluso p.p. de correas	2	14	15		420	m2
Canalón de hormigón, incluso p.p. de sujección y emboquilladuras de bajantes	2	65			130	m
Remates de chapa simple prelacada	1	425			425	m
Cumbrera superior e inferior	2	65			130	m

Capítulo V: Relleno

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Zahorra de cantera, extendida, nivelada y compactada en el interior de la nave y en exterior y zonas de retranqueo, para formación de aparcamientos					3600	m2

Capítulo VI: Urbanización

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Tratamiento a base de una capa de aglomerado caliente sobre capa de grava de 50 mm, extendida, nivelada y compactada, riego de imprimación y capa de aglomerado de 6 cm en una sola capa D-25					1650	m2
Señalización horizontal y vertical					1	Ud

Capítulo VII: Pintura y revestimientos

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Pintura plástica de primera calidad, aplicando una mano de imprimación y dos de acabado de interiores					547	m2
Pintura exterior						
	2	65	3		390	m2
	-1	5,5	3		-16,5	m2
	2	30	3		180	m2
	-1	2,5	2,5		-6,25	m2
					547,25	m2

Capítulo VIII: Albañilería

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Tabique de pladur para distribución interior de 9,5 cm de espesor con un peso de 7,7 kg/m2					547	m2

Capítulo IX: Revestimientos

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Recrecido con mortero de cemento y arena para colocación de plaqueta cerámica					320	m2
Porcelanato cerámico de 40x40 cm de dureza p-4, asentada con cemento cola y frisada con cemento blanco					320	m2
Alicatado con azulejo blanco en aseos y vestuarios					65	m2
Rodapie cerámico de 7 cm asentado con cemento cola					547	m
Falso techo de escayola continuo suspendido de 60x60 cm a una altura menor de 4 m para acabados de techos formado por placas de yeso afinado atornillado a una estructura de acero galvanizado					320	m2

Capítulo X: Carpintería

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Puertas lisas de madera de 203x82,5x3,5 cm					23	Ud
Puertas automática de entrada, acristalada con vidrio laminar, sensor incluso p.p de instalación					1	Ud
Reja enrollable automática					1	Ud
Puerta metálica preleva de 5,5x5 m con doble contrapeso					1	Ud
Puertas metálica de corredera en entrada a parcela 5,5x2 m					2	Ud
Puertas metálica de corredera en entrada a parcela 2,4x2 m					1	Ud

Capítulo XI: Electricidad e iluminación

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Acometida general a la nave desde el centro de transformación					1	Ud
Caja homologada para contadores activa y reactiva					1	Ud
Batería de condensadores					1	Ud
Cuadro general de fuerza (CGF). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					1	Ud
Cuadro general de alumbrado (CGA). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					1	Ud
Cuadro secundario de fuerza (CSF). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					5	Ud
Cuadro secundario de alumbrado (CSA). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					4	Ud
Tomas trifásicas 32A					20	Ud
Tomas monofásicas 16A					122	Ud
Caja derivación					54	Ud
Luminaria Philips BY460P 1xLED 120S/740WB GC e instalación					18	Ud
Luminaria Philips BY460P 1xLED 240S/740WB GC e instalación					51	Ud
Luminaria Philips BBS482 1xDLED-4000 e instalación					166	Ud
Luminaria Philips BCS490 1xDLED-4000C e instalación					12	Ud
Luminaria Legrand NT 61833 750 lm, señalización e instalación					68	Ud
Interruptor monofásico montado e instalado					38	Ud
Red de puesta a tierra					1	Ud

Capítulo XII: Fontanería

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Conexión a la red general del polígono e instalación de caja para contador según normativa					1	Ud
Instalación general de fontanería, alimentación y desagües. Alimentación con tubería de polipropileno y desagües con PVC					1	Ud
Inodoros con cisterna baja de porcelana blanca vitrificada, modelo dama de Roca o equivalente , llave de corte, instalado, suministro y colocación					4	Ud
Inodoros con fluxor de porcelana blanca vitrificada, modelo dama de Roca o equivalente , llave de corte, instalado, suministro y colocación					2	Ud
Lavabos de loza blanca vitrificada, con pedestal, modelo dama de Roca o equivalente, grifería monomando, alimentación y desagües e instalados					8	Ud
Plato de ducha de 60x60 cm, de loza blanca vitrificada, grifería con mezclador totalmente instalado					6	Ud
Tuberías de diferentes diámetros, colectores y paramenta especial					1	Ud
Válvula tres vías motorizada					6	Ud

Capítulo XIII: ACS

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Captador solar térmico de tubos de vacío. Instalación, sujección y montaje					8	Ud
Bomba de recirculación. Instalación y comprobación de funcionamiento					1	Ud
Acumulador ACS 300 litros y 8 bar de presión máxima de trabajo					2	Ud
Purgador automático					2	Ud
Vaso de expansión					1	Ud
Sonda temperatura					2	Ud
Tubería diferentes diámetros cobre					57	m
Caldera apoyo gas					1	Ud

Capítulo XIV: Saneamiento

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Canalizaciones PVC diferentes diámetros para aguas residuales					86	m
Canalización PVC diámetro 110 para bajante grapada a la pared y colectores incluso parte proporcional de unión a la emboquilladura y conexión a a la arqueta					36	m
Canalización PVC diámetro 125 para colectores incluso parte proporcional de unión a la emboquilladura y conexión a a la arqueta					16	m
Arqueta de 50x50 cm, con tapa de fundición					8	Ud
Bajante de PVC de 90 mm, grapada a la pared incluso parte proporcional de unión a la emboquilladura y conexión a la arqueta de pluviales	10	6			60	m
Canalización de PVC de 110 mm,incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales					35	m
Canalización de PVC de 125 mm,incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales					25	m
Canalización de PVC de 160 mm,incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales					45	m
Canalización de PVC de 200 mm,incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales					55	m
Arqueta de 60x60 cm, con tapa de fundición de rejilla para pluviales					15	Ud
Conexión al alcantarillado de la red de pluviales y residuales pública y pozo de registro con tapa de fundición					1	Ud

Capítulo XV: Neumática

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Compresor de aire alternativo con depósito incorporado montado e instalado					1	Ud
Aftercooler instalado próximo al compresor para eliminar condensaciones					1	Ud
Deshumidificador para retirar la condensación					1	Ud
Tubería de acero estirado sin soldadura instalado. Incluye paramenta especial					154	m
Puntos de suministro. Incluye filtro regulador y lubricador					7	Ud

Capítulo XVI: Seguridad y salud

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	
Medidas para seguridad y salud en la ejecución de las obras según detalla el documento Estudio de Seguridad y Salud en las Obras					1	Ud



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/17**

Cálculo y diseño de instalaciones para una nave industrial destinada a taller-concesionario de maquinaria agrícola y forestal.

Máster en Ingeniería Industrial

PRESUPUESTO

7. PRESUPUESTO

Capítulo I: Acondicionamiento del Terreno

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Limpieza, desbroce, rasanteo parcela y excavación de tierras y roca si aparece, hasta alcanzar las cotas de proyecto, incluso transporte sobrantes a vertedero					3600	1,20 €	4.320,00 €
Excavación de tierras a cielo abierto, incluso terrenos duros y roca, en zapatas y zanjas de cimentación, transporte a vertedero autorizado							
Zanja para zapatas	18	1,5	1,5	0,9	36,45		
	6	1,25	1,3	0,9	8,4375		
	2	1,5	1	0,9	2,7		
	2	1,5	2,5	0,9	6,75		
	4	1,25	1	0,9	4,5		
	8	1	1	0,9	7,2		
Zanja viga atado perimetral	1	190	0,6	0,9	102,6		
Zanja viga atado interior	1	60	0,4	0,7	16,8		
					185,44	27,00 €	5.006,81 €
Relleno a cielo abierto con zahorra natural granítica y compactación con compactador monocilíndrico vibrante de 20 cm de espesor							
Zanja para zapatas	18	1,5	1,5	0,2	8,1		
	6	1,25	1,3	0,2	1,875		
	2	1,5	1	0,2	0,6		
	2	1,5	2,5	0,2	1,5		
	4	1,25	1	0,2	1		
	8	1	1	0,2	1,6		
Zanja viga atado perimetral	1	190	0,6	0,2	22,8		
Zanja viga atado interior	1	60	0,4	0,2	4,8		
					42,275	24,00 €	1.014,60 €
Solera de hormigón armado de 20 cm de espesor con hormigón HA-25 con aditivo hidrófugo vertido y vibrado con su correspondiente malla con acabado superficial mediante fratasadora mecánica					3600	27,00 €	97.200,00 €
TOTAL MOVIMIENTO TIERRAS							107.541,41 €

Capítulo II: Cimentación

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Hormigón HM-10 de limpieza, vertido y extendido en una capa de 10 cm de espesor en zapatas y vigas							
Zanja para zapatas	18	1,5	1,5	0,1	4,05		
	6	1,25	1,3	0,1	0,9375		
	2	1,5	1	0,1	0,3		
	2	1,5	2,5	0,1	0,75		
	4	1,25	1	0,1	0,5		
	8	1	1	0,1	0,8		
Zanja viga atado perimetral	1	190	0,6	0,1	11,4		
Zanja viga atado interior	1	60	0,4	0,1	2,4		
					21,138	85,00 €	1.796,69 €
Hormigón HA-25 P en zapatas vertido y vibrado, incluso p.p. de encofrado y desencofrado con su correspondiente acero							
Zapatas aisladas	18	1,5	1,5	0,6	24,3		
	6	1,25	1,3	0,6	5,625		
	2	1,5	1	0,6	1,8		
	2	1,5	2,5	0,6	4,5		
	4	1,25	1	0,6	3		
	8	1	1	0,6	4,8		
Viga atado perimetral	1	190	0,6	0,6	68,4		
Viga atado interior	1	60	0,4	0,4	9,6		
					122,03	248,00 €	30.262,20 €
TOTAL CIMENTACIÓN							32.058,89 €

Capítulo III: Estructura

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Acero S275 en vigas, con piezas simples de perfiles laminados en caliente de la serie IPE y HEB con uniones soldadas	24436					2,25 €	54.981,00 €
Acero S275 en correas metálicas, con piezas simples de perfiles conformados en frío de la serie Z galvanizado y colocado con tornillos	14854					2,80 €	41.591,20 €
Placas de anclaje de acero S275 con rigidizadores con 6 pernos de acero corrugado atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca	28					280	7.840,00 €
Pilares de hormigón HA-25 con aditivo hidrófugo vertido y vibrado encofrado y desencofrado con su correspondiente acero	16	6	0,3	0,3	8,64	357,00 €	3.084,48 €
Forjado unidireccional de hormigón armado altura libre de planta 3 m ,canto 20 cm realizado con hormigón HA-25 con aditivo hidrófugo vertido y vibrado sobre sistema de encofrado continuo semivigueta pretensada bovedilla de hormigón con su correspondiente malla.	1	12	30		360	70,00 €	25.200,00 €
TOTAL ESTRUCTURA							132.696,68 €

Capítulo IV: Cubierta y cerramientos

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Cerramiento de fachada lateral con panel sandwich aislante prelacado en color a elegir de 50 mm de espesor y 1100 mm de ancho formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado de espesor exterior e interior de 0,5 mm y alma aislante de poliuretano con sistema de fijación oculto, atornillado a las correas, incluso p.p. de correas	2	65	3		390		
	-1	5,5	2		-11		
	2	30	3		180		
					559	55,00 €	30.745,00 €
Muro de 20 cm de espesor de fábrica armada de bloque CV de hormigón, liso hidrófugo color blanco, 40x20x20cm, resistencia normalizada R10 recibida con mortero de cemento industrial, color blanco, con aditivo hidrófugo	2	65	3		390		
	-1	5,5	3		-16,5		
	2	30	3		180		
	-1	2,5	2,5		-6,25		
					547,25	52,00 €	28.457,00 €
Cerramiento de cubierta con panel sandwich en color a elegir de 50 mm de espesor y 2400 mm de ancho formado por dos paramentos de chapa lisa de acero galvanizado de espesor exterior e interior de 0,5 mm y alma aislante de poliuretano con sistema de fijación oculto, atornillado a las correas, incluso p.p. de correas	2	65	15		1950		
	-2	14,4	15		-432		
					1518	41,00 €	62.238,00 €
Cerramiento de cubierta con panel sandwich translúcido, atornillado a las correas, incluso p.p. de correas	2	14	15		420	48,00 €	20.160,00 €
Canalón de hormigón, incluso p.p. de sujección y emboquilladuras de bajantes	2	65			130	26,00 €	3.380,00 €
Remates de chapa simple prelacada	1	425			425	14,00 €	5.950,00 €

Cumbrera superior e inferior	2	65			130	15,00 €	1.950,00 €
TOTAL CUBIERTA Y CERRAMIENTOS							152.880,00 €

Capítulo V: Relleno

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Zahorra de cantera, extendida, nivelada y compactada en el interior de la nave y en exterior y zonas de retranqueo, para formación de aparcamientos					3600	21,00 €	75.600,00 €
TOTAL RELLENO							75.600,00 €

Capítulo VI: Urbanización

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Tratamiento a base de una capa de aglomerado caliente sobre capa de grava de 50 mm, extendida, nivelada y compactada, riego de imprimación y capa de aglomerado de 6 cm en una sola capa D-25					1650	19,00 €	31.350,00 €
Señalización horizontal y vertical					1	1500	1.500,00 €
TOTAL URBANIZACIÓN							32.850,00 €

Capítulo VII: Pintura y revestimientos

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)	
Pintura plástica de primera calidad, aplicando una mano de imprimación y dos de acabado de interiores					547	5,50 €	3.008,50 €	
Pintura exterior	2	65	3		390			
	-1	5,5	3		-16,5			
	2	30	3		180			
	-1	2,5	2,5		-6,25			
TOTAL PINTURA Y REVESTIMIENTOS							15,00 €	8.208,75 €
TOTAL PINTURA Y REVESTIMIENTOS								11.217,25 €

Capítulo VIII: Albañilería

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Tabique de pladur para distribución interior de 9,5 cm de espesor con un peso de 7,7 kg/m2					547	22,00 €	12.034,00 €
TOTAL ALBAÑILERÍA							12.034,00 €

Capítulo IX: Revestimientos

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Recrecido con mortero de cemento y arena para colocación de plaqueta cerámica					320	9,00 €	2.880,00 €
Porcelanato cerámico de 40x40 cm de dureza p-4, asentada con cemento cola y frisada con cemento blanco					320	26,00 €	8.320,00 €
Alicatado con azulejo blanco en aseos y vestuarios					65	24,00 €	1.560,00 €
Rodapie cerámico de 7 cm asentado con cemento cola					547	8,00 €	4.376,00 €
Falso techo de escayola continuo suspendido de 60x60 cm a una altura menor de 4 m para acabados de techos formado por placas de yeso afinado atornillado a una estructura de acero galvanizado					320	26,00 €	8.320,00 €
TOTAL REVESTIMIENTOS							25.456,00 €

Capítulo X: Carpintería

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Puertas lisas de madera de 203x82,5x3,5 cm					23	162,00 €	3.726,00 €
Puertas automática de entrada, acristalada con vidrio laminar, sensor incluso p.p de instalación					1	721,00 €	721,00 €
Reja enrollable automática					1	1.150,00 €	1.150,00 €
Puerta metálica preleva de 5,5x5 m con doble contrapeso					1	3.120,00 €	3.120,00 €

Puertas metálica de corredera en entrada a parcela 5,5x2 m	2	2.780,00 €	5.560,00 €
Puertas metálica de corredera en entrada a parcela 2,4x2 m	1	1.430,00 €	1.430,00 €
TOTAL CARPINTERÍA			15.707,00 €

Capítulo XI: Electricidad e iluminación

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Acometida general a la nave desde el centro de transformación					1	1.200,00 €	1.200,00 €
Caja homologada para contadores activa y reactiva					1	900,00 €	900,00 €
Batería de condensadores					1	1.742,00 €	1.742,00 €
Cuadro general de fuerza (CGF). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					1	3.125,00 €	3.125,00 €
Cuadro general de alumbrado (CGA). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					1	2.755,00 €	2.755,00 €
Cuadro secundario de fuerza (CSF). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					5	1.220,00 €	6.100,00 €
Cuadro secundario de alumbrado (CSA). Incluye interruptores magnetotérmicos y diferenciales, cableado y mano de obra					4	1.055,00 €	4.220,00 €
Tomas trifásicas 32A					20	7,00 €	140,00 €
Tomas monofásicas 16A					122	3,00 €	366,00 €
Caja derivación					54	1,50 €	81,00 €
Luminaria Philips BY460P 1xLED 120S/740WB GC e instalación					18	211,00 €	3.798,00 €
Luminaria Philips BY460P 1xLED 240S/740WB GC e instalación					51	222,00 €	11.322,00 €
Luminaria Philips BBS482 1xDLED-4000 e instalación					166	155,00 €	25.730,00 €
Luminaria Philips BCS490 1xDLED-4000C e instalación					12	165,00 €	1.980,00 €
Luminaria Legrand NT 61833 750 lm, señalización e instalación					68	110,00 €	7.480,00 €

Interruptor monofásico montado e instalado	38	5,00 €	190,00 €
Red de puesta a tierra	1	1.460,00 €	1.460,00 €
TOTAL ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN			72.589,00 €

Capítulo XII: Fontanería

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Conexión a la red general del polígono e instalación de caja para contador según normativa					1	410,00 €	410,00 €
Instalación general de fontanería, alimentación y desagües. Alimentación con tubería de polipropileno y desagües con PVC					1	3.000,00 €	3.000,00 €
Inodoros con cisterna baja de porcelana blanca vitrificada, modelo dama de Roca o equivalente, llave de corte, instalado, suministro y colocación					4	175,00 €	700,00 €
Inodoros con fluxor de porcelana blanca vitrificada, modelo dama de Roca o equivalente, llave de corte, instalado, suministro y colocación					2	195,00 €	390,00 €
Lavabos de loza blanca vitrificada, con pedestal, modelo dama de Roca o equivalente, grifería monomando, alimentación y desagües e instalados					8	130,00 €	1.040,00 €
Plato de ducha de 60x60 cm, de loza blanca vitrificada, grifería con mezclador totalmente instalado					6	150,00 €	900,00 €
Tuberías de diferentes diámetros, colectores y paramenta especial					1	1.900,00 €	1.900,00 €
Válvula tres vías motorizada					6	65,00 €	390,00 €
TOTAL FONTANERÍA							8.730,00 €

Capítulo XIII: ACS

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Captador solar térmico de tubos de vacío. Instalación, sujección y montaje					8	525,00 €	4.200,00 €
Bomba de recirculación. Instalación y comprobación de funcionamiento					1	487,00 €	487,00 €
Acumulador ACS 300 litros y 8 bar de presión máxima de trabajo					2	1.430,00 €	2.860,00 €
Purgador automático					2	45,00 €	90,00 €
Vaso de expansión					1	37,00 €	37,00 €
Sonda temperatura					2	41,00 €	82,00 €
Tubería diferentes diámetros cobre					57	14,00 €	798,00 €
Caldera apoyo gas					1	1.450,00 €	1.450,00 €
TOTAL ACS							10.004,00 €

Capítulo XIV: Saneamiento

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Canalizaciones PVC diferentes diámetros para aguas residuales					86	8,00 €	688,00 €
Canalización PVC diámetro 110 para bajante grapada a la pared y colectores incluso parte proporcional de unión a la emboquilladura y conexión a la arqueta					36	13,00 €	468,00 €
Canalización PVC diámetro 125 para colectores incluso parte proporcional de unión a la emboquilladura y conexión a la arqueta					16	16,00 €	256,00 €
Arqueta de 50x50 cm, con tapa de fundición					8	92,00 €	736,00 €
Bajante de PVC de 90 mm, grapada a la pared incluso parte proporcional de unión a la emboquilladura y conexión a la arqueta de pluviales	10	6			60	11,00 €	660,00 €
Canalización de PVC de 110 mm, incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales					35	12,00 €	420,00 €
Canalización de PVC de 125 mm, incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales					25	14,00 €	350,00 €

Canalización de PVC de 160 mm,incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales	45	16,00 €	720,00 €
Canalización de PVC de 200 mm,incluso apertura y hormigonado del perímetro del tubo para colector de pluviales	55	18,00 €	990,00 €
Arqueta de 60x60 cm, con tapa de fundición de rejilla para pluviales	15	98,00 €	1.470,00 €
Conexión al alcantarillado de la red de pluviales y residuales pública y pozo de registro con tapa de fundición	1	900,00 €	900,00 €
TOTAL SANEAMIENTO			7.658,00 €

Capítulo XV: Neumática

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Compresor de aire alternativo con depósito incorporado montado e instalado					1	5.600,00 €	5.600,00 €
Aftercooler instalado próximo al compresor para eliminar condensaciones					1	210,00 €	210,00 €
Deshumidificador para retirar la condensación					1	190,00 €	190,00 €
Tubería de acero estirado sin soldadura instalado. Incluye paramenta especial					154	89,00 €	13.706,00 €
Puntos de suministro. Incluye filtro regulador y lubricador					7	315,00 €	2.205,00 €
TOTAL NEUMÁTICA							21.911,00 €

Capítulo XVI: Seguridad y salud

Concepto	N.U	L	A	Al	Uds	PU(€)	Importe(€)
Medidas para seguridad y salud en la ejecución de las obras según detalla el documento Estudio de Seguridad y Salud en las Obras					1	24.200,00 €	24.200,00 €
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD							24.200,00 €

RESUMEN CAPÍTULOS

TOTAL MOVIMIENTO TIERRAS	107.541,41 €
TOTAL CIMENTACIÓN	32.058,89 €
TOTAL ESTRUCTURA	132.696,68 €
TOTAL CUBIERTA Y CERRAMIENTOS	152.880,00 €
TOTAL RELLENO	75.600,00 €
TOTAL URBANIZACIÓN	32.850,00 €
TOTAL PINTURA Y REVESTIMIENTOS	11.217,25 €
TOTAL ALBAÑILERÍA	12.034,00 €
TOTAL REVESTIMIENTOS	25.456,00 €
TOTAL CARPINTERÍA	15.707,00 €
TOTAL ELECTRICIDAD E ILUMINACIÓN	72.589,00 €
TOTAL FONTANERÍA	8.730,00 €
TOTAL ACS	10.004,00 €
TOTAL SANEAMIENTO	7.658,00 €
TOTAL NEUMÁTICA	21.911,00 €
TOTAL SEGURIDAD Y SALUD	24.200,00 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN MATERIAL	743.133,23 €

El presente Presupuesto de Ejecución Material (PEM) asciende a la cantidad de SETECIENTOS CUARENTA Y TRES MIL CIENTO TREINTA Y TRES EUROS CON VEINTE TRES CÉNTIMOS (743.133,23 €)

13% GASTOS GENERALES	96.607,32 €
6% BENEFICIO INDUSTRIAL	44.587,99 €
IMPORTE DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	884.328,54 €
21% IVA	185.708,99 €
IMPORTE BASE DE LICITACIÓN	1.070.037,54 €

El presente Presupuesto de Base de Licitación (PBL) asciende a la cantidad de UN MILLÓN SETENTA MIL TREINTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS (1.070.037,54 €)