



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación :

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL ELÉCTRICO

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

Iván Bienzobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

INDICE DE DOCUMENTOS

Iván Bienzobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



1. MEMORIA

1.1. INTRODUCCIÓN	1.4
1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	1.4
1.1.2 NORMATIVA VIGENTE.....	1.4
1.2. DATOS DE PARTIDA	1.5-1.8
1.2.1 INTRODUCCIÓN	1.5
1.2.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA	1.5
1.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE	1.5-1.6
1.2.4 TIPO DE LOCAL SEGÚN R.E.B.T.	1.7
1.2.5 RELACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA	1.7-1.8
1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN.....	1.9-1.10
1.3.1 INTRODUCCIÓN	1.9
1.3.2 TIPOS DE ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	1.9
1.3.3 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.10
1.4. ILUMINACIÓN.....	1.11-1.29
1.4.1 INTRODUCCIÓN	1.11
1.4.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS.....	1.11-1.12
1.4.3 LÁMPARAS.....	1.12-1.17
1.4.4 LUMINARIAS	1.17-1.19
1.4.5 CALCULO DEL ALUMBRADO INTERIOR	1.20-1.23
1.4.6 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.24-1.25
1.4.7 ALUMBRADOS ESPECIALES	1.26-1.27
1.4.8 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.27-1.29
1.5. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN..	1.30-1.39
1.5.1 INTRODUCCIÓN	1.30
1.5.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CABLES	1.30-1.31
1.5.3 PRESCRIPCIONES GENERALES	1.31-1.32
1.5.4 SISTEMAS DE INSTALACIÓN	1.33-1.34
1.5.5 RECEPTORES	1.34-1.35
1.5.6 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES.....	1.35-1.36
1.5.7 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE.....	1.36
1.5.8 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO.....	1.37
1.5.9 SOLUCIONES ADOPTADAS	1.37-1.39
1.6. TOMAS DE CORRIENTE	1.40-1.41
1.6.1 INTRODUCCIÓN	1.40
1.6.2 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE	1.40
1.6.3 SITUACIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE	1.41
1.7. PROTECCION EN BAJA TENSION	1.42-1.49
1.7.1 INTRODUCCIÓN	1.42
1.7.2 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	1.42-1.46
1.7.3 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS	1.46-1.49
1.7.4 SOLUCION ADOPTADA	1.49
1.8. DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	1.50-1.63



1.8.1 CUADRO GENERAL CENTRO DE TRANSFORMACION	1.50
1.8.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	1.50-1.52
1.8.3 CUADRO AUXILIAR 1	1.52-1.53
1.8.4 CUADRO AUXILIAR 2	1.54
1.8.5 CUADRO AUXILIAR 3	1.55
1.8.6 CUADRO AUXILIAR 4	1.56-1.57
1.8.7 CUADRO AUXILIAR 5	1.57-1.58
1.8.8 CUADRO AUXILIAR 6	1.58-1.59
1.8.9 CUADRO AUXILIAR 7	1.59-1.60
1.8.10 PROTECCIÓN DIFERENCIAL	1.61-1.62
1.8.11 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.....	1.62-1.63
1.9. PUESTAS A TIERRA	1.64-1.66
1.9.1 OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA	1.64
1.9.2 DEFINICIÓN.....	1.64
1.9.3 PARTES QUE COMPRENDEN LAS PUESTAS A TIERRA	1.64-1.65
1.9.4 ELEMENTOS QUE CONECTAMOS	1.65-1.66
1.9.5 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.66
1.10. PARARRAYOS	1.67-1.71
1.10.1 OBJETO DE LA INSTALACION DE PARARRAYOS.....	1.67-1.68
1.10.2 NECESIDAD DE INSTALACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION CONTRA EL RAYO.....	1.68
1.10.3 TIPOS DE SISTEMAS DE PROTECCION EXTERNA CONTRA EL RAYO	1.69
1.10.4 PARTES QUE COMPRENDEN LA INSTALACION DE PARARRAYOS	1.69-1.70
1.10.5 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.70-1.71
1.11. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	1.72-1.74
1.11.1 GENERALIDADES	1.72
1.11.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA	1.72
1.11.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR	1.72-1.73
1.11.4 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.73-1.74
1.12. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	1.75-1.86
1.12.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	1.75
1.12.2 EMPLAZAMIENTO.....	1.75
1.12.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1.75-1.76
1.12.4 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN kVA	1.76
1.12.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	1.76-1.86
1.13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	1.87



2. CALCULOS

2.1. ILUMINACIÓN.....	2.4-2.11
2.1.1 INTRODUCCIÓN	2.4
2.1.2 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR	2.4-2.10
2.1.3 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	2.10-2.11
2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	2.12-2.15
2.2.1 INTRODUCCIÓN	2.12
2.2.2 INTENSIDADES DE LOS CUADROS AUXILIARES.....	2.12-2.15
2.2.3 INTENSIDADES EN EL CUADRO GENERAL.....	2.15
2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN.....	2.16-2.20
2.3.1 INTRODUCCIÓN	2.16
2.3.2 INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ADJUNTAS	2.16
2.3.3 ACOMETIDA. TRANSFORMADOR. C.G.D.	2.17
2.3.4 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES	2.17-2.19
2.3.5 CANALIZACIONES.....	2.19-2.20
2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	2.21-2.24
2.4.1 INTRODUCCIÓN	2.21
2.4.2 PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO	2.21
2.4.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.....	2.21
2.4.4 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL C.G.D.....	2.22
2.4.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LAS LÍNEAS	2.22-2.24
2.5. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA	2.25-2.26
2.5.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A INSTALAR.....	2.25
2.5.2 SOLUCIÓN ADOPTADA	2.25-26
2.5.3 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN A LA BATERÍA	2.26
2.5.4 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA.....	2.26
2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	2.27-2.28
2.6.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO	2.27
2.6.2 ELECTRODO.....	2.27-2.28



2.7. PARARRAYOS.....	2.29-2.33
2.7.1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION	2.29-2.31
2.7.2 TIPO DE INSTALACION EXIGIDO.....	2.31
2.7.3 ELECCION DE COMPONENTES Y SITUACION	2.31
2.7.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE LAS BAJANTES.....	2.32
2.7.5 SOLUCIÓN ADOPTADA	2.32-2.33
2.8. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	2.34-2.48
2.8.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN	2.34
2.8.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	2.34
2.8.3 CORTOCIRCUITOS.....	2.35-2.36
2.8.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	2.36-2.39
2.8.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN	2.39
2.8.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.....	2.40
2.8.7 DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	2.41
2.8.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	2.41-2.48



3. PLANOS

Nº DE PLANO	DESCRIPCION PLANO
1	PLANO DE SITUACION MUNICIPIO
1.1	PLANO DE SITUACION POLIGONO
1.2	PLANO DE SITUACION PARCELA
2	VISTA NAVE EN 3D
3	CENTRO DE TRANSFORMACION
3.1	ESQUEMA UNIFILAR CENTRO DE TRANSFORMACION
4	PLANTA NAVE
5	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION
5.1	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 1
5.2	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 2
5.3	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 3
5.4	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 4
5.5	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 5
5.6	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 6
5.7	ESQUEMA UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 7
6	CANALIZACIONES DE LA MAQUINARIA
7	ILUMINACION DE LA NAVE
8	TOMAS DE CORRIENTE E ILUMINACION DE EMERGENCIA DE LA NAVE
9	PUESTA A TIERRA CENTRO DE TRANSFORMACION
10	PUESTA A TIERRA DE LA NAVE
11	INSTALACIÓN DE PARARRAYOS



4. PLIEGO DE CONDICIONES

4.1. INTRODUCCIÓN	4.4
4.1.1 OBJETO.....	4.4
4.1.2 CAMPO DE APLICACIÓN.....	4.4
4.2. DISPOSICIONES GENERALES	4.5-4.6
4.2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS	4.5
4.2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO	4.5
4.2.3 SEGURIDAD PÚBLICA	4.6
4.3. CONDICIONES TÉCNICAS	4.7
4.3.1 MATERIALES	4.7
4.4. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.....	4.8-4.10
4.4.1 GENERAL.....	4.8
4.4.2 REQUISITOS PREVIOS	4.8
4.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	4.8
4.4.4 RECEPCION DE LOS MATERIALES	4.9
4.4.5 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES	4.9
4.4.6 ORGANIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	4.9
4.4.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	4.9
4.4.8 NECESIDADES DE ESPACIO	4.10
4.5. CRITERIOS DE MEDICIONES	4.11-4.12
4.5.1 MAQUINARIA EN GENERAL	4.11
4.5.2 TUBERIAS	4.11
4.5.3 LINEAS ELECTRICAS	4.11
4.5.4 CUADRO GENERAL Y AUXILIARES	4.12
4.5.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	4.12
4.5.6 APARATOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.....	4.12
4.6. CONTROL DE CALIDAD	4.13-4.14
4.6.1 ALCANCE.....	4.13
4.6.2 NIVEL DE CONTROL	4.13
4.6.3 CONTROL DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES.....	4.13
4.6.4 CONTROL DE EJECUCIÓN	4.13
4.6.5 CONTROL DE LAS PRUEBAS.....	4.14
4.7. PRUEBAS Y RECEPCIÓN	4.15-4.16
4.7.1 GENERALIDADES	4.15
4.7.2 PRUEBAS PARCIALES.....	4.15
4.7.3 PRUEBAS FINALES	4.15
4.7.4 PRUEBAS ELÉCTRICAS	4.15
4.7.5 RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	4.15-4.16
4.7.6 RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	4.16



4.8. LEGISLACION	4.17-4.19
4.8.1 JURISDICCION	4.17
4.8.2 ACCIDENTES DE TRAAJO Y DAÑOS A TERCEROS	4.17-4.18
4.8.3 PAGO DE ARBITRIOS	4.18
4.8.4 CAUSAS DE RESCISION DEL CONTRATO	4.18-4.19



5. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

5.1. INTRODUCCIÓN	5.4
5.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	5.5
5.3. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	5.6
5.4. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD.....	5.7-5.8
5.5. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	5.9
5.6. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	5.10
5.7. DATOS GENERALES	5.11
5.7.1 TIPO DE TRABAJO	5.11
5.7.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES	5.11
5.7.3 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	5.11
5.5.8. ANALISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS....	5.12-5.21
5.8.1 RIESGOS GENERALES	5.12
5.8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS	5.13-5.16
5.8.2.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRAS	5.13-5.14
5.8.2.2 MAQUINARIA HERRAMIENTA	5.14-5.16
5.8.3 RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS	5.16-5.21
5.8.3.1 TRANSPORTE DE MATERIAL.....	5.16-5.17
5.8.3.2 CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL.....	5.17
5.8.3.3 TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS ...	5.18-5.19
5.8.3.4 MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES.....	5.20-5.21
5.8.4 RIESGOS LABORALES AJENOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	5.21
5.9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	5.22-5.23
5.10. ROPA DE TRABAJO	5.24
5.11. FORMACIÓN.....	5.25
5.12. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	5.26
5.13. HIGIENE Y BIENESTAR.....	5.27



5.14. OBLIGACIONES	5.28-5.30
5.14.1 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	5.28
5.14.2 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA.....	5.28-5.29
5.14.3 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS	5.29-5.30
5.15. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	5.31
5.16. INCIDENCIAS.....	5.32
5.16.1 LIBRO DE INCIDENCIAS.....	5.32
5.16.2 PARALIZACION DE LOS TRABAJOS.....	5.32



6. PRESUPUESTO

6.1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	6.3-6.22
6.1.1 CAPITULO 1: TOMATIERRAS	6.4
6.1.2 CAPITULO 2: CENTRO DE TRANSFORMACION	6.5-6.6
6.1.3 CAPITULO 3: INSTALACION DE PARARRAYOS	6.7
6.1.4 CAPITULO 4: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION	6.8
6.1.5 CAPITULO 5: CUADRO DE COMPENSACION DE FACTOR DE POTENCIA	6.9
6.1.6 CAPITULO 6: CUADRO AUXILIAR 1 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.10-6.11
6.1.7 CAPITULO 7: CUADRO AUXILIAR 2 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.12-6.13
6.1.8 CAPITULO 8: CUADRO AUXILIAR 3 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.14-6.15
6.1.9 CAPITULO 9: CUADRO AUXILIAR 4 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.16-6.17
6.1.10 CAPITULO 10: CUADRO AUXILIAR 5, CONEXIONES A RECEPTORES E ILUMINACION DE NAVE	6.18
6.1.11 CAPITULO 11: CUADRO AUXILIAR 6 E INSTALACION ELECTRICA DE VESTUARIOS Y ALMACEN.....	6.19
6.1.12 CAPITULO 12: CUADRO AUXILIAR 7 E INSTALACION ELECTRICA DE OFICINAS.....	6.20
6.1.13 CAPITULO 13: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD...	6.21
 6.2. RESUMEN DE MEDICIONES.....	6.22
 6.3. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	6.23



7. BIBLIOGRAFIA

7.1. LIBROS	7.3
7.2. NORMATIVA	7.4-7.5
7.2.1 ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD	7.4
7.2.2 CENTRO DE TRANSFORMACION	7.4
7.2.3 INSTALACION ELECTRICA NAVE	7.5
7.3. CATALOGOS.....	7.6
7.4. ARTICULOS TECNICOS.....	7.7
7.5. INTERNET.....	7.8

Corella, 29 Abril de 2.010
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Iván Bienzobas Rupérez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

1. MEMORIA

Iván Biezobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



INDICE:

1.1. INTRODUCCIÓN	1.4
1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	1.4
1.1.2 NORMATIVA VIGENTE.....	1.4
1.2. DATOS DE PARTIDA	1.5-1.8
1.2.1 INTRODUCCIÓN	1.5
1.2.2 SUMINISTRO DE ENERGÍA	1.5
1.2.3 DESCRIPCIÓN DE LA NAVE	1.5-1.6
1.2.4 TIPO DE LOCAL SEGÚN R.E.B.T.	1.7
1.2.5 RELACIÓN DE LA MAQUINARIA INSTALADA	1.7-1.8
1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	1.9-1.10
1.3.1 INTRODUCCIÓN	1.9
1.3.2 TIPOS DE ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN	1.9
1.3.3 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.10
1.4. ILUMINACIÓN.....	1.11-1.29
1.4.1 INTRODUCCIÓN	1.11
1.4.2 CONCEPTOS LUMINOTÉCNICOS.....	1.11-1.12
1.4.3 LÁMPARAS.....	1.12-1.17
1.4.4 LUMINARIAS	1.17-1.19
1.4.5 CALCULO DEL ALUMBRADO INTERIOR	1.20-1.23
1.4.6 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.24-1.25
1.4.7 ALUMBRADOS ESPECIALES	1.26-1.27
1.4.8 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.27-1.29
1.5. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN..	1.30-1.39
1.5.1 INTRODUCCIÓN	1.30
1.5.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CABLES	1.30-1.31
1.5.3 PRESCRIPCIONES GENERALES	1.31-1.32
1.5.4 SISTEMAS DE INSTALACIÓN	1.33-1.34
1.5.5 RECEPTORES	1.34-1.35
1.5.6 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES	1.35-1.36
1.5.7 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL CABLE.....	1.36
1.5.8 NORMAS PARA LA ELECCIÓN DEL TUBO	1.37
1.5.9 SOLUCIONES ADOPTADAS	1.37-1.39
1.6. TOMAS DE CORRIENTE	1.40-1.41
1.6.1 INTRODUCCIÓN	1.40
1.6.2 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE	1.40
1.6.3 SITUACIÓN DE LAS TOMAS DE CORRIENTE	1.41
1.7. PROTECCION EN BAJA TENSION	1.42-1.49
1.7.1 INTRODUCCIÓN	1.42
1.7.2 PROTECCIÓN DE LAS INSTALACIONES	1.42-1.46
1.7.3 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS	1.46-1.49
1.7.4 SOLUCION ADOPTADA	1.49



1.8. DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	1.50-1.63
1.8.1 CUADRO GENERAL CENTRO DE TRANSFORMACION	1.50
1.8.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	1.50-1.52
1.8.3 CUADRO AUXILIAR 1	1.52-1.53
1.8.4 CUADRO AUXILIAR 2	1.54
1.8.5 CUADRO AUXILIAR 3	1.55
1.8.6 CUADRO AUXILIAR 4	1.56-1.57
1.8.7 CUADRO AUXILIAR 5	1.57-1.58
1.8.8 CUADRO AUXILIAR 6	1.58-1.59
1.8.9 CUADRO AUXILIAR 7	1.59-1.60
1.8.10 PROTECCIÓN DIFERENCIAL	1.61-1.62
1.8.11 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS.....	1.62-1.63
1.9. PUESTAS A TIERRA	1.64-1.66
1.9.1 OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA	1.64
1.9.2 DEFINICIÓN.....	1.64
1.9.3 PARTES QUE COMPRENEN LAS PUESTAS A TIERRA	1.64-1.65
1.9.4 ELEMENTOS QUE CONECTAMOS	1.65-1.66
1.9.5 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.66
1.10. PARARRAYOS	1.67-1.71
1.10.1 OBJETO DE LA INSTALACION DE PARARRAYOS.....	1.67-1.68
1.10.2 NECESIDAD DE INSTALACION DE UN SISTEMA DE PROTECCION CONTRA EL RAYO.....	1.68
1.10.3 TIPOS DE SISTEMAS DE PROTECCION EXTERNA CONTRA EL RAYO	1.69
1.10.4 PARTES QUE COMPRENEN LA INSTALACION DE PARARRAYOS	1.69-1.70
1.10.5 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.70-1.71
1.11. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA	1.72-1.74
1.11.1 GENERALIDADES	1.72
1.11.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA	1.72
1.11.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR	1.72-1.73
1.11.4 SOLUCIÓN ADOPTADA	1.73-1.74
1.12. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	1.75-1.86
1.12.1 OBJETO DEL PROYECTO.....	1.75
1.12.2 EMPLAZAMIENTO.....	1.75
1.12.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1.75-1.76
1.12.4 PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN kVA	1.76
1.12.5 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	1.76-1.86
1.13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	1.87



1.1. INTRODUCCIÓN

1.1.1 OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente Proyecto es el de definir las características de la necesaria instalación eléctrica a realizar en el local, exponiendo las condiciones técnicas y de seguridad que deberá reunir la instalación para cumplir la Reglamentación Técnica vigente y especialmente lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIBT del Ministerio de Industria y Energía.

El taller quedará emplazado en la parcela 1446 del polígono industrial “Ombatillo” de Corella. Esta parcela se corresponde con la número 7 1446 1 de los planos de situación, adjuntados en el plano nº1.

Se procederá por tanto, para satisfacer las necesidades citadas, al cálculo de los siguientes apartados:

- Centro de transformación.
- Puesta a tierra.
- Instalación en Baja Tensión (fuerza).
- Alumbrado.

1.1.2 NORMATIVA VIGENTE UTILIZADA EN ESTE PROYECTO

La redacción de este proyecto asimismo como la ejecución de las instalaciones, se realizará de acuerdo con las instrucciones descritas en los reglamentos vigentes en el momento:

- Normas técnicas particulares para instalaciones de la compañía suministradora de energía. (Iberdrola)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión con sus instrucciones complementarias. (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002)
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación. (Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre de 1982)
- Normas Tecnológicas de la edificación para instalaciones eléctricas (NTE-IE).
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, sobre el Código Técnico de la Edificación, y modificaciones en Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero de 2010.

1.2. DATOS DE PARTIDA

1.2.1. INTRODUCCIÓN

Para la realización de cualquier proyecto, se necesitan una serie de datos iniciales, característicos de la instalación. De acuerdo con estos datos, se evaluarán las posibles alternativas que se presenten para resolver el problema y se adoptará la más adecuada en relación con las necesidades del proyecto.

1.2.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA

El polígono industrial donde se sitúa esta nave, se nutre de la energía que le proporciona la red de media tensión de la compañía eléctrica IBERDROLA.

Dicha red posee las siguientes características:

- Corriente Alterna Trifásica a 13200 Voltios.
- Frecuencia de la red de 50 Hz (ciclos por segundo).
- Justificamos aquí la construcción de un centro de transformación, ya que tanto los receptores de fuerza como los de alumbrado, trabajan a 400/230 Voltios.

1.2.3. DESCRIPCIÓN DE LA NAVE

La estructura de la nave es de pórticos de acero laminado a dos aguas. Los cerramientos verticales son de fábrica de ladrillo, recibidos con mortero de cemento y arena. La cubierta de la nave es a dos aguas, de panel de sándwich, con lucernario de poliéster. El suelo del taller es de hormigón en masa con tratamiento superficial antipolvo a base de cuarzo.

Adosada a la nave del taller se encuentra otra pequeña superficie de 2 plantas. En la planta baja existe una sala para el almacenaje, la cual esta comunicada con el taller, y una zona de vestuarios igualmente comunicada con el taller. En la primera planta están situadas las oficinas.

A continuación se detallan las diferentes partes de la nave:

- a) Nave propiamente dicha: ($\approx 850 \text{ m}^2$)

Es la parte fundamental de esta industria. La actividad del taller está destinada a la propia de un taller de carpintería y estructuras metálicas, con corte, manipulación y soldadura de elementos metálicos.

En la zona exterior se dispone de una zona para el pintado de elementos metálicos, con el compresor en la zona interior de la nave.

b) Planta Baja: ($\approx 90 \text{ m}^2$)

Consta de las siguientes zonas:

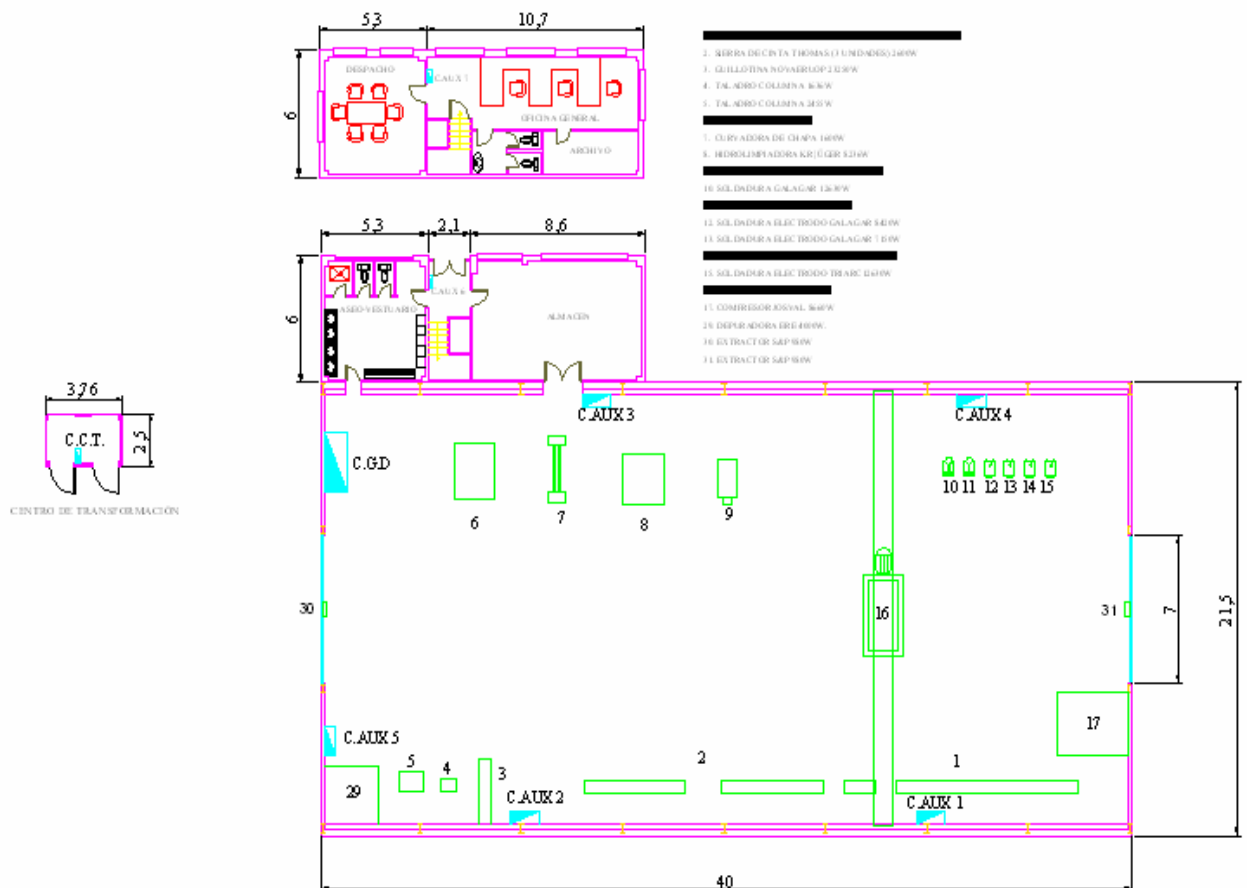
- Aseos y vestuarios.
- Entrada y pasillo.
- Almacén

c) Primera Planta: (90 m^2):

Se compone de:

- Despacho.
- Oficinas generales.
- Archivo.
- Aseos de caballeros/ señoras.
- Recepción, pasillo y escaleras.

Vista en planta de la Nave Industrial:



1.2.4 TIPO DE LOCAL SEGÚN EL R.E.B.T.

Según el ITC 28 del R.E.B.T. consideraremos como local de pública concurrencia a los locales en los que se den las siguientes circunstancias en locales de reunión o trabajo, en el caso que nos compete:

- Si la ocupación prevista es de más de 50 personas en oficinas. La ocupación prevista se calculará como 1 persona por cada 0,8 m² de superficie útil, excluyendo pasillos, repartidores, vestíbulos y servicios

En el caso de nuestra oficina, tenemos aproximadamente 90 m², con lo que la ocupación prevista es mayor de 50 personas, con lo cual consideraremos la oficina como local de pública concurrencia, aplicándole todas las prescripciones que indica la ITC 28.

Los baños y el almacén no deberán cumplir ninguna normativa especial referente a locales de pública concurrencia, ni locales con riesgo de incendio o explosión.

El taller si tendrá consideración como local polvoriento sin riesgo de incendio o explosión. Para solucionar este problema además de aplicar las prescripciones de la ITC 30, se colocaran dos extractores en las entradas del taller. No consideramos como local con riesgo de explosión debido a que no se asimila a las características de ningún emplazamiento de los estipulados en la ITC 29, ni de clase I ni clase II.

1.2.5 RELACION DE LA MAQUINARIA INSTALADA

A continuación se expone la relación de receptores de fuerza existentes en nuestra industria:

NUMERO	TIPO DE MAQUINA:	Unidades	Potencia absorbida	Cosφ
1	Tronzadora de disco/ Bancada tronzadora	1	7600W	0,8
2	Sierra de cinta Thomas	3	2600W	0,8
3	Guillotina Novaeruop	1	23250W	0,8
4	Taladro Columna	1	1636W	0,85
5	Taladro Columna	1	2455W	0,85
6	Sierra de arco	1	1818W	0,8
7	Curvadora de chapa	1	1600W	0,8
8	Hidrolimpiadora Krüger	1	8236W	0,87



9	Cortadora de Plasma Gala	1	23160W	0,8
10	Soldadura Galagar	1	12630W	0,8
11	Soldadura Galagar	1	10520W	0,8
12	Soldadura Electrodo Galagar	1	8420W	0,8
13	Soldadura Electrodo Galagar	1	7150W	0,8
14	Soldadura Electrodo Triarc	1	12630W	0,8
15	Soldadura Electrodo Triarc	1	12630W	0,8
16	Puente Grúa Jaso	1	7000W	0,85
17	Compresor Josval	1	8660W	0,87
18	Esmeril columna	1	1636W	0,8
19	Atornillador Hilti	1	1110W	0,8
20	Atornillador Bosch	1	1330W	0,85
21	Atornillador Hilti	6	6670W	0,8
22	Taladro Hormigón AEG	1	1330W	0,85
23	Taladro hormigón Hilti	4	5330W	0,85
24	Taladro hormigón Bosch	2	2000W	0,8
25	Taladro de mano broca hierro Hilti	5	3330 W	0,8
26	Tronzadora Abrasiva Tas Cutting	1	4000W	0,8
27	Esmeril manual Bosch-Aeg	1	1670W	0,8
28	Deposito y grupo de presión Grundfos	1	1180W	0,8
29	Depuradora Ere	1	4000W	0,85
30	Extractor S&P	1	980W	0,9
31	Extractor S&P	1	980W	0,9

1.3. ESQUEMA DE DISTRIBUCIÓN

1.3.1 INTRODUCCION

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobrecorrientes, así como de las especificaciones de la aparatada encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado.

Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de distribución o de la alimentación, por un lado, y de las masas de la instalación receptora, por otro.

1.3.2 TIPOS DE ESQUEMAS DE DISTRIBUCION

Tenemos tres tipos de esquemas de distribución:

1) Esquema TN:

En los esquemas TN el neutro o compensador se conecta directamente a tierra y a las masas de la instalación receptora mediante conductores de protección.

En estos tipos de esquema cualquier intensidad de defecto franco fase-masa es una intensidad de cortocircuito.

2) Esquema TT:

En los esquemas TT el neutro o compensador se conecta directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación.

En estos tipos de esquema las intensidades de defecto fase-masa o fase-tierra pueden tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero pueden ser suficientes para provocar la aparición de tensiones peligrosas.

3) Esquema IT:

En los esquemas IT no tienen ningún punto de la alimentación conectado directamente a tierra, sino que se conectan a través de una impedancia. Con esta impedancia conseguimos limitar el valor de la corriente de defecto. Las masas de la instalación receptora están puestas directamente a tierra.

En estos tipos de esquema, la intensidad resultante de un primer defecto fase-masa o fase-tierra, tiene un valor lo suficientemente reducido como para no provocar la aparición de tensiones de contacto peligrosas.



1.3.3 SOLUCION ADOPTADA

La solución más correcta técnica y segura es el esquema IT, pero los problemas que presenta a la hora de realizar un cambio o ampliación de la instalación nos hacen desechar esta opción.

Las otras dos opciones, esquema TT y TN, son prácticamente iguales y a la hora de decantarnos por una de ellas elegimos el esquema TT ya que es la solución más empleada en este tipo de instalaciones.



1.4. ILUMINACIÓN:

1.4.1 INTRODUCCION

La iluminación ocupa un capítulo importante en las sucesivas partes del proceso productivo de cualquier industria, por lo que no tiene ningún sentido proyectar iluminaciones bajas o deficientes, sobre todo teniendo en cuenta que con un adecuado nivel de iluminación los operarios trabajan de forma más confortable, traduciéndose esto en un factor de productividad y rendimiento, aumentando así la calidad y cantidad del elemento producido. Además una buena iluminación hace reducir la fatiga, mejorando las condiciones de trabajo de los operarios, de esta forma se ayuda a evitar que se produzcan accidentes, traduciéndose esto en un factor de seguridad en el trabajo. Consideraciones a tener en cuenta a la hora de iluminar una industria:

- Suministrar la cantidad de luz suficiente.
- Eliminar todas las posibles causas de deslumbramientos.
- Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada tipo de trabajo.
- Utilizar los aparatos adecuados a cada tipo de local.
- Usar fuentes luminosas que aseguren, para cada caso, una satisfactoria distribución de los colores.

Es fundamental conocer una serie de conceptos luminotécnicos, lámparas y luminarias para poder plasmar la mejor solución a cada caso concreto.

1.4.2 CONCEPTOS LUMINOTECNICOS

Debemos tener en cuenta también, unos conceptos básicos sobre luminotecnia, estos son:

- *Eficacia luminosa (rendimiento luminoso)*: Es la relación entre el flujo emitido por la fuente y la potencia empleada para obtener tal flujo, con ella se puede evaluar el ahorro de energía que puede dar una lámpara con respecto a otra. Su unidad de medida es el lumen por vatio (lm/W). Valores indicativos del rendimiento luminoso de algunos tipos de lámpara son:

Incandescente estándar (40 W): 11 lm/W

Fluorescente (40W): 80 lm/W

Mercurio alta presión (400W): 58 lm/W

Halogenuros metálicos (360W): 78 lm/W

Sodio alta presión (400 W): 120 lm/W

Sodio baja presión (180 W): 175 lm/W

- *Temperatura de color*: La temperatura de color de una fuente de luz es la correspondiente a la temperatura del “cuerpo negro” que presenta el mismo color de la fuente. Su unidad de medida es el grado Kelvin (°K). Se puede decir que la temperatura es un elemento de elección cualitativa de una lámpara, así como el flujo es un elemento cuantitativo.

La Comisión Electrónica Internacional (CEI) con fines prácticos de aplicación ha sugerido la siguiente clasificación, en cuanto a correspondencia entre la apariencia de color y la temperatura de color de las lámparas:

- Blanco cálido: 3000 °K
- Blanco : 3500 °K
- Blanco frío: 4200 °K
- Luz día: 6500 °K

Ejemplos de distintas temperaturas de color:

- Lámparas incandescentes: 3100 °K (cálida)
- Lámparas halógenas: 3000-3200 °K (cálida)
- Lámparas fluorescentes: 2700-3000 °K (cálida)
- Lámparas fluorescentes: 3800-4200 °K (intermedia)
- Lámparas fluorescentes 6500-7400 °K (fría)
- Lámparas de vapor de mercurio: 3800-4500 °K (intermedia)
- Lámparas de halogenuros metálicos: 4200-6500 °K (fría)
- Lámparas de sodio alta presión: 2200 °K (cálida)
- Lámparas halogenuros + sodio alta presión: 3300-3800 °K (intermedio)

Existe una relación entre la temperatura de color y el nivel de iluminación de una determinada instalación de forma que para tener una sensación visual confortable, a bajas iluminaciones le deben corresponder lámparas con una baja temperatura de color y, a altas iluminaciones, lámparas con una temperatura de color elevada.

• *Reproducción cromática:* Es la capacidad de una fuente de luz de reproducir los colores. Se expresa por un número comprendido entre 0 y 100. Una fuente de luz con $R_a=100$, muestra todos los colores correctamente. Cuanto menor es el índice, peor es la reproducción cromática.

Para estimar la calidad de reproducción cromática de una fuente de luz, se establece la siguiente escala de valores: $R_a < 50$ rendimiento bajo; entre 50 y 80 rendimiento moderado; entre 80 y 90 bueno y, entre 90 y 100, excelente.

1.4.3 LÁMPARAS

Como hemos mencionado anteriormente el abanico de lámparas y equipos auxiliares es amplísimo. Trataremos de dar un repaso general a todos los tipos de lámparas.

• *Lámparas incandescentes:*

La luz se genera como consecuencia del paso de una corriente eléctrica a través de un filamento conductor, que calentado al rojo, produce luz por efecto de la termorradiación.

Características básicas: El índice de rendimiento de color es 100 y su temperatura de color 2700 °K. Se fabrican en un margen de potencias de 15 a 2000 W aunque la gama más empleada se encuentra entre 25 y 200 W.

- *Lámparas halógenas:*

Esencialmente son lámparas incandescentes, a las que se le añade al gas de la ampolla una débil cantidad de un elemento químico de la familia de los halógenos (flúor, cloro, bromo, yodo) con el objeto de crear, por reacción química, un ciclo de regeneración del wolframio; así, se evita el problema que presentan las incandescentes convencionales, que pierden parte de su flujo luminoso con el paso del tiempo.

Características básicas: Las principales ventajas de estas lámparas, respecto a las estándar son: mayor vida media (unas 2000 horas), mejora la eficacia luminosa, un factor de conservación más elevado (95%), dimensiones más reducidas, temperatura de color superior y estable a lo largo de su vida, lámparas compactas, de alta luminancia.

La temperatura de color varía, según los tipos, entre 2800 y 3200 °K. Su apariencia, por tanto, es menos cálida que la de las incandescentes con una mejor reproducción de los colores fríos (azules).

Son muy sensibles a las variaciones de tensión de alimentación.

- *Lámparas fluorescentes o lámparas de descarga de mercurio a baja presión:*

Constan de un tubo de vidrio lleno de gas inerte y una pequeña cantidad de mercurio, inicialmente en forma líquida, y en cada uno de sus extremos va alojado un electrodo sellado herméticamente. Su funcionamiento se basa en la descarga de vapor de mercurio a baja presión.

Características básicas: Con un periodo de funcionamiento de 3 horas por encendido, la duración útil de las lámparas se estima entre 5000 y 7000 horas, según los tipos. Para un tiempo de 6 horas, ésta aumenta en un 25 % y si fuera de 12 horas llegaría a aumentar en un 50 %.

Los tonos de color varían en función de las sustancias fluorescentes empleadas. Según la temperatura de color pueden ser: cálidas (< 3000 °K), intermedias (3300 – 5000 °K) y frías (>5000 °K).

- *Lámparas fluorescentes compactas:*

Concebidas para sustituir a las lámparas incandescentes; existen diferentes soluciones.

Características básicas: Consumen tan sólo un 25 % de la energía de una lámpara incandescente, tiene una duración 5 veces superior a una lámpara incandescente, temperatura de color de 2700 °K muy próxima a la de la lámpara incandescente y un buen rendimiento de color (80).

- *Lámparas de vapor de mercurio a alta presión:*

El funcionamiento de este tipo de lámparas es el siguiente: se conecta la lámpara, se aplica una diferencia de potencial y a través del argón salta un pequeño arco. El calor generado vaporiza el mercurio permitiendo el establecimiento del arco entre los dos electrodos principales.

Características básicas: La luz de estas lámparas presenta muy mala reproducción cromática por lo que la ampolla se recubre de sustancias que aprovechan las radiaciones ultravioleta y, por el efecto fluorescente, emiten radiaciones rojas que completan su distribución espectral (a este tipo de lámparas se les denomina de color corregido).

El rendimiento es muy superior a las lámparas incandescentes (varía entre 40–60 lm/W).

Tienen una temperatura de color de 3800- 4500 °K funcionando en condiciones normales y un rendimiento de color de 40-45. Las de color corregido 3300 °K y Ra 52.

Durante el período de arranque absorben una corriente del 150 % del valor nominal. La vida media de estas lámparas es de unas 2500 horas.

Las de ampolla clara se emplean en casos muy especiales como alumbrados de jardines.

Las de color corregido se utilizan cuando no se necesita una buena reproducción cromática como alumbrados industriales y exteriores.

- *Lámparas de luz mezcla:*

La emisión luminosa proviene, simultáneamente, de un tubo de descarga similar a las de vapor de mercurio y de un filamento igual al de las incandescentes.

Características básicas: Su rendimiento de color no es elevado (60), el rendimiento luminoso es 20-60 lm/W, y su vida media considerablemente mayor (8000 horas).

- *Lámparas de halogenuros metálicos:*

Las condiciones de funcionamiento son similares a las de vapor de mercurio. Algunos tipos permiten el reencendido inmediato en caliente mediante el empleo de arrancadores, que producen picos de tensión de 35 a 60 kV.

Características básicas: La temperatura de color es de 6000 °K, su apariencia es fría.

Debido a su elevado rendimiento luminoso (70-90 lm/W) y su buena reproducción cromática tienen gran variedad de aplicaciones, tanto para alumbrados interiores como exteriores.

- *Lámparas de vapor de sodio a baja presión:*

En estas lámparas la descarga eléctrica se produce a través del metal sodio a baja presión; al conectar la lámpara se produce una descarga cuyo calor generado produce la vaporización progresiva del sodio, pasándose a efectuar la descarga a través del mismo.

Características básicas: Son las lámparas de mayor rendimiento (pueden llegar a 200 lm/W). El tiempo de encendido es de unos 15 minutos, pero a los 10 ya se produce el 80 % del flujo nominal. El reencendido necesita de 3 a 7 minutos.

Su vida media es de 1500 horas. Se emplean cuando se precisa gran cantidad de luz sin importar demasiado su calidad (carreteras, alumbrado de seguridad, etc.).

- *Lámparas de vapor de sodio a alta presión + mercurio:*

Desarrolladas con el objeto de mejorar el tono y la reproducción de la luz, ya que su distribución espectral permite distinguir todos los colores de la radiación visible.

Características básicas: Tienen un rendimiento alto (120 lm/W).

La tensión de encendido es de 1.5 a 5 kV, por lo que debe ser proporcionada por un arrancador que puede estar incluido en la lámpara, o bien, ser un elemento totalmente ajeno a la misma.

El tiempo de encendido es corto (a los 4 minutos produce el 80 % del flujo nominal). El reencendido dura menos de un minuto.

Su vida útil es de 8000-12000 horas. La temperatura de color es de 2200 ° K (aparición cálida) y tiene un índice de reproducción cromática de 27.

Se emplean en alumbrado público e industrial de naves altas.

• *Lámparas de inducción:*

Consiste en incidir un campo electromagnético en una atmósfera gaseosa, por medio de una bobina a alta frecuencia, de manera que el campo producido sea capaz de excitar los átomos de mercurio de un plasma de gas. La radiación obtenida es ultravioleta por lo que hay que recubrir la ampolla de la lámpara con una sustancia fluorescente que la transforme en visible.

Características básicas: Su eficacia es de 70 lm/W, con una vida útil de 60000 horas. Existen potencias de 55 y 85 W. Son adecuadas para lugares de difícil acceso para las sustituciones y aplicaciones de largos periodos de funcionamiento.

A continuación podemos ver las ventajas e inconvenientes de cada tipo de lámpara, así como su uso mas frecuente.

Tipo de luminaria	Ventajas	Inconvenientes	Uso frecuente
LAMPARAS DE INCANDESCENCIA	Buena reproducción cromática Encendido instantáneo Variedad de potencias Bajo coste de adquisición Facilidad de instalación Apariencia de color cálido	Reducida eficacia luminosa Corta duración Elevada emisión de calor	Alumbrado interior Alumbrado de acentuación Casos especiales de muy buena reproducción cromática.
LÁMPARAS HALÓGENAS	Buena reproducción cromática Encendido instantáneo Variedad de tipos Coste de adquisición Facilidad de instalación Elevada intensidad luminosa Apariencia de color cálida	Reducida eficacia luminosa Corta duración Elevada emisión de calor	Alumbrado interior Reduce decoloración (filtro UV) En bajo voltaje, con equipos electrónicos Con reflector dicróico (luz fría) con reflector aluminio (menor carga térmica)
LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES	Buena eficacia luminosa Larga duración Bajo coste de adquisición Variedad de apariencias de color Distribución luminosa	Dificultad de control de temperatura de color en las reposiciones Sin equipos electrónicos puede dar problemas, retardo de estabilización, etc. Dificultad de lograr	Alumbrado interior Con equipos electrónicos: Bajo consumo Aumenta la duración Menor depreciación Ausencia de interferencias



	adecuada para utilización de interiores Posibilidad de buena reproducción de colores Mínima emisión de calor.	contrastes e iluminación de acentuación Forma y tamaño, para algunas aplicaciones	
LÁMPARAS FLUORESCENTES LINEALES CON EQUIPOS ELECTRÓNICOS	Alta eficacia luminosa Larga duración Variedad de tonos y excelente reproducción cromática Mínima emisión de calor Alcanza rápidamente su potencia nominal	Coste de adquisición medio-alto No tiene facilidad de instalación de las de casquillo tipo Edison	Sustitución de incandescentes y vapor de mercurio Sustitución de fluorescentes con equipos convencionales
LÁMPARAS FLUORESCENTES COMPACTAS	Buena eficacia luminosa Larga duración Facilidad de aplicación en iluminación compactas Mínima emisión de calor Variedad de tipos Posibilidad de buena reproducción cromática	Variaciones de flujo con la temperatura Coste de adquisición medio-alto Retardo en alcanzar máximo flujo (> 2 minutos) Acortamiento vida por mínimo de encendidos	Sustitución de lámparas incandescentes Consumo para flujos equivalentes es un 20 % y duran 10 veces más.
LÁMPARAS DE VAPOR DE MERCURIO A ALTA PRESION	Eficacia luminosa Larga duración Flujo luminoso unitario importante en potencias altas Variedad de potencias posibilidad de utilizar a doble nivel	En ocasiones alta radiación UV Flujo luminoso no instantáneo Depreciación del flujo importante	Alumbrado exterior e industrial En aplicaciones especiales con filtros UV Lámparas de color mejorado
LÁMPARAS DE MERCURIO CON HALOGENUROS	Buena eficacia luminosa Duración media Flujo luminoso unitario importante en potencias altas Variedad de potencias Casos de reducidas dimensiones	Alta depreciación del flujo Sensibilidad a variaciones de tensión Requiere equipos especiales para arranque en caliente Flujo luminoso no instantáneo Poca estabilidad de color.	En alumbrado deportivo o monumental Con equipo especial para encendido en caliente
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A BAJA PRESION	Excelente eficacia luminosa	Muy mala reproducción cromática	En alumbrado de seguridad

	Larga duración Reencendidos instantáneos en caliente	Flujo luminoso no instantáneo Sensibilidad a subestaciones	En alumbrado de túneles
LÁMPARAS DE VAPOR DE SODIO A ALTA PRESION	Muy buena eficacia luminosa Larga duración Aceptable rendimiento de color en tipos especiales Poca depreciación de flujo Posibilidad de reducción de flujo	Mala reproducción cromática en versión estándar Estabilización no instantánea En potencias pequeñas gran sensibilidad a sobretensión	En alumbrado exterior En alumbrado interior industrial En alumbrado de túneles

Tabla: Ventajas-Inconvenientes y usos recomendados de los distintos tipos de lámparas.

1.4.4 LUMINARIAS

Las luminarias son los aparatos que distribuyen, filtran o transforman la luz emitida por una o varias lámparas. Contienen todos los accesorios necesarios para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.

Las características mecánicas y eléctricas que deben reunir son: facilidad de montaje, asegurar la conexión eléctrica de la lámpara o lámparas en ella alojadas, proteger eficazmente las lámparas y el equipo eléctrico contra el polvo, la humedad y otros agentes atmosféricos y hacer trabajar a la lámpara en condiciones óptimas de temperatura.

Como características ópticas cabe destacar: reparto luminoso de acuerdo con la función que realiza, limitar las luminancias en determinadas direcciones y conseguir un buen rendimiento luminoso. Por otro lado la eficiencia de una luminaria en una aplicación concreta (respecto al control y distribución del flujo luminoso) se cuantifica por su “factor de utilización”. Además, se han de considerar otras posibilidades como su grado de limitación de deslumbramiento, depreciación debida a la acumulación del polvo y la suciedad o la decoloración de sus materiales (mantenimiento), facilidad de limpieza y de recambio de lámparas, posibilidad de montaje, etc.

En cuanto al rendimiento luminoso, se determina por la relación entre el flujo luminoso que sale de la luminaria, medido bajo condiciones prácticas de trabajo, y al flujo de la lámpara o lámparas funcionando fuera de ella en condiciones especificadas. Este rendimiento total se descompone en dos, el rendimiento en el hemisferio superior y hacia abajo.

El factor de utilización es la relación existente entre la iluminancia media en el plano de trabajo y el flujo luminoso instalado por metro cuadrado. En interiores, las características geométricas del local y el color de sus paredes tienen gran importancia. Cuanto más claras son las superficies más altas son sus reflectancias y por tanto la potencia instalada será menor que si fuesen oscuras.



El factor de mantenimiento es la relación entre la iluminancia en el plano de trabajo después de un periodo determinado de uso de la instalación y la iluminancia media obtenida al empezar a funcionar como nueva. La iluminancia decrece a lo largo del tiempo fundamentalmente por el envejecimiento de las lámparas, depósitos de suciedad en estas y en las luminarias y la reducción de las reflectancias en las superficies del local debida a suciedad.

El sistema óptico de una luminaria es el encargado de controlar, dirigir y distribuir la luz de forma establecida y adecuada. Abarcan desde los que difunden la luz emitida por la lámpara para obtener una distribución más o menos uniforme en todas direcciones, hasta los que recogen y focalizan dentro de un haz (o haces) que emiten en una o más direcciones bien definidas. El sistema óptico cuenta con uno o más de los siguientes elementos de control:

- Reflectores

Reflectores especulares

- Reflector circular
- Reflector parabólico
- Reflector combinado esférico-parabólico
- Reflector elíptico
- Reflector hiperbólico

Reflectores dispersores

Reflectores difusores

- Refractores

Los refractores son elementos dotados de prismas o lentes que refractan la luz procedente de las lámparas y reflectores de forma que establecen un control de la distribución espacial de las intensidades luminosas y su deslumbramiento, proporcionando buenos rendimientos luminosos y una apariencia distinta a otros sistemas.

- Difusores

Los difusores son elementos que recogen la luz procedente de las lámparas y la reflejada y la difunden prácticamente en todas direcciones.

- Dispositivos de apantallamiento y filtros

En ocasiones se recurre a la técnica del apantallamiento para controlar o dirigir la luz de una luminaria o para ocultar la lámpara de la visión directa, o bien para ambas cosas.

1.4.4.1 CLASIFICACION DE LAS LUMINARIA

En función de sus aplicaciones podemos hacer varias clasificaciones:

- Para alumbrado viario
- Alumbrado deportivo y de grandes áreas
- Alumbrado industrial

Con alturas de montaje inferiores a 6 metros, se emplean luminarias con lámparas fluorescentes provistas de reflector tipo artesa. Por encima de 6 metros, luminarias especiales con lámparas de elevada intensidad (sodio, mercurio, etc.) con sistemas de control del deslumbramiento y nivel de iluminación alto y uniforme. En ambientes polvorientos o húmedos se utilizan luminarias de tipo estanco.

En función de la distribución de la luz se pueden clasificar:

- Simétricas y asimétrica
- Directas e indirectas

En el alumbrado general de interiores las luminarias pueden clasificarse en función del porcentaje del flujo luminoso total emitido por debajo y por encima del plano horizontal que pasa por el eje de la fuente de la luz. Se clasifican en seis tipos distintos, con porcentajes de flujo para los hemisferios superior e inferior: directa (porcentaje de flujo superior 0-10%, inferior 90-100 %), semi-indirecta (10-40 % y 60-90 % respectivamente), general-difusa (40-60 % para ambos hemisferios), directa-indirecta (con iguales valores que la anterior), semi-indirecta (60-90 % y 10-40 %) e indirecta (90-100 % y 0-10 %). Las características de cada tipo de alumbrado son:

Alumbrado directo: es el que presenta mejor rendimiento luminoso en el plano horizontal. Se consigue colocando un material reflector por encima de la lámpara. Se recurre a él siempre que se necesitan altos niveles de iluminación. El principal problema es la proyección de sombras fuertes y duras sobre el plano del trabajo; la iluminación general de paredes y espacio en general es deficiente, y los techos quedan oscuros. Este tipo es totalmente necesario en locales de gran altura.

Alumbrado semi-indirecto: es aconsejable para locales de altura reducida y con techos claros para aprovechar la luz reflejada. Tiene peor rendimiento que el sistema anterior, aunque la componente indirecta reduce en parte los contrastes que produce la directa. Puede ser empleado en oficinas y colegios, ya que la mayor parte del flujo luminoso incide sobre la superficie del trabajo, y las paredes y techos quedan moderadamente iluminados

Alumbrado directo- indirecto y difuso: basado en su totalidad en la reflexión de techos y paredes. Produce una iluminación espacial, con colores claros del local adecuado. Las sombras resultan muy suavizadas y no existen contrastes violentos en ninguna parte del recinto. Para conseguir un mismo nivel de iluminación hay que aumentar considerablemente el número de lámparas respecto a los sistemas anteriores.

Alumbrado semi-indirecto: se consigue una iluminación suave y agradable, con buena uniformidad, resta plasticidad al ambiente pero puede ser interesante en determinadas tareas (por ejemplo, en locales “limpios” como laboratorios, clínicas, etc.). Produce efectos tranquilizantes en el ánimo observador y se evitan deslumbramientos.

Alumbrado indirecto: se consigue una iluminación de calidad, por lo que es recomendable para cualquier tarea, pero dado su bajo rendimiento, se utiliza en pocas ocasiones. Se puede utilizar cuando no son necesarios altos niveles de iluminación, y por los efectos que produce es adecuado para salas de espera, locales de recepción, etc. Los techos y paredes tienen una gran importancia, debiendo ser claros y limpios, tener un acabado mate para que no se reflejen las fuentes de luz, y será necesaria una frecuente renovación del techo para mantener las condiciones originales.

1.4.5 CALCULO DEL ALUMBRADO INTERIOR

Dependiendo del tipo de actividad que se desarrolle, se determinan las fuentes de luz más adecuadas, al sistema de iluminación idóneo, las luminarias más aconsejables, etc. Cuando estos aspectos se han decidido, se realizan los cálculos que determinarán el número de puntos de luz, la potencia de las lámparas y la distribución de las luminarias.

El método que utilizaremos para la elaboración de nuestro proyecto de iluminación es el denominado método de los lúmenes. Este método se basa en el desarrollo de seis puntos fundamentales, éstos son:

- Determinación del nivel de iluminación requerido
- Determinación del coeficiente de utilización
- Cálculo del número de lúmenes totales
- Cálculo del número de lámparas necesarias
- Cálculo de la altura de las lámparas
- Distribución de lámparas y lúmenes
- Fijación del emplazamiento de las lámparas

1. DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE ILUMINACION REQUERIDO

Los niveles recomendados mínimos en función de las diferentes tareas visuales a realizar están ilustrados en tablas. Las tablas las podemos encontrar en cualquier manual de iluminación.

Estas recomendaciones representan valores mínimos en el lugar mismo de la tarea visual de acuerdo con la práctica actual; la total comodidad visual puede exigir niveles muy superiores.

2. DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE UTILIZACIÓN

Como mencionamos anteriormente, el coeficiente de utilización es la relación entre los lúmenes que alcanza el plano de trabajo (ordinariamente se toma como tal un plano horizontal a un metro del suelo) y los lúmenes totales generados por la lámpara.

Es un factor que tiene en cuenta la eficacia y la distribución de la luminaria, su altura de montaje, las dimensiones del local y las reflectancias de las paredes, techo y suelo.

En general, cuanto más alto y estrecho sea el local, mayor será la proporción de luz absorbida por las paredes y más bajo el coeficiente de utilización.

Comenzamos por clasificar el local en función de sus dimensiones. Esta clasificación está tabulada en cualquier manual de iluminación y así, se identifica con una letra a cada local de acuerdo al ancho y al largo de este y a la altura del techo o a la altura del montaje sobre el suelo.

Una vez clasificado nuestro local, elegimos el tipo de iluminación (directa, semi-indirecta, etc.), el factor de mantenimiento, las reflectancias efectivas de techo y paredes (en %) y con todo esto y nuestro índice del local, obtenemos el coeficiente de utilización.

3. CALCULO DEL NÚMERO DE LUMENES TOTALES

El número de lúmenes se calcula multiplicando el nivel de iluminación que hemos decidido para nuestro local por las dimensiones (largo y ancho) de éste y dividiendo por los coeficientes de utilización y mantenimiento.

4. CALCULO DEL NÚMERO DE LAMPARAS NECESARIAS

El número de lámparas necesarias es el resultado que sale de dividir el número de lúmenes totales que necesitamos para iluminar nuestra área de trabajo por el número de lúmenes que nos proporciona el tipo de lámparas que hemos escogido.

5. CALCULO DE LA ALTURA DE LAS LAMPARAS

La altura de suspensión de los aparatos de alumbrado es una característica fundamental de todo proyecto de iluminación interior. Llamaremos:

d = distancia vertical de los aparatos de alumbrado al plano útil de trabajo, situado a un metro.

d' = distancia vertical de los aparatos de alumbrado al techo.

h = altura desde el techo al plano útil de trabajo.

En locales de altura normal, tales como oficinas, habitaciones, servicios, etc., la tendencia actual es a situar los aparatos de alumbrado tan altos como sea posible, lo que disminuye el riesgo de deslumbramiento.

Para iluminación directa, semi-directa, y difusa la relación entre d y h será como mínimo:

$$d = 2/3 h$$

y, siempre que sea posible, se debe procurar que

$$d = 3/4 h$$

o, mejor todavía

$$d = 4/5 h$$

Para iluminación indirecta, la distancia entre los aparatos de alumbrado y el techo, no debe descender por debajo de cierto límite, con objeto de aprovechar la uniformidad del alumbrado.

Generalmente se toma:

$$d' = h/4$$

Cuando los aparatos de alumbrado deban situarse a grandes alturas sobre el plano útil de trabajo, se adopta la altura mínima compatible con las condiciones del local, sin tener en cuenta la altura de los techos.

6. DISTRIBUCION DE LAMPARAS Y LUMENES

La colocación de las luminarias depende de la arquitectura general y dimensiones del edificio, tipo de luminaria, emplazamiento de las salidas de conductores existentes con antelación, etc.

En algunos catálogos nos recomiendan que la separación entre luminarias no sea superior a valores tabulados como $0,7 \times$ altura de montaje; $0,8 \times$ altura de montaje, etc., en función de la luminaria escogida. En la mayoría de los casos es necesario colocar luminarias más próximas que lo que indican dichas máximas, a fin de obtener los niveles de iluminación requeridos.



Llamaremos:

e = distancia horizontal entre dos focos contiguos.

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo.

La uniformidad de la iluminación depende de la forma en la que se cortan los haces luminosos de los aparatos de alumbrado que, a su vez depende de la abertura de dichos aparatos, y además de la altura de suspensión d . La uniformidad de la iluminación es función de la relación:

$$e/d$$

Por lo tanto, para asegurar esta uniformidad bastará fijar un límite superior para ésta relación.

Para iluminación **directa** llamaremos Ω a la fracción del flujo luminoso total del aparato de alumbrado radiada en un cono luminoso de 80° de abertura, dirigido hacia abajo y teniendo como eje vertical el del aparato de alumbrado.

El valor de la relación e/d se adoptará de acuerdo con el valor Ω , según se explica en la siguiente relación:

$\Omega < 0,40$	aparatos extensivos	$e/d \leq 1,6$
$0,40 \leq \Omega \leq 0,45$	aparatos medios	$e/d \leq 1,5$
$0,45 < \Omega \leq 0,50$	aparatos intensivos	$e/d \leq 1,2$

Para aparatos muy intensivos, en los que $\Omega > 0,50$, hay que disminuir aún más el límite admitido para e/d .

Según la altura del local los aparatos son:

- Aparatos extensivos locales con alturas de hasta 4 m
- Aparatos semiextensivos locales con alturas entre 4 m y 6m
- Aparatos semi-intensivos locales con alturas entre 6m y 10 m
- Aparatos intensivos locales con alturas superiores a 10 m

Para los sistemas de iluminación **semi-directa y mixta** la reflexión de parte del flujo luminoso por el techo y las paredes, tiende a mejorar la uniformidad; en esos casos se podrá adoptar siempre:

$$e/d \leq 1,5$$

Para los casos de iluminación **semi-indirecta e indirecta** llamaremos:

d' = distancia vertical de los aparatos de alumbrado al techo

Los aparatos de alumbrado empleados en este sistema de iluminación son muy extensivos y la relación anterior toma la forma:

$$e/d \leq 6$$

Si se admite que d' es aproximadamente igual a $h/4$, lo que es razonable para habitaciones y locales de altura normal, la relación anterior se convierte en:

$$e/d \leq 1,5$$

Para todos los sistemas de iluminación, llamaremos:

e' = distancia horizontal desde los aparatos extremos de una fila al muro perpendicular a esa fila

y tomaremos el siguiente valor:

$$e' = e/2$$

En los casos particulares en los que los puestos de trabajo están colocados a lo largo del muro, se adoptará el siguiente valor:

$$e' = e/3$$

7. FIJACION DEL EMPLAZAMIENTO DE LAS LAMPARAS

Llamaremos:

L = longitud total del local a iluminar.

A = anchura total del local a iluminar.

-7.1. El número mínimo de aparatos de alumbrado n , según la longitud del local, se podrá expresar teniendo en cuenta que:

$$L = (n-1)e + 2e'$$

De donde

$$L = ne - e + 2e'$$

$$n = (L + e - 2e') / e$$

Si se trata de iluminación *directa, semi-directa o mixta*, y admitimos que

$$e = 1,5 d$$

tendremos que para

$$e' = e / 2 = 0,75 d$$

llevando los valores a la primera expresión, obtenemos

$$n = L / 1,5 d$$

y, para

$$e' = e / 3 = 0,5 d$$

llevando los valores a la primera expresión, obtenemos

$$n = L / 1,5 d + 1/3$$

Para el caso de iluminación semi-indirecta o indirecta, sabemos que

$$e \cong 1,5 h$$

Las expresiones anteriores tomarán la siguiente forma

$$n = L / 1,5 h \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n = L / 1,5 h + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

-7.2. Para determinar el número mínimo de aparatos de alumbrado, según la anchura del local, realizaremos idénticas operaciones.

Si se trata de iluminación *directa, semi-directa o mixta*

$$n' = A / 1,5 d \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n' = A / 1,5 h + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

Si se trata de iluminación *semi-indirecta o indirecta*

$$n' = A / 1,5 h \quad \text{para} \quad e' = e / 2$$

$$n' = A / 1,5 d + 1/3 \quad \text{para} \quad e' = e / 3$$

El número mínimo de aparatos de alumbrado será igual a

$$N = n \times n'$$

La determinación del número mínimo de aparatos de alumbrado es, sobretodo, indispensable cuando se utilicen lámparas de incandescencia ya que en estos casos, si se eligen lámparas de gran potencia, exige el riesgo de adoptar un número de aparatos de alumbrados insuficiente y, como consecuencia una desfavorable uniformidad de la iluminación.

1.4.6 SOLUCION ADOPTADA

TIPO DE LOCAL	TIPO DE LAMPARA	LUMINARIAS	POTENCIA
Taller	18 lámparas de mercurio a alta presión, Philips HPI 400 W BU Plus	18 luminarias industrial para lámpara de descarga, Philips HPK 150	7200 W
Almacén	12 lámparas fluorescentes, Philips TL-D super 80 36 W	6 luminarias estancas, Philips PACIFIC TCW 215 2xTL-D 36 W	432 W
Vestuario	6 lámparas fluorescentes, Philips TL-D súper 80 36 W	3 luminarias estancas, Philips PACIFIC TCW 215 2xTL-D 36 W	216 W
Despacho	6 lámparas fluorescentes, Philips TL-D súper 80 58 W	2 luminarias empotrables, Philips TBS330 2xTL-D 58W	348 W
Oficina General	12 lámparas fluorescentes, Philips TL-D súper 80 58 W	2 luminarias empotrables, Philips TBS330 2xTL-D 58W	696 W
Archivo	4 lámparas fluorescentes, Philips TL-D súper 80 36 W	2 luminarias empotrables, Philips TBS330 2xTL-D 36W	144 W
Aseos	5 Lámparas incandescentes Philips 60W Estándar Mate		300 W

Justificación de los tipos de lámparas y luminarias empleadas.

Lámpara de, Philips 400 W BU Plus. Estas lámparas tienen un excelente mantenimiento del flujo y una larga duración. Garantiza altos niveles de iluminación y costes mínimos de mantenimiento así como una buena respuesta cromática. Están recomendadas para alumbrados industriales y también para instalaciones deportivas, así como para alumbrados exteriores de zonas públicas.

La luminaria que empleamos para esta lámpara es la Philips HPK 150, tiene el chasis de aluminio lo que reduce su peso; el reflector es de aluminio anodizado con distribución semiextensiva.

Estas luminarias se colocarán mediante el soporte que incorporan al techo de la nave industrial; en caso de no encontrar base sólida para su fijación se colocarán perfiles de hierro que cruzarán transversalmente la nave para la colocación de luminarias.

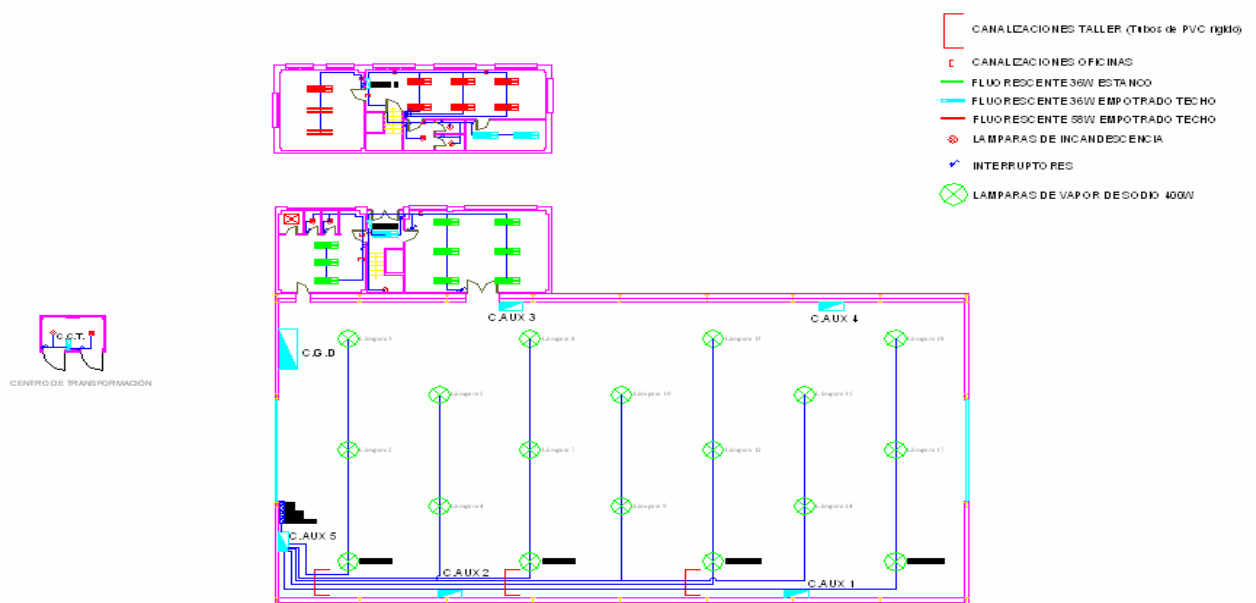
Los encendidos de estas serán mediante agrupaciones de 3 y 6 luminarias controladas por contactores trifásicos para no descompensar las fases. Los encendidos estarán en un cuadro de encendido-apagado al lado del cuadro auxiliar de alumbrado junto a la entrada a la nave.

Lámpara fluorescente, Philips TL-D súper 80 36/58 W. Estas lámparas son de descarga de mercurio de baja presión, tienen un alto rendimiento luminoso (hasta 96 lm/W) y una baja pérdida de lúmenes a lo largo de su vida útil. Tienen un buen índice de reproducción de color ya que se fabrican con un polvo fluorescente especial. Están recomendadas para oficinas, tiendas, escuelas, hospitales, edificios industriales, etc.

Para las lámparas fluorescentes, empleamos dos tipos de luminarias dependiendo de dónde estén colocadas. Luminaria estanca Philips PACIFIC TCW 215 2xTL-D 36W. Esta luminaria está preparada para lámparas fluorescentes de la serie TL-D. Ofrece debido a sus reactancias electrónicas un mayor rendimiento y confort. Encendido instantáneo, sin parpadeos, no produce efecto estroboscópico.

Tiene un ahorro en el consumo de energía de hasta un 25 % y una prolongación de la vida de las lámparas de hasta un 50 %, con respecto a luminarias parecidas. Tiene el difusor incorporado y requiere muy poco mantenimiento.

Luminaria empotrable Philips TBS 330 2xTL-D 36 y 58W. Esta luminaria está preparada para lámparas fluorescentes de la serie TL-D. Es empotrable en todo tipo de techos modulares o de escayola. Dispone de cinco tipos de ópticas con muchas posibilidades de distribución de luz. Están recomendadas para oficinas, tiendas, museos, hoteles, edificios industriales, etc.



1.4.7 ALUMBRADOS ESPECIALES

Las instalaciones destinadas a alumbrados especiales tienen por objeto asegurar, aún faltando el alumbrado general, la iluminación en los locales y el acceso hasta las salidas, para una eventual evacuación de público o iluminar otros puntos que señalen (quirófanos, etc.). Se distinguen tres tipos de alumbrado especial: de emergencia, de señalización y de reemplazamiento.

Las líneas que alimentan directamente a los circuitos individuales de las lámparas de los alumbrados especiales, estarán protegidas por interruptores automáticos, con una intensidad nominal de 10 amperios como máximo. Una misma línea no podrá alimentar más de 12 puntos de luz, o si en la misma dependencia existiesen varios puntos de luz de alumbrado especial, estos deben ser repartidos al menos entre dos líneas diferentes, aunque su número sea inferior a 12.

El **alumbrado de emergencia** debe permitir, en caso de fallo general, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior.

Sólo puede ser alimentado por fuentes propias de energía, sean o no exclusivas para dicho alumbrado, pero no por fuente de suministro exterior. Si esta fuente propia está constituida por baterías de acumuladores o por aparatos autónomos automáticos, se puede utilizar un suministro exterior para proceder a su carga.

Debe poder funcionar durante un mínimo de una hora, proporcionando en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de un lux.

La iluminación será, como, mínimo de 5 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.

Entrará en funcionamiento automáticamente al producirse el fallo de los alumbrados generales o cuando la tensión de éstos baje a menos del 70 % de su valor nominal.

Se situará en las salidas de los locales y de las dependencias indicadas en cada caso y en las señales indicadoras de la dirección de los mismos. Cuando existe un cuadro principal de distribución, tanto el local donde está ubicado como sus accesos estarán provistos de este tipo de alumbrado.

Constarán con una instalación de alumbrado de emergencia las zonas siguientes:

Todos los recintos cuya ocupación sea mayor que 100 personas.

Los recorridos generales de evacuación de zonas destinadas a uso residencial o uso hospitalario, y los de zonas destinadas a cualquier uso que estén previstos para la evacuación de más de 100 personas.

Todas las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos previos y las escaleras de incendios.



Los aparcamientos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan desde aquellos hasta el exterior o hasta las zonas generales del edificio.

Los locales de riesgo especial y los aseos generales de planta en edificios de acceso público.

Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección.

Los cuadros de distribución de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas. Para cumplir las condiciones del articulado puede aplicarse la siguiente regla práctica para la distribución de las luminarias:

- Dotación : 5 lúmenes / m²
- Flujo luminoso de las luminarias: ≥ 30 lúmenes
- Separación de las luminarias 4 h, siendo h la altura a las que estén instaladas las luminarias comprendida entre 2,00 y 2,50 metros.

El **alumbrado de señalización** se instala para funcionar de un modo continuo durante determinados períodos de tiempo. Debe señalar de modo permanente la situación de puertas, pasillos, escaleras y salidas de los locales, durante todo el tiempo que permanezca con público.

Estará alimentado, al menos, por dos suministros, sean ellos normales, complementarios o procedentes de fuente propia de energía eléctrica admitida.

En el eje de los pasos principales debe proporcionar una iluminación mínima de un lux.

Se situará en las salidas de los locales y dependencias indicados en cada caso y en las señalizaciones indicadoras de la dirección de los mismos.

Cuando los locales, dependencias o indicaciones que deben iluminarse con este alumbrado coinciden con los que precisan el de emergencia, los puntos de luz de ambos pueden ser los mismos.

Si el suministro habitual del alumbrado de señalización falla, o su tensión baja a menos del 70 % de su valor nominal, la alimentación del mismo debe pasar automáticamente al segundo suministro.

1.4.8 SOLUCION ADOPTADA

En el mercado existen aparatos que nos proporcionan en un mismo soporte, los alumbrados de emergencia y señalización. Como esta solución está permitida, es la que utilizaremos en nuestro proyecto.

En concreto, utilizaremos Alumbrados de emergencia de la marca comercial NORMALUX. Estas luminarias disponen de varias referencias las cuales varían en cuanto a lúmenes proporcionados (de 70 a 837), autonomía (1 ó 3 horas), potencia de las lámparas (de 6 a 58 W) y tipo de acumuladores de carga.

Las lámparas se colocarán a diferentes alturas dependiendo del local y de la potencia de cada una de ellas.

Así, en los locales con alturas de 3 metros como oficinas, vestuarios, pasillos, etc, las lámparas se colocarán justo encima de los marcos de las puertas o similar, a una altura de 2,00 metros.

En los locales con grandes alturas como talleres, almacenes, etc, las lámparas se colocarán a una altura superior a las anteriores ya que además de disponer de una potencia superior, tienen que iluminar un área mayor. En estos locales las luminarias se colocarán a una altura de 4,00 metros en las puertas y ha siete metros en la altura donde se colocan las luminarias de alumbrado normal. La alimentación se tomará a partir de las bandejas con tubo rígido de PVC

- **Tipo de local:** Taller

- **Alumbrado de emergencia + señalización:**

- 5 luminarias de emergencia MES-FL-36P.

- 2 luminarias de emergencia DC-200-0.

- **Potencia:** 193,2 W

- **Tipo de local:** Almacén

- **Alumbrado de emergencia + señalización:**

- 1 luminaria de emergencia MES-FL-18P

- Potencia:** 18 W

- **Tipo de local:** Aseo -Vestuario

- **Alumbrado de emergencia + señalización:**

- 1 luminaria de emergencia DC-200-0

- **Potencia:** 6,6 W

- **Tipo de local:** Hall = Escaleras de subida a oficinas

- **Alumbrado de emergencia + señalización:**

- 1 luminarias de emergencia DC-150-0

- **Potencia:** 6,6 W

- **Tipo de local:** Oficina General = Despacho

- **Alumbrado de emergencia + señalización:**

- 1 luminaria de emergencia DC-200-0

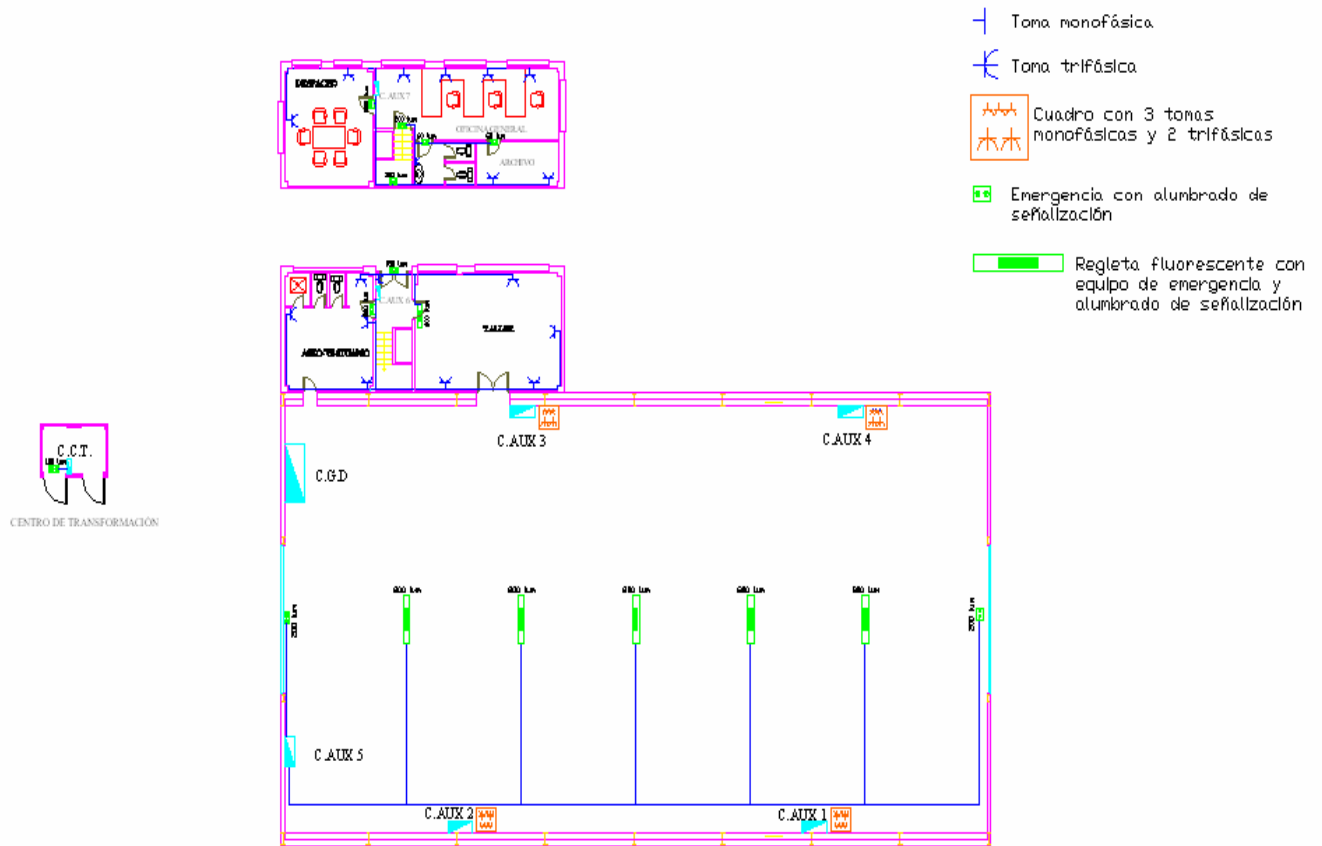
- **Potencia:** 6,6 W

- **Tipo de local:** Archivo = Aseos

- **Alumbrado de emergencia + señalización:**

- 1 luminaria de emergencia DC-60-0

- **Potencia:** 6,4 W



1.5. CONDUCTORES Y DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN:

1.5.1 INTRODUCCION

Se llaman líneas interiores a las instalaciones llevadas acabo en el interior de los edificios. Comprenden en nuestro caso desde el punto de conexión con el transformador hasta los aparatos receptores.

Vamos a realizar la conducción eléctrica del centro de transformación a los distintos receptores de la instalación, la instalación es de baja tensión y han de emplearse tensiones normalizadas como indica el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. Emplearemos corriente alterna trifásica 400/230 V.

Los conductores de corriente eléctrica deben calcularse de modo que tengan la resistencia mecánica suficiente para las conducciones de la línea y además no sufran calentamientos excesivos, así como una caída de tensión en el propio conductor dentro de los límites establecidos en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

1.5.2 FACTORES PARA EL CÁLCULO DE LOS CABLES

Para el cálculo de las líneas de distribución, se tendrán en cuenta los siguientes factores:

- Calentamiento de los conductores.
- Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores.

Calentamiento de los conductores

Si por un conductor cuya resistencia es 'R' ohmios, circula una intensidad de 'I' amperios, se eleva su temperatura hasta que el calor transmitido por la corriente al conductor, se iguala al calor cedido por el conductor al ambiente en igual tiempo; según la ley de Joule, la cantidad de calorías recibidas en un segundo son:

$$Q = 0,24 \times I^2 \times R \quad \text{Calorías}$$

Partiendo esta fórmula y teniendo en cuenta que las calorías cedidas dependen de la temperatura del conductor respecto del ambiente que la rodea, a su superficie, al material que forma su aislante, etc.,. Se demuestra que el aumento de temperatura es directamente proporcional al cuadrado de la intensidad (considerando despreciables las variaciones de la resistencia con la temperatura)

$$\Delta T = (I/I_n)^2 \times \Delta T_n$$

Siendo:

ΔT = incremento admisible de la temperatura

ΔT_n = incremento de la temperatura en condiciones normales

I_n = intensidad nominal en condiciones normales

I = intensidad admisible

El calor que adquiere un conductor, lo va cediendo a través del medio que le rodea (aislamiento, tubo, pared, aire, etc.), produciéndose un equilibrio entre el calor que recibe por el paso de la corriente y el que desprende hacia el exterior.



El calor que es cedido al exterior es:

$$Q = M \times C \times \Delta T$$

Si la intensidad I crece, el calor producido por el paso de la corriente crece también. Al cabo de un periodo transitorio, el calor cedido al exterior será igual al producido por el paso de intensidad, por lo tanto este calor cedido al exterior aumenta también, produciéndose por consiguiente un aumento del incremento de la temperatura, pero como la temperatura del exterior es prácticamente constante, el aumento del incremento de la temperatura es debido al aumento de la temperatura del conductor.

Si la intensidad es elevada, la temperatura del conductor es elevada, con el peligro de deterioro de los aislantes por no estar diseñados para soportar esas temperaturas. (Con el riesgo de provocar cortocircuitos).

Por lo tanto, para cada sección de los conductores existe un límite de carga en amperios que no debe sobrepasarse, que se corresponde con la temperatura máxima admisible que puede soportar esa sección del conductor sin que se produzcan los efectos antes reseñados. Las intensidades de las corrientes eléctricas admisibles en los conductores, (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITCs 6 y 7), se regularán en función de las condiciones técnicas de las redes de distribución y de los sistemas de protección empleados en los mismos.

Los cálculos y condiciones a las que deben ajustarse los proyectos y la ejecución de estas redes están fijadas en las instrucciones complementarias correspondientes a este reglamento.

En estas tablas se dan las intensidades máximas admisibles según unas determinadas condiciones (condiciones normales), para cada sección de cable.

Complementando a estas tablas existen otras, que nos dan unos factores de corrección de esa intensidad admisible, según nuestra instalación varíe de las condiciones normales; como disposición de los cables, resistividad térmica del suelo (para cables subterráneos), clase de recubrimiento, temperatura ambiente, etc.

Caída de tensión y pérdidas de potencia en los conductores

Una vez elegida la sección de acuerdo con que la intensidad nominal que ha de circular por esa sección, es menor que la intensidad máxima admisible de dicho conductor para dicha sección, deberemos comprobar que cumple las condiciones relativas a la caída de tensión. La sección de los conductores a utilizar se determina de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación para el alumbrado y del 5 % para la fuerza (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, ITC 19)

1.5.3 PRESCRIPCIONES GENERALES

1.5.3.1 CONDUCTORES ACTIVOS

Son los destinados a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna.

Los conductores flexibles serán únicamente de cobre.

La sección de los conductores será tal que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

Las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores aislados en canalizaciones fijas, y a una temperatura ambiente de 40° C están señaladas en dos tablas en la Instrucción 19 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

1.5.3.2 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección tendrán una sección mínima, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación como se establece a continuación:

Sección de los conductores	Secciones mínimas de los conductores de protección
$S \leq 16$ -----	S
$16 \leq S \leq 35$ -----	S = 16
$S \geq 35$ -----	S = S / 2

Se respetará siempre un mínimo de 2,5mm² si disponen de protección mecánica y de 4mm² si no la tienen.

Cuando la sección de los conductores de fase o polares sea superior a 3,5mm², se puede admitir, para los conductores de protección, unas secciones menores que las que resulten de la aplicación de las tablas pero por lo menos iguales a 16mm².

Los conductores de protección irán bajo los mismos tubos que los conductores de fase y las conexiones se realizarán por medio de empalmes, y por piezas de conexión de aprieto por rosca.

Las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas, afecten solamente a ciertas partes de la instalación.

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares.

La instalación deberá presentar una resistencia de aislamiento por lo menos igual a 1000 x U ohmios, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250000 ohmios.

La rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal, que desconectados los aparatos de utilización, resista durante un minuto una prueba de tensión de 2U + 1000 voltios a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios y con un mínimo de 1500 voltios.

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia de, por lo menos, 3 cm.

Las canalizaciones eléctricas se dispondrán de manera que en cualquier momento se pueda controlar su aislamiento, localizar y separar las partes averiadas y, llegando el caso, reemplazar fácilmente los conductores deteriorados.

1.5.4 SISTEMAS DE INSTALACION

1.5.4.1 CANALIZACIONES

Hay muchos sistemas de instalación de los conductores para una canalización fija. Algunas de estas variantes son: conductores desnudos colocados sobre aisladores, conductores aislados colocados sobre aisladores, conductores aislados bajo molduras, conductores aislados fijados directamente sobre las paredes, etc.

La solución más empleada hoy en día es la de conductores aislados sobre bandejas o a través de tubos.

Cuando las canalizaciones pasen a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con prescripciones tales como: las canalizaciones estarán protegidas contra deterioros mecánicos, en toda la longitud de los pasos no habrá empalmes o derivaciones, se utilizarán tubos no obturados, etc.,.

1.5.4.2 TUBOS PROTECTORES

Hay muchas clases de tubos, dependiendo de las necesidades que tengamos. Algunas de estas son: Tubos metálicos rígidos blindados, tubos metálicos rígidos blindado con aislamiento interior, tubos aislantes rígidos normales curvables, tubos aislantes flexible normal, tubo PVC rígido, etc.,.

Los tubos deberán soportar, como mínimo, sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

60° C para los tubos aislantes constituidos por PVC.

70° C para los tubos metálicos aislantes.

Tanto el diámetro de los tubos como el número de conductores que deben pasar por cada uno están largamente especificadas en las tablas de la instrucción 021 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Para la colocación de las canalizaciones bajo tubos protectores tendremos que tener en cuenta las consideraciones siguientes:

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales 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.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección admisibles.

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.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de materia aislante.

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrá en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,80 metros para tubos rígidos y de 0,60 metros para tubos flexibles.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

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.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o “T” apropiados.

La elección definitiva de los tubos con sus diámetros correspondientes, así como su emplazamiento y forma de colocación está especificada en el documento CALCULOS de este proyecto.

1.5.5 RECEPTORES

Los aparatos receptores satisfarán los requisitos concernientes a una correcta instalación, utilización y seguridad. Durante su funcionamiento no deberán producir perturbaciones en las

redes de distribución pública ni en las comunicaciones.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor móvil. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento y controlar esa conexión.

1.5.5.1 RECEPTORES PARA ALUMBRADO (ICT 44)

Las lámparas de descarga deberán cumplir una serie de condiciones:

Serán accionadas por interruptores, previstos para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores.

Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán provistos para transportar la carga debida a los propios receptores y a sus elementos asociados. La carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

En el caso de las lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,85.

1.5.5.2 APARATOS DE CALDEO (ICT 45)

1.5.5.2.1 Calentadores de agua

Los aparatos de caldeo industrial destinados a estar en contacto con materias combustibles o inflamables y que en uso normal no estén bajo la vigilancia de un operario, estarán provistos de un limitador de temperatura que interrumpa o reduzca el caldeo antes de alcanzar una temperatura peligrosa.

Los calentadores de agua, en los que ésta forma parte del circuito eléctrico, tendrán que tener en cuenta para su instalación las siguientes prescripciones:

La alimentación no sobrepasará los 250 voltios con relación a tierra y será solamente con corriente alterna a 50 Hz o más.

La cuba o caldera metálica será puesta a tierra y, a la vez, será conectada a la cubierta y armadura metálica, si existiesen, del cable de la alimentación. La capacidad nominal del conductor de puesta a tierra de la cuba, no será inferior a la del conductor mayor de alimentación, con una sección mínima de 4mm^2 .

Los cables de caldeo solamente podrán estar alojados, en su caso, en tubos protectores incombustibles y a razón de un solo cable por tubo.

1.5.5.2.2 Aparatos para soldadura eléctrica por arco

Los aparatos destinados a la soldadura eléctrica cumplirán en su instalación y utilización las siguientes prescripciones:

Las masas de estos aparatos estarán puestas a tierra. Será admisible la conexión de unos de los polos del circuito de soldeo a estas masas, cuando, por su tierra, no se provoquen corrientes vagabundas de intensidad peligrosa.

Los bornes de conexión para los circuitos de alimentación de los aparatos manuales de soldar estarán cuidadosamente aislados.

Cada aparato llevará incorporado un interruptor de corte omnipolar que interrumpa el circuito de alimentación, así como un dispositivo de protección contra sobrecargas, regulado, como máximo, al 200 % de la intensidad nominal de su alimentación, excepto en aquellos casos en que los conductores de este circuito estén protegidos por un dispositivo igualmente contra sobrecargas, regulado a la misma intensidad.

Las superficies exteriores de los portaelectrodos a mano, y en todo lo posible sus mandíbulas, estarán completamente aisladas.

1.5.5.3 Receptores a motor (ICT 47)

Según indica el Reglamento Electrotécnico par Baja Tensión, en su Instrucción 047, las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión de los motores, con objeto de que no se produzca en ellos un calentamiento excesivo serán las siguientes:

1.5.5.3.1 Motores solos (ICT 47)

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la intensidad a plena carga del motor en cuestión.

1.5.5.3.2 Varios motores (ICT 47)

Los conductores de conexión que alimentan a varios motores deberán estar dimensionados para una intensidad no menor a la suma de 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia más la intensidad a plena carga de todos los demás, según lo indica la ICT 47

1.5.6 PROCESO PARA EL CÁLCULO DE SECCIONES

1. Se diferencian los cálculos de fuerza y alumbrado.
2. Se determinan las intensidades que circulan por cada tramo.
3. Se calcula la sección según la intensidad admisible.



4. Se calculan las caídas de tensión en los distintos tramos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables de longitud e intensidad que puedan darse.
5. Si la caída de tensión en ese tramo es mayor que la fijada, procederemos a tomar un conductor de sección superior, y volveremos a repetir el cálculo de la caída de tensión, hasta que esté dentro de los márgenes que nos fijan.

La caída de tensión por línea depende de donde se encuentre ésta y de la función a la que ha sido encomendada. Así, para la acometida, que es la línea que une el transformador con el cuadro general de distribución, nos es permitida una caída de tensión hasta el 0,5 % de la tensión nominal, y para la fuerza y el alumbrado nos permiten un 5 % y un 3 % de la tensión nominal respectivamente.

Los cálculos se basan en las siguientes fórmulas:

Para monofásica:

$$I = P/V\cos\varphi \quad e = (2LI \cos\varphi)/(S\delta)$$

Para trifásica:

$$I = P/(\sqrt{3}V\cos\varphi) \quad e = (\sqrt{3}LI \cos\varphi)/(S\delta)$$

Siendo:

I = intensidad total en amperios.

P = potencia en vatios.

V = tensión nominal en voltios.

Cos φ = factor de potencia

e = caída de tensión en la línea

L = longitud del tramo o línea considerada, en metros.

δ = conductividad; 56 para el cobre y 35 para el aluminio.

S = sección del conductor de fase en mm².

1.5.7 NORMAS PARA LA ELECCION DEL CABLE

Además de lo expuesto anteriormente para el cálculo del conductor, se harán las siguientes consideraciones a la hora de elegir el cable:

1. El aislamiento del cable ha de ser tal que asegure en su parte conductora una continuidad eléctrica duradera. Normalmente el aislamiento del cable se determina con los picos de tensión que este tiene que soportar en cualquier momento.
2. La sección del cable a colocar en el alumbrado normalmente la determina la caída de tensión (si la longitud no es pequeña). La sección de los conductores de fuerza la determina la corriente a transportar y el calentamiento que esta puede producir, de tal forma que nunca se superen temperaturas determinadas por encima de las cuales el cable se deteriora.
3. El cable elegido, teniendo en cuenta todo lo anteriormente expuesto, será capaz de soportar los cortocircuitos que puedan producirse, mejor que cualquier otra parte de la instalación. Se preverá que la temperatura y los esfuerzos electrodinámicos producidos por el cortocircuito, no deterioren en ningún momento el cable.

1.5.8 NORMAS PARA LA ELECCION DEL TUBO

Para la elección del tubo protector de los conductores de distribución de energía nos hemos atendido a lo dispuesto en la instrucción 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los tubos deberán soportar como mínimo sin deformación alguna, las siguientes temperaturas:

- 60 grados centígrados para los tubos aislantes constituidos por PVC o polietileno.
- 70 grados centígrados para los tubos metálicos con forros aislantes de papel impregnado.

Los diámetros de los tubos se eligen de acuerdo a las tablas que aparecen en el artículo 21 del citado Reglamento. En estas tablas viene expresado el diámetro interior mínimo en función del número, clase y sección de los conductores que ha de alojar, según el sistema de instalación y la clase de los tubos.

Para más de cinco conductores por tubo o para conductores de secciones diferentes a instalar por el mismo tubo, la sección inferior de este, ha de ser como mínimo, igual a tres veces la sección total ocupada por los conductores.

El trazado de las canalizaciones se hará preferentemente siguiendo líneas paralelas a las verticales y horizontales.

Los tubos se unirán entre si mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan los conductores.

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados estos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes y que en tramos rectos no estarán separados entre si más de 25 metros.

Las conexiones entre los conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante.

1.5.9 SOLUCIONES ADOPTADAS

1. Distribución de líneas de fuerza y alumbrado: denominación.

En las tablas contenidas en este apartado se refleja la distribución de las líneas de fuerza y alumbrado, los cuadros auxiliares de los que salen y a los que llegan, así como la potencia de las mismas.

Las tablas distinguen entre líneas de fuerza y de alumbrado.

2. Conductores.

La acometida a la nave será realizada con cable de aluminio, tanto al centro de transformación, como al interior de la nave desde el centro de transformación al cuadro de

distribución. Este último es debido a su calibre, por criterio de economía, ya que es mucho más barato que el cobre. Serán los siguientes:

PRYSMIAN Al DHZ1 12/20kV (para instalaciones de media tensión).

PRYSMIAN Al Voltalene XZ1(S) 0,6/1kV (para acometidas y distribución de energía).

El resto de conductores empleados en la instalación serán de cobre, designación:

RZ 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX 750V (para instalaciones interiores y exteriores).

RV 0.6/1 kV PRYSMIAN 750V (para instalaciones interiores y exteriores).

RZ 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX 1000V (para instalaciones de distribución de energía).

RZ 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX 1000V (para acometidas y distribución de energía).

En las oficinas como nos indica la ITC 28 para locales de pública concurrencia, los cables serán flexibles de cobre con un aislamiento de una mezcla especial cero halógenos tipo AFUMEX Z1, libres de halógenos, no propagadores de la llama ni del incendio con baja emisión de humos.

Tendrán una sección suficiente para que las caídas de tensión, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y contada desde el origen de la instalación no excedan del 3 % para el alumbrado y del 5 % para la fuerza., siendo las intensidades admisibles por los conductores, en todos los casos, siempre superiores a las máximas previsibles para cada circuito de la instalación.

Las secciones adoptadas, se justifican en el documento CALCULOS del presente proyecto, tanto por lo que se refiere a intensidades máximas admisibles como a caídas de tensión.

3. Canalizaciones.

La canalización por donde se llevarán los conductores la dividiremos en las siguientes partes:

Acometidas:

Las acometidas se realizaran mediante tubo de PVC de 160mm, tanto la del centro de transformación como la de la nave.

Canalización general:

La canalización general de la nave se realizará a través de bandeja perforada de acero galvanizado, se llevará canalizado desde el C.G.D. a los diferentes cuadros auxiliares de nuestra nave.

Derivaciones.

La derivación de esta canalización a las diferentes líneas de alumbrado de la nave se realizará a través de tubo de PVC rígido tipo cero halógeno y tubo de acero rígido, grapados a los pórticos metálicos. Así mismo las derivaciones en la zona de oficinas se llevarán en las canalizaciones descritas en el apartado de canalizaciones, y estas irán a su vez entre el falso techo y el techo.



Así mismo se realizará la instalación de alumbrado de emergencia y señalización. Al igual que en los conductores la ITC 28 para locales de pública concurrencia, nos indica que las canalizaciones sean libres de halógenos, no propagadores de la llama ni del incendio con baja emisión de humos.

Las derivaciones de los diferentes cuadros auxiliares se realizarán con tubo de PVC rígido blindado, con las siguientes características para la protección de cables en industria, y con sus correspondientes fijaciones:

Tubo de PVC rígido blindado marca ODI-BAKAR

Norma: UNE EN 61386-1 UNE EN 61386-2-2 UNE EN 60.423

Código clasificación: 432112

Resistencia a la compresión: 1.250 N.

Resistencia al impacto: 2 Julios a -5°

Resistencia al choque: Grado de protección 7 UNE 20324

Temperatura de trabajo: -5°C hasta 60° C

Propiedades eléctricas: Aislante, No propagador de la llama.

Rigidez dieléctrica: 2000 v. - 50Hz

Las acometidas a máquinas y tomas de corriente partirán de los cuadros auxiliares de forma aérea, o grapadas a la pared con tubo de PVC rígido blindado, con las características indicadas en el apartado anterior

1.6. TOMAS DE CORRIENTE:

1.6.1 INTRODUCCION

Se han colocado tomas de corriente a lo largo de toda la nave industrial y del edificio de oficinas, de la forma que se cree pueda ser más conveniente para su eventual utilización.

1.6.2 TIPOS DE TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas de corriente que colocaremos para este proyecto serán tanto monofásicas como trifásicas, definiéndolas de la siguiente manera:

Tomas de corriente monofásicas de 16 A a 230 V. (I+N+T)

Tomas de corriente trifásicas de 32 A a 400 V. (III+N+T).

Las tomas de corriente monofásicas y trifásicas de los cuadros auxiliares, están situadas en unos cuadros situados al lado del cuadro auxiliar. Tienen 3 tomas monofásicas y 2 trifásicas.

TOMAS DE CORRIENTE MONOFASICAS	
Cuadro Auxiliar	Numero de tomas
Número 1	3
Número 2	3
Número 3	3
Número 4	3
Número 6	9
Número 7	9
TOMAS DE CORRIENTE TRIFÁSICAS	
Cuadro Auxiliar	Numero de tomas
Número 1	2
Número 2	2
Número 3	2
Número 4	2

1.6.3 SITUACION DE LAS TOMAS DE CORRIENTE

Las tomas irán fijadas a las paredes por sus medios convencionales y a una altura de 1.50 metros del suelo, cumpliendo así lo establecido en la prescripciones de las Instrucciones 19, 21,25, 26, 29 y 30 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Tomas de corriente monofásica:

En el cuadro auxiliar 1 y en la línea L.T.C.M tenemos 3 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 2 y en la línea L.T.C.M tenemos 3 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 3 y en la línea L.T.C.M tenemos 3 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 4 y en la línea L.T.C.M tenemos 3 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 6 y en la línea L.T.C.M.1 tenemos 6 tomas de corriente y en la línea L.T.C.M.2 tenemos 3 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 7 y en la línea L.T.C.M.1 tenemos 5 tomas de corriente y en la línea L.T.C.M.2 tenemos 4 tomas de corriente.

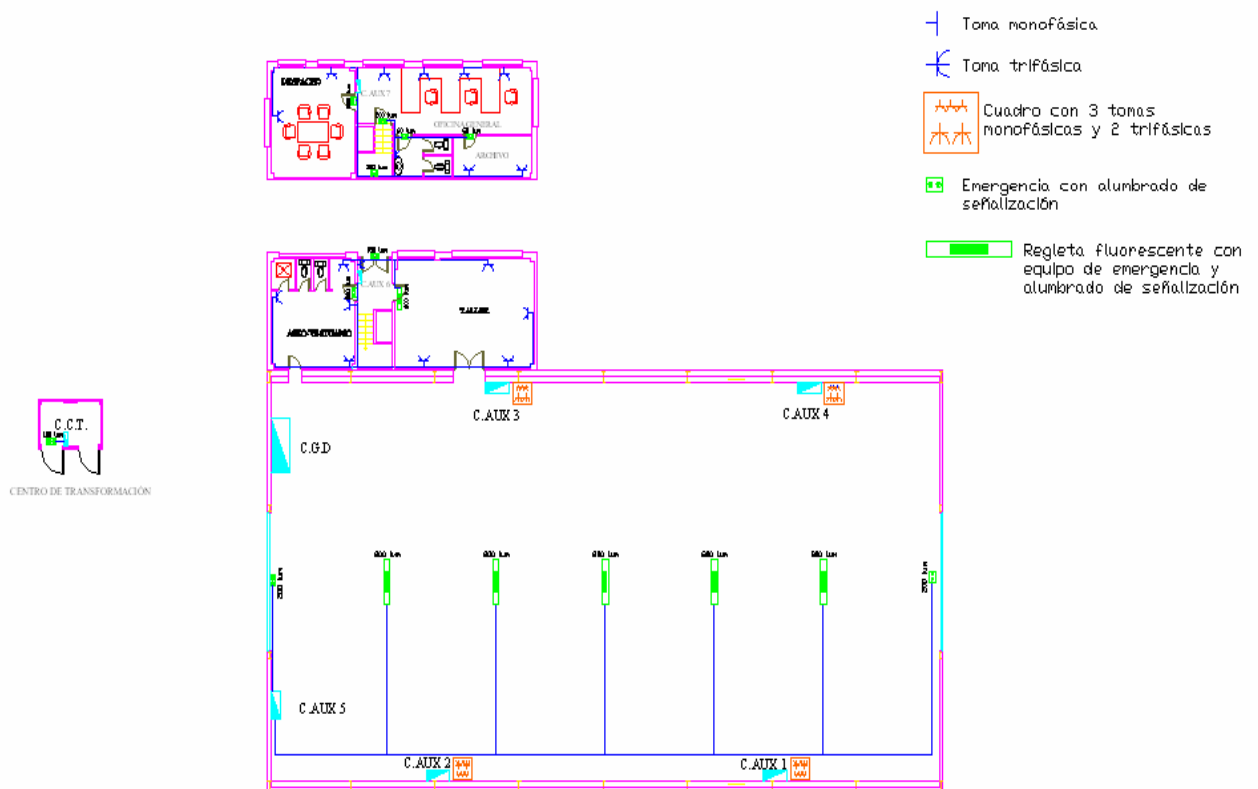
Tomas de corriente trifásica:

En el cuadro auxiliar 1 y en la línea L.T.C.T tenemos 2 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 2 y en la línea L.T.C.T tenemos 2 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 3 y en la línea L.T.C.T tenemos 2 tomas de corriente.

En el cuadro auxiliar 4 y en la línea L.T.C.T tenemos 2 tomas de corriente.





1.7. PROTECCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.7.1 INTRODUCCIÓN

En las instalaciones de baja tensión y de acuerdo con las instrucciones ITC 22, 23 y 24 (Reglamento de Baja Tensión), debemos considerar las siguientes protecciones:
Protección de la Instalación contra sobreintensidades y sobretensiones.
Protección de las personas contra contactos directos e indirectos.

1.7.2. PROTECCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Los dispositivos de protección tienen la finalidad de registrar de forma selectiva las averías y separar las partes de la instalación defectuosa, así como limitarlas sobreintensidades y los defectos de los arcos.

Cuando se disponen varios interruptores en serie, generalmente se requiere que estos sean selectivos. Un sistema de protección es selectivo cuando el interruptor sólo dispara inmediatamente antes al punto de defecto (me refiero a que dispara el elemento de protección situado en el circuito, antes de ese punto donde se produce el defecto), tomando como base el sentido del flujo de energía. Si falla ese interruptor habrá de funcionar otro de orden superior (protección de reserva). Además hemos de tener en cuenta que las características de disparo de los elementos de protección no deben entrecruzarse.

Se entiende por tiempo de escalonamiento el intervalo necesario para que dispare con seguridad solo el elemento de protección anterior al punto de defecto.

1.7.2.1 PROTECCIÓN CONTRA SOBREENSIDADES Y SOBRETENSIONES

1.7.2.1.1 Protección contra sobreintensidades.

Según el reglamento, la instrucción ITC-22, todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia
 - Cortocircuitos
 - Descargas eléctricas atmosféricas
- a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.



- b) 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.

La norma UNR 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.4060 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

1.7.2.1.2 Protección contra sobretensiones.

Según el reglamento en la instrucción ITC-23, esta trata de la protección de las instalaciones eléctricas interiores contra las sobretensiones transitorias que se transmiten por las redes de distribución y que se originan, fundamentalmente, como consecuencia de las descargas atmosféricas, conmutaciones de redes y defectos en las mismas.

Hay cuatro categorías de sobretensiones, que distinguen los grados de tensión soportada a las sobretensiones en cada una de las partes de la instalación, equipos y receptores. Son las siguientes:

- Categoría I. Equipos muy sensibles conectados a la instalación eléctrica fija. Las medidas de protección se toman fuera de los equipos.
- Categoría II. Equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.
- Categoría III. Equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica y equipos que requieren alto nivel de fiabilidad.
- Categoría IV. Equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución.

Se pueden distinguir dos tipos de sobretensiones:

- Producidas como consecuencia de la descarga directa del rayo
- Debidas a la influencia de la descarga lejana del rayo, conmutaciones de red, defectos de red, efectos inductivos, capacitivos, etc.

Estas últimas pueden presentar dos situaciones diferentes:

1. Situación natural: Cuando se prevé un bajo riesgo de sobretensiones (alimentación por red subterránea). No es necesaria la protección.
2. Situación controlada: Cuando se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados. Es necesaria la protección.

Los equipos y materiales deben escogerse de manera que su tensión soportada a impulsos no sea inferior a la tensión soportada prescrita en la tabla siguiente según su categoría.

TENSION NOMINAL DE LA INSTALACION		TENSION SOPOERTADA 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 1000	-- --	8	6	4	2,5

1.7.2.2 PROTECCIÓN CONTRA CORTOCIRCUITOS

Antes hemos de definir algunos conceptos interesantes a la hora de trabajar con los cortocircuitos:

1. *Corriente de cortocircuito*: es la corriente que fluye por el punto donde se ha producido el cortocircuito durante el tiempo que dura el mismo.

Por lo general esta corriente transcurre de forma asimétrica respecto a la línea de cero (referencia de corriente) y contiene una componente alterna y otra continua. La componente de corriente alterna se va amortiguando (es un 'pico' de corriente) hasta alcanzar el valor de la intensidad permanente de cortocircuito. La componente continua se atenúa hasta hacerse cero.

2. *Corriente alterna de cortocircuito*: es la antes mencionada, es decir, la componente de la corriente de cortocircuito que fluye al punto defectuoso a través de las distintas derivaciones de la red.

3. *Corriente permanente de cortocircuito*: es el valor eficaz de la corriente alterna que permanece después del amortiguamiento. Depende de la excitación de los generadores. Si no se indica otra cosa, se entiende por corriente permanente de cortocircuito la que se establece en caso de cortocircuito en todos los polos de las bornas y la excitación nominal.

4. *Corriente alterna inicial de cortocircuito*: es el valor eficaz de la intensidad de corriente alterna de cortocircuito en el momento de producirse este.

5. *Impulso de la corriente de cortocircuito*: es el máximo valor instantáneo de la corriente después de producirse el cortocircuito. Se indica como valor de cresta. Varía según el momento en que se produzca el corto.

6. *Sobre corriente alterna de ruptura*: es la que se produce al desconectar un interruptor en caso de cortocircuito. Es el valor eficaz de la corriente alterna que fluya a través de dicho interruptor en el momento de la primera apertura de contacto.

7. *Extracorrente de cierre*: es el valor máximo instantáneo de la corriente al conectar con un cortocircuito establecido inmediatamente detrás del interruptor. Es igual al impulso de la corriente de cortocircuito y se indica como valor de cresta.

8. *Potencia inicial de cortocircuito*: es igual al producto de la intensidad de la corriente alterna inicial de cortocircuito, la tensión de servicio y el factor de concatenación. ($\sqrt{3}$ para corriente alterna).

9. *Retardo mínimo de desconexión:* es el tiempo que transcurre entre el momento de producirse el cortocircuito y la separación de los contactos al abrir el cortocircuito en todos los polos del interruptor. Viene dado por la suma del tiempo propio de reacción del relé y el tiempo de ruptura del interruptor. Los retardos ajustables de los dispositivos de disparo no deben considerarse, puesto que el retardo mínimo de desconexión no incluye los tiempos de retardo intencionados.

10. *Tipos de cortocircuito según las clases de defecto:* pueden ser; Tripolares, Bipolares, Bipolares con contacto a tierra, Unipolares a tierra y contactos a tierra simples y dobles.

11. *Impedancia de cortocircuito:* es la impedancia de la trayectoria total de la corriente de cortocircuito.

Lo que caracteriza a los cortocircuitos es que el valor de la intensidad que circula es muy grande. Para hacernos una idea, la corriente permanente de cortocircuito suele ser del orden de diez veces mayor que la intensidad nominal de la instalación.

Lo que interesa al producirse un cortocircuito es cortar cuanto antes la corriente por el punto más cercano a donde se halla producido el cortocircuito.

Según el reglamento de baja tensión, se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los **fusibles** (de características adecuadas) y los **interruptores automáticos** con sistema de corte electromagnético.

Habremos de situar un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte este de acuerdo con la posible corriente de cortocircuito que pueda presentarse en es punto, este dispositivo se situará en el origen del circuito. De todos modos se admite también (según el reglamento) que si se trata de circuitos derivados de uno principal, cada uno de ellos disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

1.7.2.3 PROCESO PARA EL CALCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

La corriente de cortocircuito se calcula mediante la siguiente relación:

$$I_{cc} = U_s / \sqrt{3} Z_T$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito eficaz en KA.

U_s = tensión entre fases en vacío del secundario del transformador.

($U_s \approx 1,05 \times U_n = 420V$)

Z_T = impedancia total por fase de la red aguas arriba del defecto en $m\Omega$.

Cálculo de Z_T :

Cada constituyente de una red de baja tensión (conductores, receptores...) se caracteriza por una impedancia Z compuesta de una parte resistiva 'R' y una reactancia 'X'.

El método para calcular Z_T consiste en dividir la red en partes diferentes, calcular para cada una de esas partes 'R' y 'X' y sumarlas por separado, obtenemos así R total y X total. A continuación se compone el triangulo rectángulo para obtener Z_T .



Impedancia de los Conductores:

La impedancia de los conductores tiene dos componentes; el Resistivo y el Reactivo.
La resistencia de los conductores se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$R = \rho L / S$$

Donde:

R= resistencia del conductor en mΩ.

ρ= resistividad (27 para el cobre).

L= longitud del conductor.

S= sección por fase del conductor.

Para calcular la reactancia:

$$X = 0,15L$$

Si la sección del cable es inferior a 25mm², se puede despreciar la reactancia.

Determinación de las impedancias 'Aguas arriba de la red':

La potencia de cortocircuito de la red es un dato de la compañía eléctrica, en nuestro caso 500MVA.

Despreciando la resistencia frente a la reactancia, se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador:

$$Z = X = U_s^2 / P_{cc}$$

Donde:

U_s= tensión en vacío del secundario del transformador en voltios.

P_{cc}= potencia de cortocircuito en KVA.

Z=X= impedancia (en este caso reactancia pura) aguas arriba en mΩ.

Impedancia en el transformador:

Para un cálculo aproximado podemos despreciar también la resistencia del transformador. Consideramos también que la resistencia y reactancia de todo el aparillaje de Alta Tensión es despreciable. Teniendo en cuenta estas dos consideraciones, se tiene que:

$$Z = X = U_s^2 U_{cc} / 100S$$

Donde:

Z=X= impedancia o reactancia en el secundario (mΩ).

U_s = tensión de vacío entre fases en voltios.

U_{cc} = tensión de cortocircuito en % (suele ser del 4%).

S= potencia aparente en KVA (en nuestro caso 250 KVA).

1.7.3 PROTECCIÓN DE LAS PERSONAS

Siempre que existen entre dos puntos una diferencia de potencial y un elemento conductor que los una, se establecerá una corriente entre ellos. La circulación de estas corrientes por las personas se puede producir por Contacto Directo o por Contactos Indirectos:

1). *Contactos Directos*: se da cuando la persona se pone en contacto con una parte eléctrica (que normalmente está en tensión), como consecuencia de que un conductor descubierto se ha vuelto accesible por ruptura, o porque hay un defecto de aislamiento, etc...

2). *Contactos Indirectos*: se producen cuando la persona se pone en contacto con una parte metálica que accidentalmente está en tensión, como puede ser la carcasa conductora de un motor, máquina, etc., que puede quedar bajo tensión por un defecto de aislamiento, etc...

Diversos estudios han determinado con exactitud los valores peligrosos en intensidad y tiempo, trazando a su vez unas curvas límites tiempo-corriente para diferentes grados de peligrosidad. De estos se puede concluir que valores de corriente inferiores a 30mA no son peligrosos para el hombre, así como tiempos inferiores a 30ms. Como es lógico los valores de esta intensidad dependerán de los de la tensión existente y de la resistencia eléctrica del cuerpo humano. Las distintas precauciones que se usan tenderán a limitar la tensión de contacto. Esta tensión viene fijada por el Reglamento de Baja tensión, siendo:

24V para locales Húmedos.
50V para el resto de locales.

El grado de peligrosidad de la corriente para la persona que pueda establecer el contacto directo o indirecto, dependerá de factores fisiológicos de la persona, e incluso del estado de la misma en el momento de contacto. Sin embargo, a nivel general, se puede decir que depende del valor de la intensidad que pasa por él y de la duración de este paso.

1.7.3.1 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS DIRECTOS

Las medidas a adoptar en las instalaciones para la protección contra contactos directos son las siguientes:

i). Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas se encuentren o circulen, que no sea posible un contacto fortuito con las manos, o por manipulación de objetos conductores, cuando estos se utilicen habitualmente cerca de la instalación.

Se considera zona alcanzable con la mano la que medida a partir del punto donde la persona este situada, está a una distancia límite de 2,5 metros hacia arriba, 1 metro lateralmente y otro hacia abajo.

ii). Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Estos obstáculos deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales.

iii). Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades en el tiempo y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 mA. La resistencia del cuerpo humano se considerará de 2500 ohmios.

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se consideran como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

1.7.3.2 PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales, las masas, los elementos conductores, la extensión e

importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas, se tendrá en cuenta:

- En general con tensiones de hasta 50V con relación a tierra en locales secos y no conductores, o de 24 V en locales húmedos, no es necesario establecer sistema de protección alguna.
- Con tensiones superiores a 50 V, es necesario establecer protecciones para instalaciones al aire libre; en locales con suelo conductor; en salas clínicas; en cocinas públicas o domésticas con instalación de agua o gas; en general en todo local que incluso teniendo el suelo no conductor quepa la posibilidad de tocar simultáneamente y de forma involuntaria elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.
- Para tensiones de instalación superiores a 250 V con relación a tierra, es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, etc...

Las medidas de protección contra contactos indirectos pueden ser de dos clases:

CLASE A: estas medidas consisten en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo contactos simultáneos entre las masas y los elementos conductores entre los que puede aparecer una diferencia de potencial peligrosa.

Los sistemas de protección de clase A son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre partes activas y masas accesibles por medio de aislamientos.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

CLASE B: estas medidas consisten en la puesta a tierra o a neutro de las masas, asociándolas a un dispositivo de corte automático que origine la desconexión de la instalación defectuosa.

Los sistemas de protección clase B son:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

Adoptaremos una protección contra contactos indirectos de la clase B, del tipo conductores de protección puestos a tierra y utilización de dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

Los Interruptores diferenciales son aparatos que provocan la apertura automática de la instalación cuando la suma vectorial de las intensidades que atraviesan los polos del aparato alcanza un valor determinado.

El valor mínimo de la corriente de defecto a partir del cual el interruptor diferencial va a abrir el circuito automáticamente, en un tiempo conveniente, determina la Sensibilidad de funcionamiento del aparato.

La elección de la sensibilidad del diferencial viene determinada por la resistencia a tierra de las masas, medida en cada punto de conexión de las mismas. Se ha de cumplir para locales secos que $R \leq 50/I_s$ siendo I_s la sensibilidad en amperios del interruptor a utilizar; para locales húmedos o mojados: $R \leq 24/I_s$

Sensibilidad $I_s=30\text{mA}$

En locales secos: $R \leq 1666 \text{ Ohm}$.

En locales húmedos o mojados: $R \leq 800 \text{ Ohm}$.

Sensibilidad $I_s= 300\text{mA}$

En locales secos: $R \leq 166 \text{ Ohm}$.

En locales húmedos o mojados: $R \leq 80 \text{ Ohm}$.

Sensibilidad $I_s= 1\text{A}$

En locales secos: $R \leq 50 \text{ Ohm}$.

En locales húmedos o mojados: $R \leq 24 \text{ Ohm}$.

1.7.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución que adoptaremos será la consistente en colocar un interruptor magnetotérmico con rele diferencial con toroidal en el cuadro general del centro de transformación.

En la entrada del cuadro general de distribución de la nave colocaremos un seccionador, ya que al no haber cambio de sección desde el cuadro general del centro de transformación no hace falta protección magnetotérmica, e interruptores magnetotérmicos con reles diferenciales con toroidal para las salidas hacia los cuadros auxiliares. En cada cuadro auxiliar colocaremos interruptores magnetotérmicos con curva B, para tener selectividad aguas abajo, en la entrada de corriente. Asimismo dispondremos interruptores diferenciales en diferentes puntos de cada cuadro auxiliar, que serán indicados en puntos posteriores. Se instalarán diferenciales de 300 mA y de 30 mA de sensibilidad.

Para la protección contra sobretensiones, colocaremos los limitadores necesarios en cada caso tanto en el cuadro general de distribución como en los cuadros auxiliares.

Así mismo para la protección contra sobretensiones transitorias dispondremos en cada cuadro de un limitador de sobretensiones tipo dos en los cuadros auxiliares y un limitador de sobretensiones tipo uno y dos combinado en el cuadro de distribución.

A su vez los diferenciales irán asociados a las puestas a tierra de las masas.

Usaremos elementos de protección de marca Schneider Electric. Para su elección tendremos en cuenta, además del calibre y el poder de corte, la selectividad y curvas de limitación de los mismos.

1.8. DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

1.8.1 CUADRO GENERAL CENTRO DE TRANSFORMACION

La entrada al centro de transformación viene de un centro de transformación de Iberdrola situado al lado de nuestro centro de transformación, los elementos de protección los expondremos en un punto posterior dedicado al centro de transformación.

En este punto analizaremos el cuadro general del centro de transformación en baja tensión, que viene de la salida del transformador.

1.8.2.2. ENTRADA

Cable: 3x600/300 mm².

Intensidad de Cortocircuito: 16,77KA

Interruptor magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NSX630N con unidad de control electrónica Micrologic 2.3, Poder de corte 50 kA, calibre 630 A, curva C, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

1.8.1.2. SALIDA

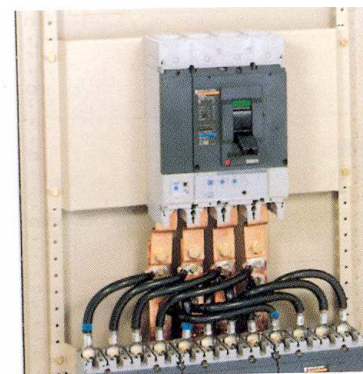
Línea 1: (va al Cuadro General de Distribución).

Cable: 3x300/300 mm².

Canalización: tubería de PVC subterránea.

Esta protegida por el interruptor de entrada.

1.8.2 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN



Interruptor automático Compact NS 400 y juego de barras en fondo de cofret.

1.8.2.1. ENTRADA

Cable: 3x600/300 mm²

Intensidad de Cortocircuito: 14,90 KA

Interruptor seccionador en carga de caja moldeada marca Schneider Electric mod. Interpact INS630, Poder de corte 36 kA, calibre 630 A, Tetrapolar.

1.8.2.2. SALIDAS

Línea 1: (va al Cuadro Auxiliar 1).

Cable: 3x70/35 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Interruptor Magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NG125N , Poder de corte 25 kA, calibre 125 A, curva C, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

Línea 2: (va al Cuadro Auxiliar 2).

Cable: 3x70/35 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Interruptor Magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NG125N, Poder de corte 25 kA, calibre 125 A, curva C, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

Línea 3: (va al Cuadro Auxiliar 3).

Cable: 3x95/50 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Interruptor Magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NG125N, Poder de corte 25 kA, calibre 125 A, curva C, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

Línea 4: (va al Cuadro Auxiliar 4).

Cable: 3x120/70 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Interruptor magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NSX250F con unidad de control electrónica Micrologic 2.2, Poder de corte 36 kA, calibre 200 A, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

Línea 5: (va al Cuadro Auxiliar 5- Alumbrado).

Cable: 3x25/16 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Interruptor Magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NG125N, Poder de corte 25 kA, calibre 25 A, curva C, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

Línea 6: (va al Cuadro Auxiliar 6- Planta baja).

Cable: 3x16/16 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido y tubo empotrado, todo 0 halógeno.

Interruptor Magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NG125N, Poder de corte 25 kA, calibre 50 A, curva C, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

Línea 7: (va al Cuadro Auxiliar 7- Planta primera).

Cable: 3x16/16 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido y tubo empotrado, todo 0 halógeno.

Interruptor Magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NG125N, Poder de corte 25 kA, calibre 50 A, curva C, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

Línea 8: (va a la Batería de Condensadores)

Cable: 3x120/70 mm².

Canalización: El armario de la batería de condensadores esta pegado al cuadro general de distribución

Interruptor magnetotérmico de caja moldeada marca Schneider Electric mod. NSX400F con unidad de control electrónica Micrologic 2.2, Poder de corte 36 kA, calibre 400 A, Tetrapolar. Además esta asociado un rele diferencial RH99M de 220-240V CA con toroidal separado tipo GA300, todo de la marca Schneider Electric.

El cuadro general de distribución, además de las protecciones anteriores, consta de un medidor multifunción modular de la marca Schneider Electric modelo PM810MG, el cual proporciona los parámetros básicos para la supervisión de cualquier instalación eléctrica.



1.8.3 CUADRO AUXILIAR 1

1.8.3.1. ENTRADA

Cable: 3x70/35 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Intensidad de Cortocircuito: 6,97 KA.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric mod. C120N, Poder de corte 10 kA, calibre 125 A, curva B, Tetrapolar.

1.8.3.2. SALIDAS:

Línea F1: (va a la tronzadora)

Cable: 3x4/4 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 20mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 16 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F2: (va a la sierra o máquina N° 2).

Cable: 3x1,5/1,5 mm².

Canalización: tubo de acero rígido 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F16: (Va al puente grúa).

Cable: 3x4/4 mm².

Canalización: tubo de acero rígido 20 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 16 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F17: (va al compresor).

Cable: 3x4/4 mm².

Canalización: tubo de acero rígido 20 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 20 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F30: (va al extractor 30)

Cable: 1x2,5/2,5 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Bipolar.

Línea F31: (va al extractor 31).

Cable: 1x2,5/2,5 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Bipolar.

Línea TCT: (tomas trifásicas del cuadro auxiliar 1).

Cable: 3x10/10 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 32 A, curva C, Tetrapolar.

Línea TCM: (tomas de corriente monofásica del cuadro auxiliar 1).

Cable: 2x2,5 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

1.8.4 CUADRO AUXILIAR 2

1.8.4.1. ENTRADA

Cable: 3x70/35 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Intensidad de Cortocircuito: 10,79 KA.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric mod. C120H, Poder de corte 15 kA, calibre 125 A, curva B, Tetrapolar.

1.8.4.2. SALIDAS

Línea F3: (A la guillotina).

Cable: 3x25/16 mm².

Canalización: Tubo de acero rígido de 32 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 50 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F4: (Al taladro de columna).

Cable: 3x1,5/1,5 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60L C 4P, Poder de corte 25KA, calibre 6 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F5: (Al taladro de columna)

Cable: 3x1,5/1,5 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 16mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60L C 4P, Poder de corte 25KA, calibre 6 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F29: (A la depuradora).

Cable: 3x1,5/1,5 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 10 A, curva C, Tetrapolar.

Línea TCT: (tomas de corriente trifásica del cuadro auxiliar 2)

Cable: 3x10/10 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 32 A, curva C, Tetrapolar.

Línea TCM: (tomas de corriente monofásica del cuadro auxiliar 2).

Cable: 2x2,5 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 2P, Poder de corte 15KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

1.8.5 CUADRO AUXILIAR 3

1.8.5.1. ENTRADA

Cable: 3x120/50 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Intensidad de Cortocircuito: 12,02 KA.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric mod. C120H, Poder de corte 15 kA, calibre 125 A, curva B, Tetrapolar.

1.8.5.2. SALIDAS

Línea F6: (va a la máquina 6).

Cable: 3x1,5/1,5 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60L C 4P, Poder de corte 25KA, calibre 6 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F7: (va a la curvadora de chapa)

Cable: 3x1,5/1,5mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60L C 4P, Poder de corte 25KA, calibre 6 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F8: (Va a la hidrolimpiadora).

Cable: 3x4/4 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 20 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 20 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F9: (va a la cortadora de plasma)

Cable: 3x25/16 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 32 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 50 A, curva C, Tetrapolar.

Línea TCT: (tomas de corriente trifásica del cuadro auxiliar 3)

Cable: 3x10/10 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 32 A, curva C, Tetrapolar.

Línea TCM: (tomas de corriente monofásica del cuadro auxiliar 3).

Cable: 2x2,5 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro...

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 2P, Poder de corte 15KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

1.8.6 CUADRO AUXILIAR 4

Cuadro auxiliar de fuerza.

1.8.6.1. ENTRADA

Cable: 3.5x120 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Intensidad de Cortocircuito: 10,76 KA

Interruptor seccionador de caja moldeada marca Schneider Electric mod. Compact NSX250, Poder de corte 36 kA, calibre 200 A, curva B, Tetrapolar.

8.6.2. SALIDAS

Línea F10: (Va a la máquina 10)

Cable: 3x10/10 mm².

Canalización: tubo de acero rígido de 25 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 25 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F11: (Va a la máquina 11)

Cable: 3x6/6 mm²

Canalización: tubo de acero rígido de 20 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 25 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F12: (Va a la máquina 12)

Cable: 3x4/4 mm²

Canalización: tubo de acero rígido de 20 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 20 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F13: (Va a la máquina 13)

Cable: 3x4/4 mm²

Canalización: tubo de acero rígido de 20 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 16 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F14: (Va a la máquina 14)

Cable: 3x10/10 mm²

Canalización: tubo de acero rígido de 25 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 25 A, curva C, Tetrapolar.

Línea F15: (Va a la máquina 15)

Cable: 3x10/10 mm²

Canalización: tubo de acero rígido de 25 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 25 A, curva C, Tetrapolar.

Línea TCT: (tomas de corriente trifásica del cuadro auxiliar 4)Cable: 3x10/10 mm²

Canalización: tubo de acero rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 4P, Poder de corte 15KA, calibre 32 A, curva C, Tetrapolar.

Línea TCM: (tomas de corriente monofásica del cuadro auxiliar 4).Cable: 2x2,5 mm².

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro..

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C120H C 2P, Poder de corte 15KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

1.8.7 CUADRO AUXILIAR 5

Cuadro auxiliar de alumbrado del taller.

1.8.7.1. ENTRADA

Cable: 3.5x25 mm²

Canalización: bandeja de acero perforada de acero galvanizado.

Intensidad de Cortocircuito: 8,54 KA

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 25 A, curva B, Tetrapolar.

1.8.7.2. SALIDAS

Línea A1:Cable: 2x2,5/2,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Tetrapolar.

Línea A2:Cable: 2x1,5/1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Tetrapolar.

Línea A3:Cable: 2x2,5/2,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Tetrapolar.

Línea A4:Cable: 2x1,5/1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Tetrapolar.

Línea A5:Cable: 2x2,5/2,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Tetrapolar.

Línea AES:Cable: 2x1,5/1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Bipolar.

Línea ACT (alumbrado centro de transformación):Cable: 2x1,5/1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16mm. de diámetro subterránea hasta centro de transformación.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea ACT Alumbrado:Cable: 2x1,5/1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Bipolar.

Línea ACT AES:Cable: 2x1,5/1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Bipolar.

1.8.8. CUADRO AUXILIAR 6

Cuadro auxiliar de fuerza y alumbrado vestuarios y almacén.

1.8.8.1. ENTRADA

Cable: 3x10/10 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido.

Intensidad de Cortocircuito: 6,77 KA.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 50 A, curva B, Tetrapolar.

1.8.8.2. SALIDAS

Línea A8:

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea A9:

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea A10:

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea TCM1: (tomas de corriente monofásica)

Cable: 2x2,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

Línea TCM2: (tomas de corriente monofásica)

Cable: 2x2,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

Línea AES: (alumbrado de emergencia y señalización)

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Bipolar.

1.8.9. CUADRO AUXILIAR 7

Cuadro auxiliar de fuerza y alumbrado de oficinas.

1.8.9.1. ENTRADA

Cable: 3x10/10 mm².

Canalización: bandeja perforada de acero galvanizado.

Intensidad de Cortocircuito: 5,98 kA.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 4P, Poder de corte 10KA, calibre 50 A, curva B, Tetrapolar.

1.8.9.2. SALIDAS

Línea A11:

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea A12:

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea A13:

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea A14:

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 10 A, curva C, Bipolar.

Línea TCM1: (tomas de corriente monofásica)

Cable: 2x2,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

Línea TCM2: (tomas de corriente monofásica)

Cable: 2x2,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 16 A, curva C, Bipolar.

Línea AES: (alumbrado de emergencia y señalización)

Cable: 2x1,5 mm²

Canalización: tubo de PVC rígido de 16 mm. de diámetro.

Interruptor Magnetotérmico modular marca Schneider Electric modelo C60H C 2P, Poder de corte 10KA, calibre 6 A, curva C, Bipolar.



1.8.10. PROTECCION DIFERENCIAL

En el cuadro general del centro de transformación y en el cuadro general de distribución se ha colocado relees diferenciales con toroidal separado asociados a los interruptores magnetotérmicos que protegen las líneas. Estos son de la marca Schneider Electric y están detallados en el apartado anterior.

En los cuadros auxiliares, por criterios de economía y selectividad, no hemos protegido cada línea con un diferencial sino que los hemos agrupado en una distribución que a continuación se detalla. Todos ellos son de la marca Schneider Electric:

1.8.10.1. EN EL CUADRO AUXILIAR 1

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/40/300), para proteger contra corrientes de defecto en las máquinas 1, 2, y 16.

Un diferencial de 4 polos, 63 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las máquinas 17 y tomas trifásicas.

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300mA (2/25/300), para proteger contra corrientes de defecto en las maquinas 30 y 31.

Un diferencial de 4 polos, 25 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/25/30), para proteger contra corrientes de defecto a las tomas monofásicas.

1.8.10.2. EN EL CUADRO AUXILIAR 2

Un diferencial de 4 polos, 63 A de corriente nominal y sensibilidad 300mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en la máquina 3.

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las máquinas 4, 5 y 29.

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las tomas trifásicas.

Un diferencial de 4 polos, 25 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/25/30), para proteger contra corrientes de defecto a las tomas monofásicas.

1.8.10.3. EN EL CUADRO AUXILIAR 3

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las máquinas 6, 7 y 8.

Un diferencial de 4 polos, 63 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en la máquina 9.

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las tomas de corriente trifásicas de esa línea.

Un diferencial de 4 polos, 25 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/25/30), para proteger contra corrientes de defecto a las tomas monofásicas.

1.8.10.4. EN EL CUADRO AUXILIAR 4

Un diferencial de 4 polos, 63 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las máquinas 10 y 11

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las máquinas 12 y 13.

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las tomas de corriente trifásicas de esa línea.
Un diferencial de 4 polos, 63 A de corriente nominal y sensibilidad 300 mA (4/63/300), para proteger contra corrientes de defecto en las máquinas 14 y 15.
Un diferencial de 4 polos, 25 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/25/30), para proteger contra corrientes de defecto a las tomas monofásicas.

1.8.10.5. EN EL CUADRO AUXILIAR 5

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 30 mA (4/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a las líneas de alumbrado del taller 1, 2 y 3.
Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 30 mA (4/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a las líneas de alumbrado del taller 4 y 5.
Un diferencial de 2 polos, 25 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a la línea de emergencias del taller.

1.8.10.6. EN EL CUADRO AUXILIAR 6

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 30 mA (4/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a todas las líneas de alumbrado y de emergencias de la planta baja.
Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a las tomas monofásicas.

1.8.10.7. EN EL CUADRO AUXILIAR 7

Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 30 mA (4/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a todas las líneas de alumbrado de la primera planta del edificio de oficinas.
Un diferencial de 2 polos, 25 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a la línea de emergencias de la primera planta del edificio de oficinas.
Un diferencial de 4 polos, 40 A de corriente nominal y sensibilidad 30mA (2/40/30), para proteger contra corrientes de defecto a las tomas monofásicas.

1.8.11. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES TRANSITORIAS

Al haber instalación de pararrayos, a pesar de ser acometida subterránea, deberá llevar protección de tipo 1 y 2.

Colocaremos un limitador de sobretensiones transitorias combinado tipo 1 y 2 en el cuadro general de distribución. Será de la marca Schneider Electric, el modelo PRD1 25r 3+N. In de 25kA y Up de 1,5kV. Para garantizar la seguridad y continuidad de servicio después de las descargas lleva asociado un automático para la desconexión, es de la marca Schneider Electric modelo NG125N de calibre 80 A, poder de corte 25KA, tetrapolar y curva C.



En cada cuadro auxiliar además deberemos colocar un limitador de sobretensiones tipo 2 con su automático de desconexión apropiado. No es necesario colocar limitadores de tipo 3 ya que la distancia desde el de tipo 2 hasta los receptores no es excesiva. En todos los cuadros auxiliares será el mismo limitador con su automático de desconexión, y será el siguiente:

Limitador de sobretensiones transitorias tipo 2, marca Schneider Electric, modelo PRD40r, Tetrapolar, I_{max} de 40kA, U_p de 1,4kV e I_n de 15kA. Lleva asociado un automático para la desconexión, marca Schneider Electric modelo C60H de calibre 40 A, poder de corte 10KA, tetrapolar y curva C.

1.9. PUESTAS A TIERRA

1.9.1. OBJETO DE LAS PUESTAS A TIERRA

Según la instrucción ITC 18 del Reglamento de Baja Tensión, las puestas a tierra se establecen con el objeto, principalmente, 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 el material utilizado.

La puesta a tierra se plantea como una instalación paralela a la instalación eléctrica, como un circuito de protección que ha de proteger no solo a las personas, sino a los animales, a las propias instalaciones eléctricas y a los receptores a ellas conectadas.

1.9.2. DEFINICIÓN

Al hablar de ‘puesta a tierra’, nos referimos a toda ligazón metálica directa sin fusible ni protección ninguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos.

Estos electrodos estarán enterrados en el suelo, con el objeto de conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima al terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la descarga de origen atmosférico.

1.9.3. PARTES QUE COMPRENDEN LAS PUESTAS A TIERRA

1) TOMAS DE TIERRA

Son el elemento de unión entre el terreno y el circuito instalado en el interior del edificio. Se compone de Electrodos, Líneas de enlace con tierra y Puntos de puesta a tierra:

-Electrodos: son masas metálicas en contacto permanente con el terreno, que sirven para facilitar el paso al mismo de las corrientes de defecto o de la carga eléctrica que pueda haber.

Pueden ser Naturales o Artificiales. Generalmente se usan los artificiales, aunque también se suelen aprovechar los electrodos ya existentes (naturales) en combinación con los artificiales.

Por lo general, lo más común es encontrar los electrodos artificiales, en forma de anillo o mallas metálicas, o bien como picas enterradas en el terreno o como placas metálicas.

-Líneas de enlace con tierra: están formadas por los conductores que unen el electrodo o conjunto de ellos, con el punto de puesta a tierra.

-Puntos de puesta a tierra: sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra, se sitúa fuera del terreno.

2) LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA

Es la parte del circuito de puesta a tierra del edificio, que está formado por conductores de cobre, que partiendo de los puntos de puesta a tierra, conecta con las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de todas las masas o elementos necesarios.

Se dimensionarán con la máxima corriente de falta que se prevea, y tendrán una sección mínima de 16 mm².

3) DERIVACIONES DE LA LÍNEA PRINCIPAL DE TIERRA

Son los conductores de cobre que unen la línea principal de tierra con los conductores de protección o bien directamente con las masas significativas que existen en el edificio. Se dimensionan según la instrucción ITC 19.

4) CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Son los conductores de cobre encargados de unir eléctricamente las masas de una instalación y de los aparatos eléctricos, con las derivaciones de la línea principal de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

El dimensionamiento de estos conductores viene dado en la instrucción ITC 19, en función de la sección del conductor de fase de la instalación que protege.

5) EL TERRENO

El terreno desde el punto de vista eléctrico, se considera como el elemento encargado de disipar las corrientes de defecto o las descargas atmosféricas.

El comportamiento del terreno viene determinado por su resistividad, que es una característica de todos los materiales y que nos da una idea de la resistencia que ofrece un material al ser atravesado por una corriente eléctrica. Los materiales de baja resistividad dejan pasar fácilmente la corriente eléctrica, mientras que los de alta resistividad se oponen al paso de la corriente.

La resistividad depende de cada terreno y se mide en Ohmios por metro.

Como los terrenos no suelen ser homogéneos en su composición, lo que se suele utilizar para estos cálculos es una resistividad aparente que promedia los efectos de las diferentes capas que componen el terreno.

1.9.4. ELEMENTOS QUE CONECTAREMOS A LA TOMA DE TIERRA

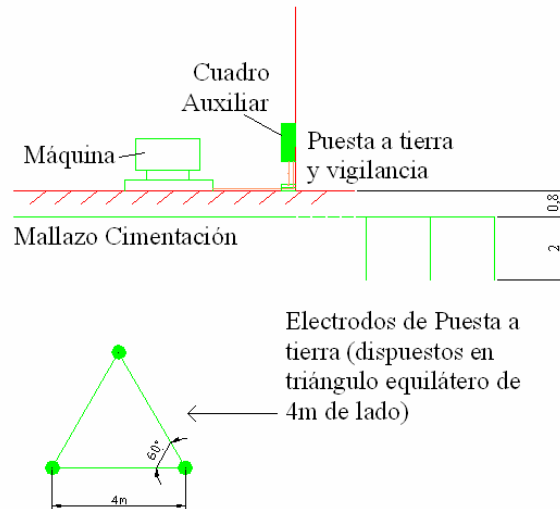
Conectaremos a la instalación de puesta a tierra de la nave, los elementos metálicos o los elementos susceptibles de ponerse en tensión, con el objetivo de conseguir una red equipotencial dentro del edificio y en contacto íntimo con tierra.

Deberán conectarse a tierra:

- Las instalaciones de fontanería, gas y calefacción, depósitos, calderas, etc.
- Instalación de pararrayos.
- Instalaciones de antenas de TV y FM.

- Toda masa o elemento metálico significativo.
- Redes equipotenciales de cuarto de baño, que unan enchufes y masas metálicas
- Guías metálicas de los ascensores.

DETALLE DE LA PUESTA A TIERRA:



1.9.5. SOLUCIÓN ADOPTADA

La instalación de puesta a tierra que adoptaremos estará compuesta por un electrodo compuesto de tres picas de acero recubiertas de cobre de catorce milímetros de diámetro y dos metros de longitud, separadas entre sí cuatro metros formando un triángulo equilátero y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección. A su vez las picas irán unidas a la malla metálica de cimentación por medio de sendos conductores de 35 mm^2 de sección, soldados por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave.

Constará de dos puntos de puesta a tierra que se unirá a través de la línea principal de tierra que será de cobre de 25 mm^2 de sección, de la que partirán las derivaciones a los cuadros auxiliares de distribución. A su vez de estos partirán los conductores de protección a los distintos receptores.

Los conductores de tierra serán de color amarillo-verde.

1.10. PARARRAYOS

1.10.1. OBJETO DE LA INSTALACIÓN DE PARARRAYOS

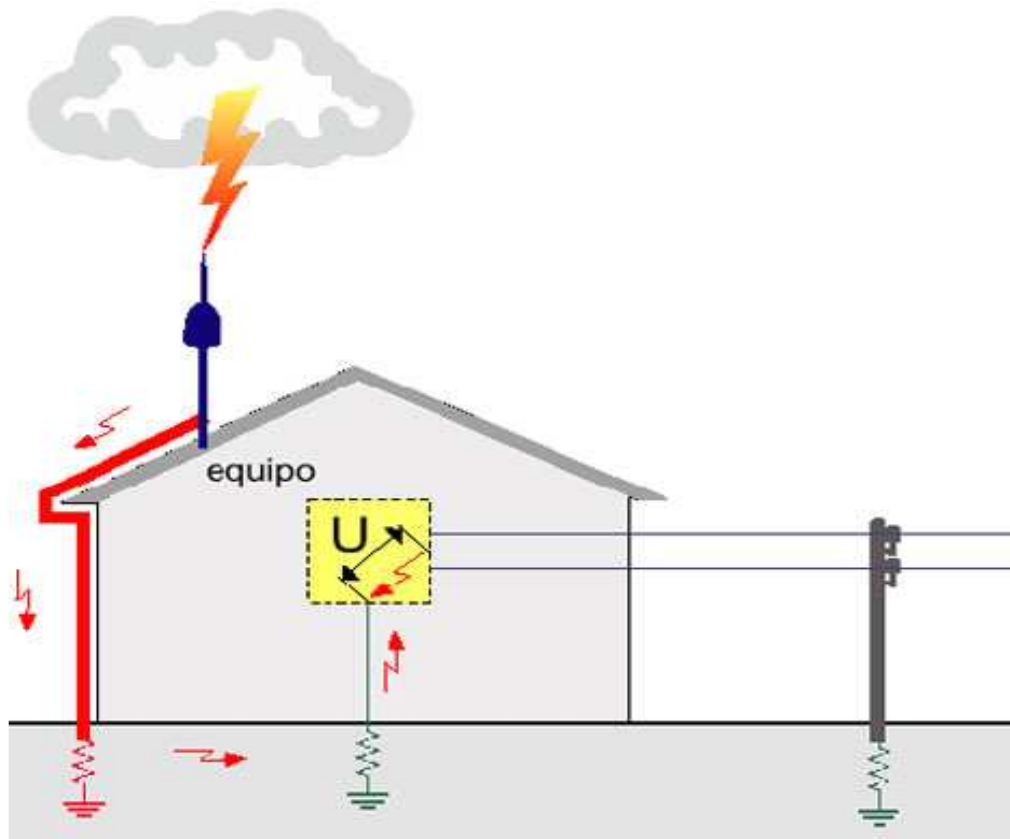
Con la aparición del Código Técnico de Edificación, aprobado en septiembre de 2006 y revisado en febrero de 2010, aparecen nuevas medidas de seguridad en relación a la protección integral contra el rayo. De este modo, el pararrayos pasa a ser un elemento más, en la nueva edificación.

El CTE SUA (seguridad de utilización y accesibilidad), fija las exigencias básicas de calidad de los edificios y sus instalaciones, entre las que se encuentra la sección SUA 8 “Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo”, de aplicación en:

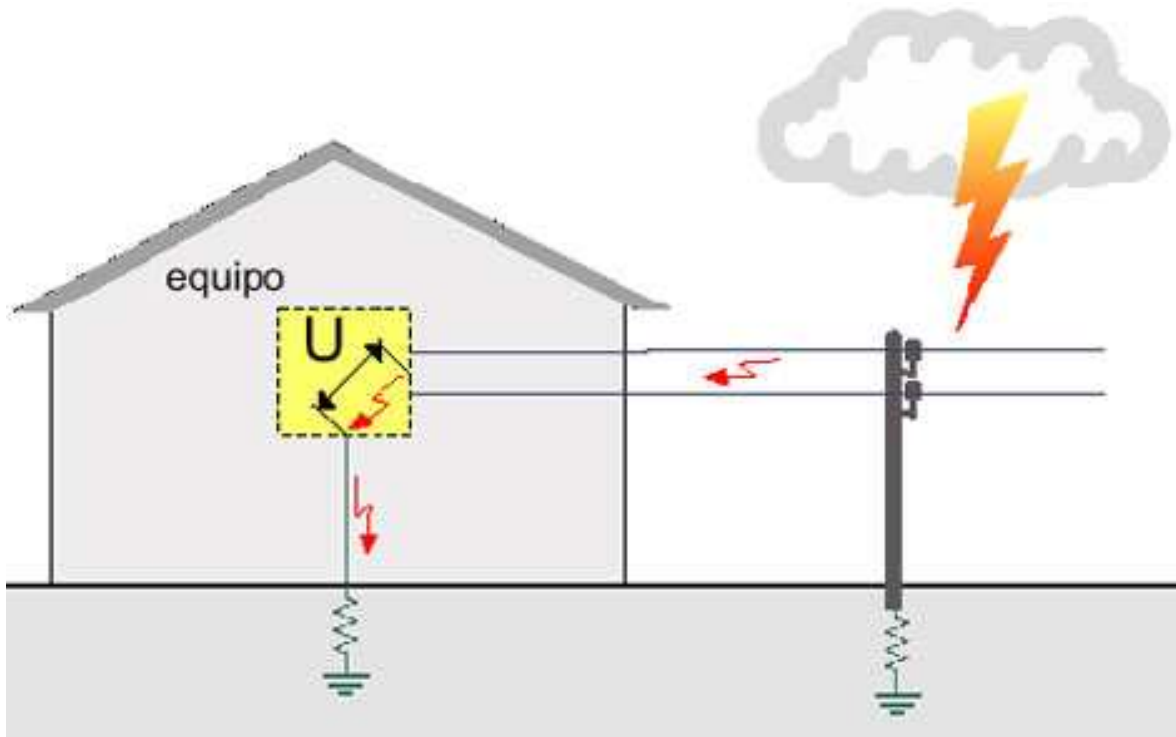
- Obras de edificaciones de nueva construcción.
- Obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación.
- Cambio de actividad o uso del edificio existente.

Una protección integral contra el rayo y las sobretensiones, tiene como objetivo fundamental **aportar seguridad a las personas**, además de **proteger estructuras, bienes y equipos**. Esta protección consta de tres partes:

- Protección externa → Pararrayos o mallas conductoras



- Protección interna → Protectores contra sobretensiones



- Red de tierras

En este apartado analizaremos la protección externa.

Tanto la protección interna como la red de tierras serán estudiadas en otros apartados de este proyecto con detenimiento.

1.10.2. NECESIDAD DE INSTALACION DE SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA EL RAYO

La instalación de un sistema de protección contra el rayo es obligatoria cuando se cumplan cualquiera de los tres siguientes casos:

1. Edificios donde se manipulen sustancias **tóxicas, explosivas o altamente inflamables**.
2. Edificios que la altura sea superior a **43m**.
3. Siempre que la **frecuencia esperada de impactos (N_e)** sea mayor que el **riesgo admisible (N_a)**. (Cálculos según CTE SU8. $N_e > N_a$)

Los valores de N_a y N_e , dependen de factores que serán analizados en el apartado de cálculos.

1.10.3. TIPOS DE SISTEMAS DE PROTECCION EXTERNA CONTRA EL RAYO

Existen tres tipos de protección externa contra el rayo que son las siguientes:

- Mallas conductoras
- Puntas tipo Franklin
- Pararrayos con dispositivo de cebado

Todos ellos deben de estar certificados, y cumplir con las siguientes normas de aplicación:

- Código Técnico de Edificación SU8
- UNE 21.186
- UNE 21.185
- NF C 17-103
- IEC 61024-I

1.10.4. PARTES QUE COMPRENEN LA INSTALACIÓN DE PARARRAYOS

Las partes que comprenden un pararrayos, para el tipo de pararrayos con sistema de cebado, son las siguientes, y las ordenaremos por orden de la parte superior, o donde impacta el rayo, hacia abajo:

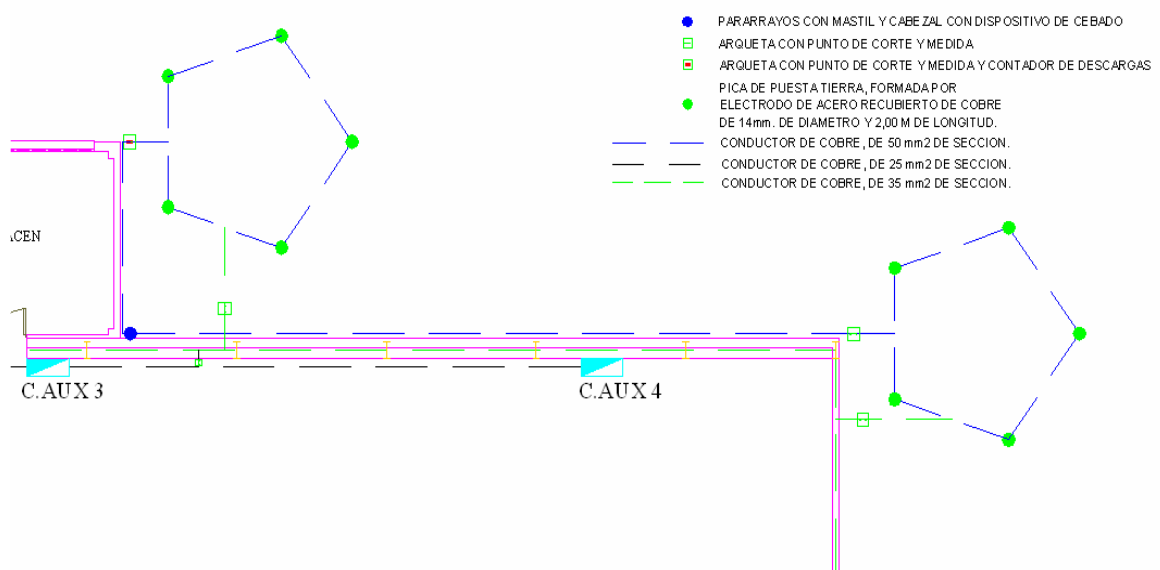
1. **CABEZAL CAPTADOR** → Los pararrayos con dispositivo de cebado, emiten impulsos de alta tensión que aseguran la formación anticipada del trazador ascendente aumentando el radio de cobertura frente a un pararrayos convencional.
2. **PIEZA DE ADAPTACION** → Permite acoplar el cabezal al mástil, garantizando así la continuidad eléctrica del cabezal y el cable de bajante.
3. **MASTIL** → Elemento extensible o fijo para dar altura necesaria al cabezal captador del pararrayos para cubrir el radio de acción de la zona a proteger.
4. **ANCLAJE MÁSTIL** → Su función es la sujeción del mástil, existiendo diferentes tipos: colocación mediante tornillo o para empotrar.
5. **CONDUCTOR BAJANTE** → Elemento conductor designado a encaminar la corriente del rayo desde el cabezal captador hasta la toma de tierra. La sección mínima es de 50mm². Tendrá como mínimo una bajante, siendo necesarias 2 en los siguientes casos:
 1. La estructura tenga altura superior a 28 metros.
 2. La proyección horizontal sea superior a la vertical.
6. **SOPORTES DE CABLE** → Fija el conductor de bajada en toda su trayectoria para evitar movimientos del mismo. Son aislantes.
7. **CONTADOR DE DESCARGAS** → Indica los impactos del rayo recibidos por la instalación de protección. Recomendado por la norma UNE 21186 1996. También puede estar colocado en la parte inferior de la bajante, antes del punto de corte y medida.
8. **MANGUITOS DE UNION** → Permiten desconectar la toma de tierra con el fin de efectuar la medida de resistencia. No son necesarios si se coloca en la parte inferior una arqueta de corte y medida.

9. **TUBO DE PROTECCION** → Tubo de hierro galvanizado de 2m. mínimo para evitar los choques mecánicos contra el conductor de bajante.
10. **TOMA DE TIERRA Y EQUIPOTENCIALIDAD** → Existen varias configuraciones para la realización de una toma de tierra, dependiendo de la construcción y los materiales empleados, debiendo de conseguir una resistividad inferior a 10Ω , con un mínimo de 3 electrodos. Se recomienda unir la toma de tierra del pararrayos al sistema de tierras existentes, así como todas las masas metálicas próximas, con el fin de asegurarnos una buena equipotencialidad y que no se produzcan saltos de chispas.

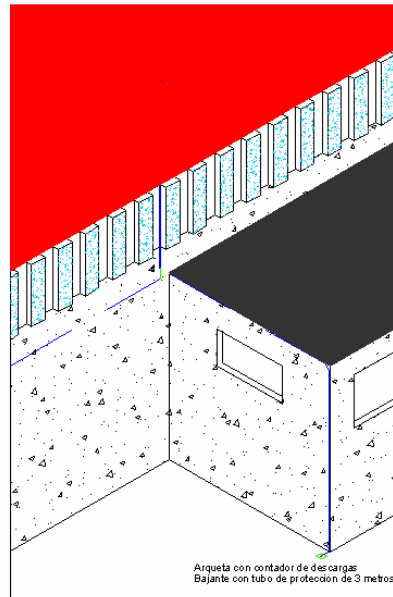
1.10.5. SOLUCION ADOPTADA

La instalación de pararrayos que adoptaremos esta compuesta por un pararrayos con cabezal con dispositivo de cebado. Este esta colocado a una altura 4 metros superior a la parte más alta de la nave con el fin de tener el radio de protección suficiente para proteger tanto la nave como el centro de transformación. El conductor bajante, debido a la anchura de la nave, será realizado por dos bajantes realizadas mediante cable de cobre desnudo de 50mm^2 . Tendrán una arqueta en la parte inferior de la bajante donde se situara tanto el contador de descargas como el punto de corte y medida. Desde este punto partirá un cable desnudo de 50mm^2 que ira conectado a 5 picas de 2 metros de largas, separadas 4 metros entre si y de manera que formen un pentágono equilátero de 5 lados. Finalmente estará conectado a la red de tierras general de la nave para asegurar la equipotencialidad. Las conexiones estarán realizadas mediante soldadura aluminotérmica tal como indica la instrucción ITC 18 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

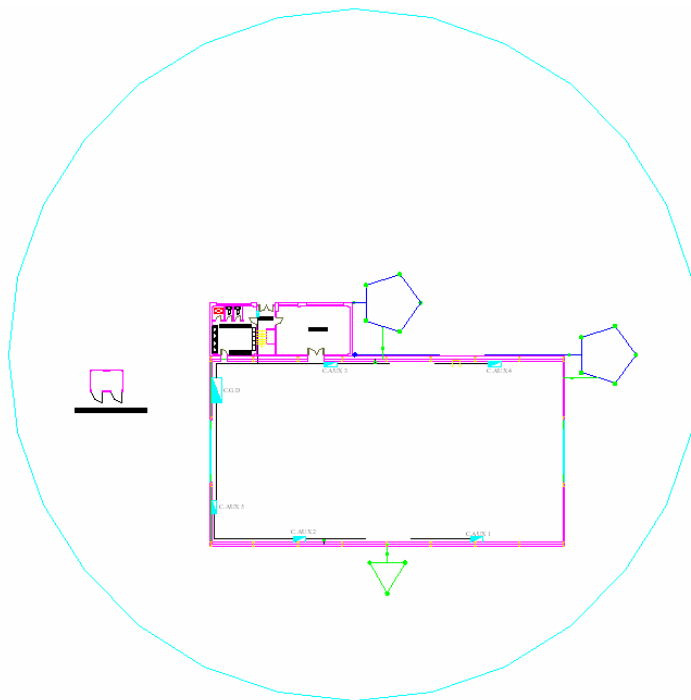
➤ Vista aérea



- Vista 3D con 1 bajante.



- Radio de protección del pararrayos.





1.11. COMPENSACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

1.11.1 GENERALIDADES

Los aparatos y máquinas utilizados, además de un consumo de energía activa, tienen un consumo de energía reactiva inductiva, representada por el $\cos\phi$, o factor de potencia.

El factor de potencia depende únicamente de las características de los receptores y de su régimen de funcionamiento (tipo de motor, velocidad, carga,..) y es independiente del rendimiento propio de estos receptores.

1.11.2 VENTAJAS DE UN ELEVADO FACTOR DE POTENCIA

Las ventajas de tener un buen factor de potencia, se pueden resumir en las siguientes:

- Ahorro importante en las facturas de electricidad.
- Optimización de las instalaciones eléctricas.

Dentro de estas podemos desglosar:

- Disminución de la caída de tensión en las líneas; esto es debido a que en las líneas de distribución de baja tensión que se encuentran sobrecargadas y tienen un bajo factor de potencia, se producen muy a menudo caídas de tensión que resultan perjudiciales para el buen funcionamiento de la instalación.
- Reducción del dimensionado de las líneas.
- Disminución de las pérdidas por el calentamiento de la línea; esto es debido a que la resistencia de los conductores siempre provoca pérdidas de potencia. Estas son proporcionales al cuadrado de la corriente transportada, la cual, para una misma potencia activa, disminuye a medida que el factor de potencia aumenta.
- Aumento de la potencia disponible en el transformador de alimentación. Mientras el factor de potencia crece, la potencia aparente (S) para una misma potencia activa (P) disminuye; es decir, se utilizará tanto mejor un transformador conforme el factor de potencia de la carga más se aproxime a la unidad.
- Facilita el suministro de la tensión nominal a los receptores.
- Reporta una disminución de costes de la factura de energía eléctrica ya que la compañía suministradora realiza una bonificación a los usuarios que mantengan su valor de $\cos\phi$ entre 0.9 y 1.

1.11.3 MÉTODOS PARA MEJORAR EL FACTOR DE POTENCIA

PROCEDIMIENTOS DIRECTOS

Actúan directamente sobre la causa misma del bajo factor de potencia, es decir, procura en lo posible disminuir el consumo innecesario de energía reactiva actuando sobre las cargas normales de la instalación.



Los más importantes son:

Correcta elección del equipo eléctrico.

Evitar las marchas en vacío o cargas reducidas de los motores eléctricos.

Sustituir los motores defectuosos y repararlos.

Dejar desconectados los motores fuera de las horas de trabajo.

Reducir las marchas en vacío o con poca carga de los transformadores.

PROCEDIMIENTOS INDIRECTOS

Consisten en compensar el consumo de energía reactiva mediante elementos productores de energía capacitiva, compensando parcial o totalmente la energía inductiva consumida por los elementos receptores. Para este tipo de procedimientos se utilizan compensadores que se dividen en:

- Compensadores giratorios, también llamados compensadores síncronos. Estos son principalmente motores síncronos trabajando sobreexcitados, los cuales proporcionan energía capacitiva.
- Compensadores estáticos o condensadores, pueden ser individualmente o en baterías de condensadores conectados adecuadamente.

1.11.4 SOLUCIÓN ADOPTADA

La solución adoptada para mejorar el factor de potencia es el de compensadores estáticos o condensadores, por presentar estos las siguientes ventajas respecto a los compensadores giratorios:

- Al estar constituidos por elementos de la misma potencia, el precio por kVA permanece constante cualquiera que sea la potencia instalada.
- La potencia activa consumida es muy pequeña (de 0,3 % a 0,5 % de su potencia aparente).
- Se suprimen prácticamente todos los gastos de la vigilancia y mantenimiento.
- Marcha sin desgaste apreciable, lo que implica gran duración de funcionamiento.
- Posibilidad de fraccionar la potencia instalada y modificar el reparto de las baterías según las necesidades.
- Instalación fácil.

Se elige un equipo para compensación automática de energía reactiva:

Marca: Schneider Electric.

Tipo: Batería automática Varset vertical estándar, armario simple.

Tensión asignada: 400 V trifásico.

Frecuencia: 50 Herzios.

Instalación: Armario colocado sobre el suelo.

Grado de protección: IP31.

Q (kVAr) = 15+5x30

Componentes del conjunto:

- Condensadores Varplus².
- Auto transformador 400/230V, integrado.
- Contactores específicos para el mando de condensadores.
- Reguladores de reactiva Varlogic.
- Interruptor automático Schneider Electric NS400 integrado.

La unión del conductor de la batería de condensadores se hace mediante un cable de cobre de sección 3x120/70 mm².



1.12. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN:

1.12.1 OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es especificar las condiciones técnicas y de ejecución de un centro de transformación de características normalizadas cuyo fin es suministrar energía eléctrica en baja tensión.

1.12.1.1 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES.

Para la elaboración del proyecto se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

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

1.12.2 EMPLAZAMIENTO.

El centro de transformación se encuentra situado en la parte trasera de la nave industrial, en un local destinado exclusivamente a su uso. Está adosado a la nave industrial y su acceso está situado en el exterior de misma.

1.12.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

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

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión que viene de un centro de transformación de enlace próximo, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 13,2 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora IBERDROLA.

CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6

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

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

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

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

1.12.4. PROGRAMA DE NECESIDADES Y POTENCIA INSTALADA EN kVA.

Dimensionaremos el conductor para la potencia nominal del transformador, así estará sobredimensionado previendo una futura ampliación.

$$S = 500 \text{ KVA.}$$

$$V = 400\text{V.}$$

$$I_a = S / (\sqrt{3} * V) = 721,69 \text{ A}$$

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.D.G. la haremos por medio de un conductor de Sección: $S = 3 \times (2 \times 300) / 300$

$$L = 12 \text{ m.}$$

$$e = (\sqrt{3} * L * I_a * \text{Cos}\phi) / S\gamma = 0,40 \text{ V}$$

$$e(\%) = (e * 100) / 400 = 0,10$$

1.12.5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

1.12.5.1. OBRA CIVIL.

1.12.5.1.1. Local.

El Centro estará ubicado en una caseta independiente destinada únicamente a esta finalidad.

La caseta será de construcción prefabricada de hormigón tipo EHC-3T1D con una puerta peatonal de Schneider Electric, de dimensiones 3.760 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., cuyas características se describen en esta memoria.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Compañía Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Compañía Eléctrica.

1.12.5.1.2. Características del local.

Se tratará de una construcción prefabricada de hormigón COMPACTO modelo EHC de Schneider Electric.

Las características más destacadas del prefabricado de la serie EHC serán:

COMPACIDAD.

Esta serie de prefabricados se montarán enteramente en fábrica. Realizar el montaje en la propia fábrica supondrá obtener:

- calidad en origen,
- reducción del tiempo de instalación,
- posibilidad de posteriores traslados.

FACILIDAD DE INSTALACIÓN.

La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.

MATERIAL.

El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado. Con la justa dosificación y el vibrado adecuado se conseguirán unas características óptimas de resistencia característica (superior a 250 Kg/cm² a los 28 días de su fabricación) y una perfecta impermeabilización.

EQUIPOTENCIALIDAD.

La propia armadura de mallazo electrosoldado garantizará la perfecta equipotencialidad de todo el prefabricado. Como se indica en la RU 1303A, las puertas y rejillas de ventilación no estarán conectadas al sistema de equipotencial. Entre la armadura equipotencial, embebida en el hormigón, y las puertas y rejillas existirá una resistencia eléctrica superior a 10.000 ohmios (RU 1303A).

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

IMPERMEABILIDAD.

Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

GRADOS DE PROTECCIÓN.

Serán conformes a la UNE 20324/89 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.



Los componentes principales que formarán el edificio prefabricado son los que se indican a continuación:

ENVOLVENTE.

La envolvente (base, paredes y techos) de hormigón armado se fabricará de tal manera que se cargará sobre camión como un solo bloque en la fábrica.

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

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión. Estos orificios son partes debilitadas del hormigón que se deberán romper (desde el interior del prefabricado) para realizar la acometida de cables.

SUELOS.

Estarán constituidos por elementos planos prefabricados de hormigón armado apoyados en un extremo sobre unos soportes metálicos en forma de U, los cuales constituirán los huecos que permitirán la conexión de cables en las celdas. Los huecos que no queden cubiertos por las celdas o cuadros eléctricos se taparán con unas placas fabricadas para tal efecto. En la parte frontal se dispondrán unas placas de peso reducido que permitirán el acceso de personas a la parte inferior del prefabricado a fin de facilitar las operaciones de conexión de los cables.

CUBA DE RECOGIDA DE ACEITE.

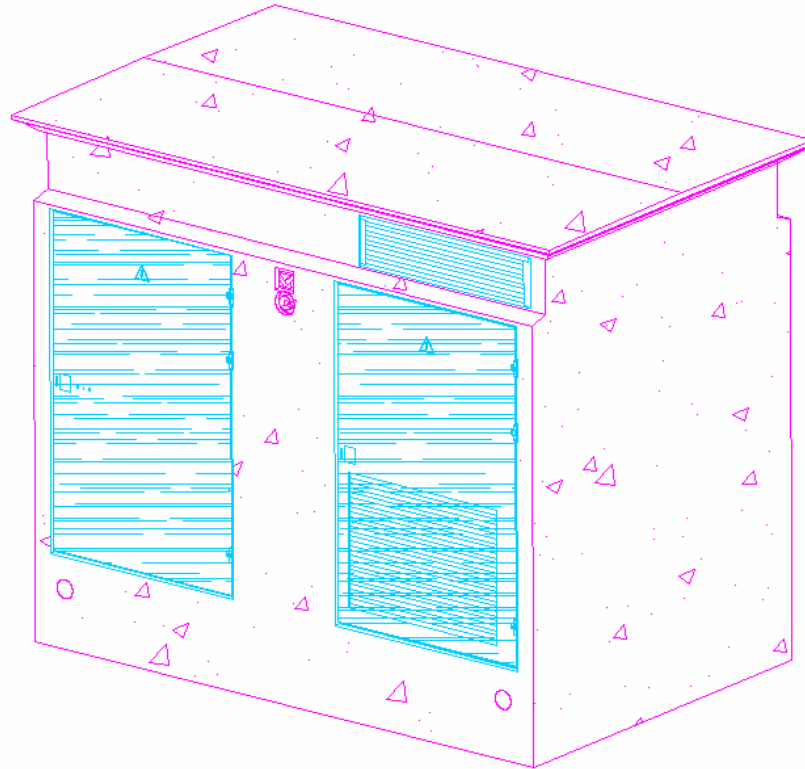
La cuba de recogida de aceite se integrará en el propio diseño del hormigón. Tendrá una capacidad de 760 litros, estando así diseñada para recoger en su interior todo el aceite del transformador sin que éste se derrame por la base.

En la parte superior irá dispuesta una bandeja apagafuegos de acero galvanizado perforada y cubierta por grava.

PUERTAS Y REJILLAS DE VENTILACIÓN.

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

Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico.



1.12.5.2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

1.12.5.2.1. Características de la Red de Alimentación.

La red de alimentación al centro de transformación será de tipo subterráneo a una tensión de 13.2 kV y 50 Hz de frecuencia.

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

1.12.5.2.2. Características de la Aparata de Alta Tensión.

CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.
 - a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 kA cresta,
es decir, 2.5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP307 según UNE 20324-94.



- Puesta a tierra.

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

- Embarrado.

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

CELDA DE REMONTE.

Celda Schneider Electric de remonte de cables gama SM6, modelo GAM, de dimensiones: 500 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras interior tripolar de 400 A para conexión superior, de tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra con poder de cierre.
- Mando CC manual independiente.
- Dispositivo con bloque de 3 lámparas de presencia de tensión.
- Conexión inferior cable seco unipolar.

CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR-FUSIBLES COMBINADOS.

Celda Schneider Electric de protección general con interruptor y fusibles combinados gama SM6, modelo QM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad y 1.600 mm. de altura, conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A, para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CII manual de acumulación de energía.
- Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura con baja disipación térmica tipo MESA CF (DIN 43625), de 24kV, y calibre 25 A.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Indicadores de presencia de tensión con lámparas.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo (aguas arriba y aguas abajo de los fusibles).
- Enclavamiento por cerradura tipo C4 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso a los fusibles en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda QM no se ha cerrado previamente.

CELDA DE MEDIDA.

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 5-15/5A, 10VA CL.0.5S, $I_{th}=200I_n$ y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 13.200:V3-22.000:V3/110:V3, 25VA, CL0.5, $F_t=1,9$ y aislamiento 24 kV.

TRANSFORMADOR 1.

Será una máquina trifásica reductora de tensión, siendo la tensión entre fases a la entrada de 13.2 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro(*).

El transformador a instalar tendrá el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.

La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la máquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 500 kVA.
- Tensión nominal primaria: 13.200 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 4 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 95 kV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min., 50 kV.

(*)Tensiones según:

- UNE 21301:1991 (CEI 38:1983 modificada)(HD 472:1989)
- UNE 21428 (96)(HD 428.1 S1)

CONEXIÓN EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN:

Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.

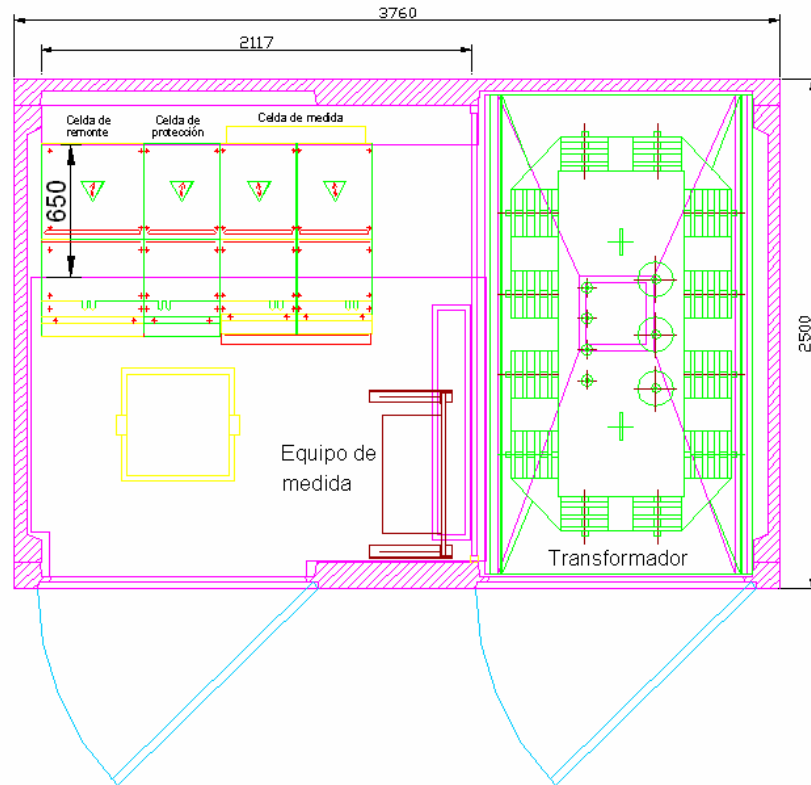
CONEXIÓN EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN:

La distribución de la potencia del centro de transformación al C.G.D. se realiza mediante canalización subterránea en tubería de PVC de 315 milímetros de diámetro con conductores de aluminio unipolares de aislamiento seco tipo RV, aislamiento 0.6/1 kV de 3x(2x300)/300 mm² enterrados.

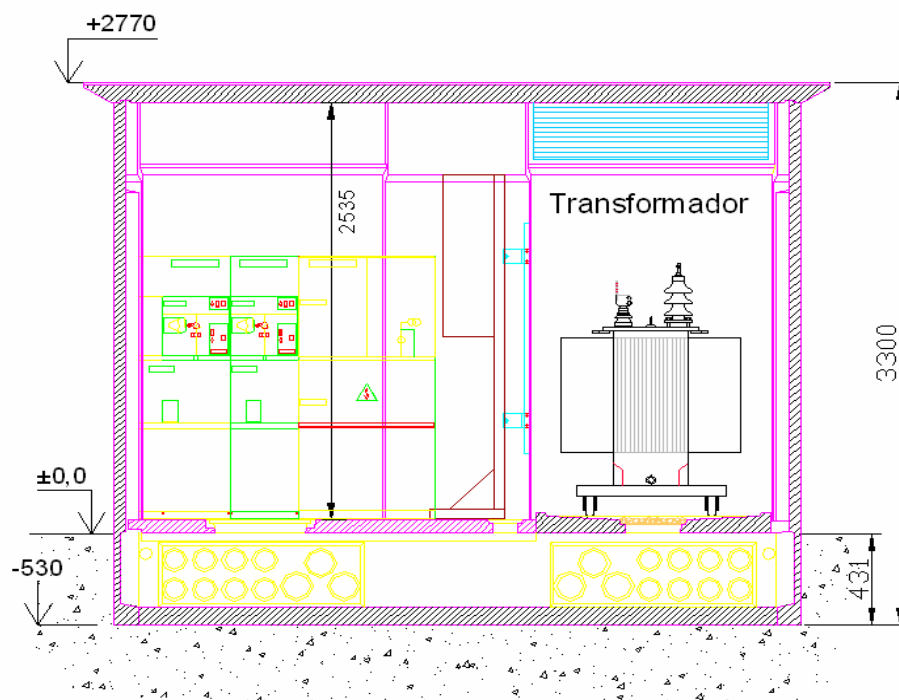
DISPOSITIVO TÉRMICO DE PROTECCIÓN.

Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.

Vista aérea:



Sección:



1.12.5.2.3. Características material vario de Alta Tensión.

EMBARRADO GENERAL CELDAS SM6.

El embarrado general de las celdas SM6 se construye con tres barras aisladas de cobre dispuestas en paralelo.

PIEZAS DE CONEXIÓN CELDAS SM6.

La conexión del embarrado se efectúa sobre los bornes superiores de la envolvente del interruptor-seccionador con la ayuda de repartidores de campo con tornillos imperdibles integrados de cabeza allen de M8. El par de apriete será de 2.8 m.da.N.

1.12.5.2.4. Características de la aparamenta de Baja Tensión.

Los aparatos de protección en las salidas de Baja Tensión del Centro de Transformación no forman parte de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

1.12.5.3. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 1 con medida:
 - Activa: monodireccional.
 - Reactiva: dos cuadrantes.
- Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado. Registro de curvas de carga horaria y cuarto horaria.
- Regleta de comprobación homologada.
- Elementos de conexión.
- Equipos de protección necesarios.

1.12.5.4. PUESTA A TIERRA.

1.12.5.4.1. Tierra de Protección.

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

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

1.12.5.4.2. Tierra de Servicio.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en los cálculos del proyecto.

1.12.5.4.3. Tierras interiores.

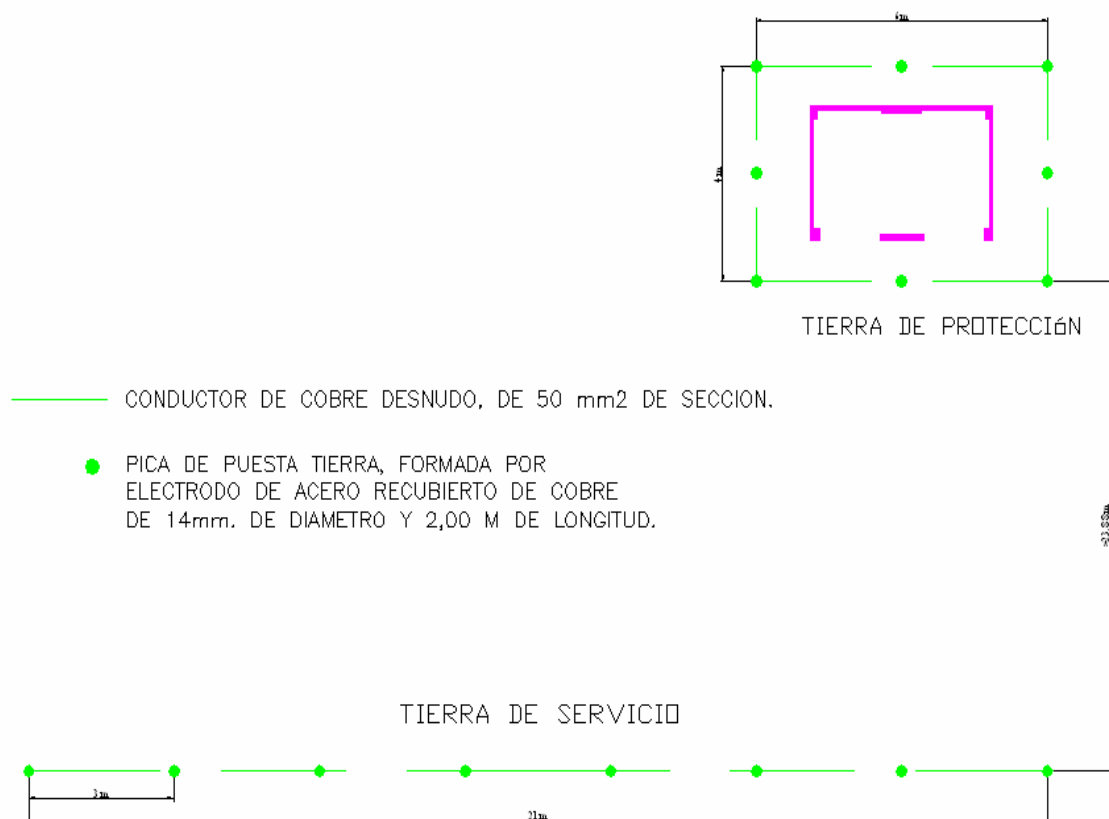
Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

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

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

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

Vista tierras de servicio y protección:



1.12.5.5. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

1.12.5.5.1. Alumbrado.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

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

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

1.12.5.5.2. Baterías de Condensadores.

La batería de condensadores se instalará en el C.G.D. La explicación de este punto está extensamente desarrollada en el punto anterior de este documento.

1.12.5.5.3. Protección contra Incendios.

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

1.12.5.5.4. Ventilación.

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

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

La justificación técnica de la correcta ventilación del centro se encuentra en los cálculos de este proyecto.

1.12.5.5.5. Medidas de Seguridad.

SEGURIDAD EN CELDAS SM6

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

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimiento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.



- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

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

1.12.5.5.6. Pararrayos

Al venir la línea de acometida de otro centro de transformación, muy próximo al de la nave, que tiene protecciones para las perturbaciones que nos pueden entrar por la línea, no será necesaria la instalación de este tipo de protección.

Aún así, la nave, por su tipo de instalación, lleva instalación de pararrayos, cuyo radio de protección cubre la zona donde está ubicado el centro de transformación.



1.13. RESUMEN DEL PRESUPUESTO:

El presupuesto total de la obra asciende a: doscientos doce mil tres coma treinta y cinco Euros.

PRESUPUESTO DE LOS MATERIALES CON MANO DE OBRA INCLUIDA	TOTAL:	157.817,31€
IMPREVISTOS		9.015,18€
	TOTAL:	166.832,49€
IVA APLICABLE 16%		26.693,20€
BENEFICIO INDUSTRIAL (10% MATER)		15.781,73€
PRESUPUESTO DE LA OBRA	TOTAL:	209.307,42€
HONORARIOS Y DERECHOS DE REDACCIÓN DE LA OBRA 5% TOTAL		10.465,37€
HONORARIOS Y DERECHOS DE DIRECCIÓN DE OBRA 3% TOTAL		6.279,22€
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA		226.052,01€

Corella, 29 Abril de 2.010
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Iván Bienzobas Rupérez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

2. CALCULOS

Iván Bienzobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



INDICE:

2.1. ILUMINACIÓN.....	2.4-2.11
2.1.1 INTRODUCCIÓN	2.4
2.1.2 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR	2.4-2.10
2.1.3 CÁLCULOS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACIÓN	2.10-2.11
2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE LÍNEA.....	2.12-2.15
2.2.1 INTRODUCCIÓN	2.12
2.2.2 INTENSIDADES DE LOS CUADROS AUXILIARES.....	2.12-2.15
2.2.3 INTENSIDADES EN EL CUADRO GENERAL.....	2.15
2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN	2.16-2.20
2.3.1 INTRODUCCIÓN	2.16
2.3.2 INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ADJUNTAS	2.16
2.3.3 ACOMETIDA. TRANSFORMADOR. C.G.D.	2.17
2.3.4 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES	2.17-2.19
2.3.5 CANALIZACIONES.....	2.19-2.20
2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO	2.21-2.24
2.4.1 INTRODUCCIÓN	2.21
2.4.2 PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO	2.21
2.4.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR.....	2.21
2.4.4 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL C.G.D.....	2.22
2.4.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LAS LÍNEAS	2.22-2.24
2.5. MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA	2.25-2.26
2.5.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A INSTALAR.....	2.25
2.5.2 SOLUCIÓN ADOPTADA	2.25-2.26
2.5.3 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN A LA BATERÍA	2.26
2.5.4 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA.....	2.26
2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA	2.27-2.28
2.6.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO	2.27
2.6.2 ELECTRODO.....	2.27-2.28



2.7. PARARRAYOS	2.29-2.33
2.7.1 PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION	2.29-2.31
2.7.2 TIPO DE INSTALACION EXIGIDO.....	2.31
2.7.3 ELECCION DE COMPONENTES Y SITUACION	2.31
2.7.4 CÁLCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE LAS BAJANTES.....	2.32
2.7.5 SOLUCIÓN ADOPTADA	2.32-2.33
2.8. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	2.34-2.48
2.8.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN	2.34
2.8.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN.....	2.34
2.8.3 CORTOCIRCUITOS.....	2.35-2.36
2.8.4 DIMENSIONADO DEL EMBARRADO	2.36-2.39
2.8.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN	2.39
2.8.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.....	2.40
2.8.7 DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS.....	2.41
2.8.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	2.41-2.48

2.1. CÁLCULO DE LA ILUMINACIÓN:

2.1.1 INTRODUCCIÓN

Para la realización del proyecto de iluminación interior seguiremos el método descrito en la memoria.

Este método denominado método de los lúmenes se basa en el desarrollo de estos seis puntos:

- Determinación del nivel de iluminación requerido
- Determinación del coeficiente de utilización
- Cálculo del número de lúmenes totales
- Cálculo del número de lámparas necesarias
- Cálculo de la altura de las lámparas
- Distribución de lámparas y lúmenes
- Fijación del emplazamiento de las lámparas

El desarrollo de estos puntos está extensamente desarrollado en el documento MEMORIA del presente proyecto.

2.1.2 CÁLCULOS DE LA ILUMINACIÓN INTERIOR:

2.1.2.1 TALLER

I. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL			
Longitud	39,6	Determinación del nivel de iluminación:	
Anchura	20,9	Mínimo	200
Altura	7,5	Recomendable	300
Superficie	815,1	Sistema de iluminación	Directa

II. DISTRIBUCIÓN	
A.) Altura de suspensión de las luminarias	m
Altura de suspensión de las luminarias (h)	6,5
Distancia de las luminarias al plano de trabajo (d)	5,2
Distancia de las luminarias al techo (d')	1,3
B.) Distribución de las luminarias	M
Distancia mínima horizontal entre dos focos contiguos (e)	7,8
Dist. mín. horizontal. desde las lum. extremas al muro perpendicular (e')	3,9
C.) Número mínimo de luminarias	und.
Según la longitud del local (n)	5
Según el ancho del local (n')	3
Nº de luminarias totales	15

III. CALCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL	
A.) Calculo del flujo luminoso	
Índice del local (K)	4,74



Factores de reflexión:	
Techo (r_T)	0,5
Pared (r_P)	0,3
Factor de utilización (u)	0,59
Factor de depreciación (d)	1,35
Flujo luminoso teórico necesario (f_o)	568.512
B.) Distribución del nº definitivo de luminarias	
Tipo de lámpara a utilizar: lámpara de vapor de mercurio a alta presión	400 W
Nº de lámparas necesarias (N)	18
Nº total de luminarias (ud.)	18
Nº total de lámparas (ud.)	18
Flujo total proporcionado (lúmenes)	576.000
C.) Consumo de energía eléctrica	
Potencia total instalada	7.200W

2.1.2.2 ALMACEN

I. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL			
Longitud	8,3	Determinación del nivel de iluminación:	
Anchura	5,6	Mínimo	100
Altura	3	Recomendable	200
Superficie	46,48	Sistema de iluminación	Directa

II. DISTRIBUCIÓN	
A.) Altura de suspensión de las luminarias	
Altura de suspensión de las luminarias (h)	m
Distancia de las luminarias al plano de trabajo (d)	3
Distancia de las luminarias al techo (d')	3
Distancia de las luminarias al techo (d')	0
B.) Distribución de las luminarias	
Distancia mínima horizontal entre dos focos contiguos (e)	M
Dist. mín. horizontal. desde las lum. extremas al muro perpendicular (e')	3,9
Dist. mín. horizontal. desde las lum. extremas al muro perpendicular (e')	1,95
C.) Número mínimo de luminarias	
Según la longitud del local (n)	und.
Según el ancho del local (n')	2,5
Nº de luminarias totales	1,5
	4

III. CALCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL	
A.) Calculo del flujo luminoso	
Índice del local (K)	2,05
Factores de reflexión:	
Techo (r_T)	0,7
Pared (r_P)	0,5
Factor de utilización (u)	0,45
Factor de depreciación (d)	1,25
Flujo luminoso teórico necesario (f_o)	25.823
B.) Distribución del nº definitivo de luminarias	
Tipo de lámpara a utilizar	36 W



Nº de lámparas necesarias (N)	12
Observaciones: Para obtener una mejor uniformidad en el alumbrado, disponiendo del mismo nº de luminarias pero con 2 lámparas por luminaria se redondea por exceso a esta cantidad el número de lámparas.	
Nº total de luminarias (ud.)	6
Nº total de lámparas (ud.)	12
Flujo total proporcionado (lúmenes)	30.240
C.) Consumo de energía eléctrica	
Potencia total instalada	432W

2.1.2.3 ASEO-VESTUARIO

I. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL			
Longitud	4,38	Determinación del nivel de iluminación:	
Anchura	5	Mínimo	50
Altura	3	Recomendable	150
Superficie	21,9	Sistema de iluminación	Semi-Directa

II. DISTRIBUCIÓN	
A.) Altura de suspensión de las luminarias	
	m
Altura de suspensión de las luminarias (h)	2,15
Distancia de las luminarias al plano de trabajo (d)	2,15
Distancia de las luminarias al techo (d')	0
B.) Distribución de las luminarias	
	M
Distancia mínima horizontal entre dos focos contiguos (e)	3,2
Dist. mín. horizontal. desde las lum. extremas al muro perpendicular (e')	1,6
C.) Número mínimo de luminarias	
	und.
Según la longitud del local (n)	2
Según el ancho del local (n')	2
Nº de luminarias totales	4

III. CALCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL	
A.) Calculo del flujo luminoso	
Índice del local (K)	1,62
Factores de reflexión:	
Techo (r _T)	0,7
Pared (r _P)	0,5
Factor de utilización (u)	0,39
Factor de depreciación (d)	1,25
Flujo luminoso teórico necesario (f ₀)	10.530
B.) Distribución del nº definitivo de luminarias	
Tipo de lámpara a utilizar	36 W
Nº de lámparas necesarias (N)	4,2
Observaciones: Para obtener una mejor uniformidad en el alumbrado, disponiendo del mismo nº de luminarias pero con 2 lámparas por luminaria se redondea por exceso a esta cantidad el número de lámparas.	



Nº total de luminarias (ud.)	3
Nº total de lámparas (ud.)	6
Flujo total proporcionado (lúmenes)	15.120
C.) Consumo de energía eléctrica	
Potencia total instalada	216W

2.1.2.4 DESPACHO

I. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL			
Longitud	5,6	Determinación del nivel de iluminación:	
Anchura	4,9	Mínimo	150
Altura	3	Recomendable	300
Superficie	27,44	Sistema de iluminación	Semi-Directa

II. DISTRIBUCIÓN	
A.) Altura de suspensión de las luminarias	m
Altura de suspensión de las luminarias (h)	2,15
Distancia de las luminarias al plano de trabajo (d)	2,15
Distancia de las luminarias al techo (d')	0
B.) Distribución de las luminarias	M
Distancia mínima horizontal entre dos focos contiguos (e)	3,2
Dist. mín. horizontal. desde las lum. extremas al muro perpendicular (e')	1,6
C.) Número mínimo de luminarias	und.
Según la longitud del local (n)	2
Según el ancho del local (n')	1,5
Nº de luminarias totales	3

III. CALCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL	
A.) Calculo del flujo luminoso	
Índice del local (K)	2,35
Factores de reflexión:	
Techo (r_T)	0,7
Pared (r_P)	0,5
Factor de utilización (u)	0,49
Factor de depreciación (d)	1,25
Flujo luminoso teórico necesario (f_0)	21.511
B.) Distribución del nº definitivo de luminarias	
Tipo de lámpara a utilizar	58 W
Nº de lámparas necesarias (N)	6
Observaciones: Para obtener una mejor uniformidad en el alumbrado, disponiendo del mismo nº de luminarias pero con 2 lámparas por luminaria se redondea por exceso a esta cantidad el numero de lámparas.	
Nº total de luminarias (ud.)	3
Nº total de lámparas (ud.)	6
Flujo total proporcionado (lúmenes)	24.000
C.) Consumo de energía eléctrica	
Potencia total instalada	348W

2.1.2.5 OFICINA GENERAL

I. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL			
Longitud	7,75	Determinación del nivel de iluminación:	
Anchura	3,4	Mínimo	250
Altura	3	Recomendable	500
Superficie	26,35	Sistema de iluminación	Directa

II. DISTRIBUCIÓN	
A.) Altura de suspensión de las luminarias	m
Altura de suspensión de las luminarias (h)	2,15
Distancia de las luminarias al plano de trabajo (d)	2,15
Distancia de las luminarias al techo (d')	0
B.) Distribución de las luminarias	M
Distancia mínima horizontal entre dos focos contiguos (e)	3,2
Dist. mín. horizontal. desde las lum. extremas al muro perpendicular (e')	1,6
C.) Número mínimo de luminarias	und.
Según la longitud del local (n)	2
Según el ancho del local (n')	1,5
Nº de luminarias totales	3

III. CALCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL	
A.) Calculo del flujo luminoso	
Índice del local (K)	1,97
Factores de reflexión:	
Techo (r_T)	0,7
Pared (r_P)	0,5
Factor de utilización (u)	0,49
Factor de depreciación (d)	1,25
Flujo luminoso teórico necesario (f_o)	31.313
B.) Distribución del nº definitivo de luminarias	
Tipo de lámpara a utilizar	58 W
Nº de lámparas necesarias (N)	8
Observaciones: Para obtener una mejor uniformidad en el alumbrado, disponiendo del mismo nº de luminarias pero con 2 lámparas por luminaria se redondea por exceso a esta cantidad el numero de lámparas.	
Nº total de luminarias (ud.)	4
Nº total de lámparas (ud.)	8
Flujo total proporcionado (lúmenes)	32.000
C.) Consumo de energía eléctrica	
Potencia total instalada	464W

2.1.2.6 ARCHIVO

I. CARACTERÍSTICAS DEL LOCAL			
Longitud	4,65	Determinación del nivel de iluminación:	
Anchura	2,1	Mínimo	150



Altura Superficie	3 9,77	Recomendable Sistema de iluminación	300 Semi-Directa
-------------------	-----------	--	---------------------

II. DISTRIBUCIÓN	
A.) Altura de suspensión de las luminarias	m
Altura de suspensión de las luminarias (h)	2,15
Distancia de las luminarias al plano de trabajo (d)	2,15
Distancia de las luminarias al techo (d')	0
B.) Distribución de las luminarias	M
Distancia mínima horizontal entre dos focos contiguos (e)	3,2
Dist. mín. horizontal. desde las lum. extremas al muro perpendicular (e')	1,6
C.) Número mínimo de luminarias	und.
Según la longitud del local (n)	2
Según el ancho del local (n')	1
Nº de luminarias totales	2

III. CALCULO DEL FLUJO LUMINOSO TOTAL	
A.) Calculo del flujo luminoso	
Índice del local (K)	0,9
Factores de reflexión:	
Techo (r_T)	0,7
Pared (r_P)	0,5
Factor de utilización (u)	0,37
Factor de depreciación (d)	1,25
Flujo luminoso teórico necesario (f_0)	9.896,96
B.) Distribución del nº definitivo de luminarias	
Tipo de lámpara a utilizar	36 W
Nº de lámparas necesarias (N)	4
Observaciones: Para obtener una mejor uniformidad en el alumbrado, disponiendo del mismo nº de luminarias pero con 2 lámparas por luminaria se redondea por exceso a esta cantidad el numero de lámparas.	
Nº total de luminarias (ud.)	2
Nº total de lámparas (ud.)	4
Flujo total proporcionado (lúmenes)	10.080
C.) Consumo de energía eléctrica	
Potencia total instalada	232W

2.1.2.7 SALAS PEQUEÑAS

Denominación del local: Aseos (planta baja) y ducha.

Debido a sus pequeñas dimensiones, adoptamos la siguiente solución:

Solución área real:

Una luminaria adosable Philips.

Una lámpara incandescente Philips 60 w Mate.

Potencia P= 60W.



Denominación del local: Aseos (primera planta).
Debido a sus pequeñas dimensiones, adoptamos la siguiente solución:
Solución área real:
Una luminaria adosable Philips.
Una lámpara incandescente Philips 60 w Mate.
Potencia P= 60W.

2.1.3 CALCULOS DE ILUMINACION DE EMERGENCIA Y SEÑALIZACION

Tipo de local: Taller
Área del local: 827,64 m²
Solución: 5 lámparas con 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 36 W y 2 lámparas de señalización de 6 W.
Lúmenes proporcionados: 4261
Potencia: 332 W.

Tipo de local: Almacén
Área del local: 46,48 m²
Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 18 W.
Lúmenes proporcionados: 526
Potencia: 36 W.

Tipo de local: Aseo-Vestuario
Área del local: 21,9 m²
Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 6,6 W.
Lúmenes proporcionados: 190
Potencia: 6,6 W.

Tipo de local: Hall
Área del local: 12 m²
Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 6,6 W.
Lúmenes proporcionados: 140
Potencia: 6,6W.

• Tipo de local: Escaleras de subida a oficinas
Área del local: 14,76 m²
Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 6,6 W.
Lúmenes proporcionados: 140
Potencia: 6,6W.

• Tipo de local: Oficina General
Área del local: 24,9 m²
Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 6,6 W.
Lúmenes proporcionados: 190
Potencia: 6,6W.

• Tipo de local: Despacho
Área del local: 27,82 m²



Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 6,6 W.
Lúmenes proporcionados: 190
Potencia: 6,6W.

• Tipo de local: Aseos
Área del local: 7,25 m²
Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 6,6 W.
Lúmenes proporcionados: 60
Potencia: 6,4W

• Tipo de local: Archivo
Área del local: 9,66 m²
Solución: 2 tubos fluorescentes de emergencia y señalización de 6,6 W.
Lúmenes proporcionados: 60
Potencia: 6,4W

2.2. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES

2.2.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se calcularán las intensidades que circulan por los diferentes circuitos para su posterior utilización.

Partiremos de la potencia consumida por los receptores y usaremos las siguientes fórmulas:

Monofásica: $I_n = P / V \cos\phi$.

Trifásica: $I_n = P / \sqrt{3} V \cos\phi$.

Siendo:

I_n : intensidad nominal en Amperios.

P: potencia activa consumida por el receptor (W).

V: tensión nominal (230V en monofásica; 400 Voltios en trifásica)

$\cos\phi$: factor de potencia del receptor.

Calcularemos también en este apartado I_c' , que es la Intensidad nominal multiplicada por un factor de corrección que depende del tipo de receptor (un solo motor, varios motores, lámparas de descarga...). Este se especifica en el reglamento de baja tensión en las instrucciones que van de la 043 a la 048 (aparatos receptores).

Para calcular la Potencia Activa total de cada línea, sumaremos las de los elementos de la misma.

Para calcular su factor de potencia, habrá que calcular la Potencia Reactiva 'Q' de la línea, para lo cual necesitamos la de los elementos de cada línea. Usaremos la siguiente fórmula:

$Q / P = \tan\phi$. (una vez se obtiene la tangente, ya podemos conocer el coseno del ángulo).

2.2.2. CUADROS Y LÍNEAS DE FUERZA

2.2.2.1 CUADRO AUXILIAR 1

Línea	Descripción	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I_n	I_c'	Fase
L.F.1	Maquina1 Tronzadora	7600	4307,11	400	0,87	12,61	15,76	Trifásica
L.F.2	Maquina2 Sierra Fija	2600	1473,49	400	0,87	4,31	5,39	Trifásica
L.F.16	Maquina16 Puente Grúa	7000	4338,21	400	0,85	11,89	14,86	Trifásica
L.F.17	Maquina17 Compresor	8660	4907,84	400	0,87	14,37	17,96	Trifásica
L.F.30	Maquina30 Extractor	980	474,64	230	0,90	4,73	5,91	S-N
L.F. 31	Maquina31 Extractor	980	474,64	230	0,90	4,73	5,91	T-N
L.T.C.T	Tomas Trifásicas	21062	0	400	1	30,40	30,40	Trifásica
L.T.C.	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	RST-N



2.2.2.2 CUADRO AUXILIAR 2

Línea	Descripción	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I _n	I _c '	Fase
L.F.3	Maquina3 Guillotina	23250	13176,38	400	0,87	38,57	48,21	Trifásica
L.F.4	Maquina4 Taladro fijo	1636	1013,90	400	0,85	2,78	3,47	Trifásica
L.F.5	Maquina5 Taladro fijo	2455	1521,47	400	0,85	4,17	5,21	Trifásica
L.F.29	Maquina29 Depuradora	4000	2478,98	400	0,85	6,79	8,49	Trifásica
L.T.C.T	Tomas Trifásicas	21062	0	400	1	30,40	30,40	Trifásica
L.T.C.	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	RST-N

2.2.2.3 CUADRO AUXILIAR 3

Línea	Descripción	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I _n	I _c '	Fase
L.F.6	Maquina6 Sierra fija	1818	1363,5	400	0,8	3,28	4,10	Trifásica
L.F.7	Maquina7 Curvadora	1600	1200	400	0,8	2,89	3,61	Trifásica
L.F.8	Maquina8 Hidrolimpiadora	8236	4667,56	400	0,87	13,66	17,08	Trifásica
L.F.9	Maquina9 Cortadora	23160	17370	400	0,8	41,79	52,23	Trifásica
L.T.C.T	Tomas Trifásicas	21062	0	400	1	30,40	30,40	Trifásica
L.T.C	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	RST-N

2.2.2.4 CUADRO AUXILIAR 4

Línea	Descripción	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I _n	I _c '	Fase
L.F.10	Maquina10 Soldadora	12630	9472,5	400	0,8	22,79	28,48	Trifásica
L.F.11	Maquina11 Soldadora	10520	7890	400	0,8	18,98	23,73	Trifásica
L.F.12	Maquina12 Soldadora	8420	6315	400	0,8	15,19	18,99	Trifásica
L.F.13	Maquina13 Soldadora	7150	5362,5	400	0,8	12,90	13,13	Trifásica
L.F.14	Maquina14 Soldadora	12630	9472,5	400	0,8	22,79	28,48	Trifásica
L.F.15	Maquina15	12630	9472,5	400	0,8	22,79	28,48	Trifásica



	Soldadura							
L.T.C.T	Tomas Trifásicas	21062	0	400	1	30,40	30,40	Trifásica
L.T.C.	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	RST-N

2.2.2.5 CUADRO AUXILIAR 5

Línea	Descripción	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I _n	I _c '	Fase
L.A.1	Alumbrado Taller	1200	394,42	400	0,95	1,82	3,28	Trifásica
L.A.2	Alumbrado Taller	1200	394,42	400	0,95	1,82	3,28	Trifásica
L.A.3	Alumbrado Taller	1200	394,42	400	0,95	1,82	3,28	Trifásica
L.A.4	Alumbrado Taller	1200	394,42	400	0,95	1,82	3,28	Trifásica
L.A.5	Alumbrado Taller	2400	788,84	400	0,95	3,64	6,56	Trifásica
L.A.C.T.	Alumbrado Centro Transform.	78,6	25,83	230	0,95	0,36	0,65	R-N
L.E.S	Alumbrado emerg. taller	332	109,12	230	0,95	1,52	2,73	T-N

2.2.2.6 CUADRO AUXILIAR 6

Línea	Descripción	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I _n	I _c '	Fase
L.A.6	Aseos Vestuarios	330	108,47	230	0,95	1,51	2,72	S-N
L.A.7	Almacén	432	141,99	230	0,95	1,98	3,56	R-N
L.A.8	Hall	132	43,39	230	0,95	0,60	1,09	T-N
L.T.C.M	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	S-N
L.T.C.M	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	R-N
L.E.S	3 luces 6,6W +Almacén	55,8	18,34	230	0,95	0,26	0,46	S-N



2.2.2.7 CUADRO AUXILIAR 7

Línea	Descripción	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I _n	I _c '	Fase
L.A.9	Aseos	180	59,16	230	0,95	0,82	1,48	S-N
L.A.10	Despacho	348	114,38	230	0,95	1,59	2,87	R-N
L.A.11	Archivo	232	76,25	230	0,95	1,06	1,91	T-N
L.A.12	Oficina	464	152,51	230	0,95	2,12	3,82	T-N
L.T.C.	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	S-N
L.T.C.	Tomas Monofásicas	3520	0	230	1	15,30	15,30	T-N
L.E.S.	4 luces de 6,6W	26,4	8,68	230	0,95	0,12	0,22	R-N

2.2.3 CALCULO DE LA INTENSIDAD EN EL C.G.D

Línea	Potencia (W)	Pot.Reactiva (VAr)	Tensión (V)	Cosφ	I _n	I _c '	Fase
L.C.1	52402	15975,94	400	0,82	98,34	111,49	Trifásica
L.C.2	55923	18190,73	400	0,82	98,01	111,08	Trifásica
L.C.3	59396	24601,06	400	0,80	107,42	122,72	Trifásica
L.C.4	88562	47985	400	0,79	161,14	186,99	Trifásica
L.C.5	7610,6	2501,48	400	0,95	12,80	23,06	Trifásica
L.C.6	7989,8	312,19	230	0,99	34,95	38,43	Trifásica
L.C.7	8290,4	410,98	230	0,99	36,31	40,90	Trifásica
TOTAL	280.173,80	109.977,38	400	0,74	548,97	634,67	Trifásica

Considerando que el factor de Simultaneidad para la instalación es 0,5 , la intensidad nominal máxima previsible, ha de ser:

$$I_N = 548,97 \times 0,5 = 274,49 \text{ A}$$

2.3. DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Siguiendo el proceso de cálculo descrito en la memoria, y una vez conocida la intensidad nominal y la I_c se calculará:

- 1.- F_c = Factor de corrección, que depende de la temperatura ambiente, tipo de canalización y número de conductores que se alojan en la misma.
- 2.- I_c' = Es la intensidad resultante de dividir la I_c por el F_c .
- 3.- Se va al cuadro correspondiente del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y se elige la sección que corresponda a la I_{mad} (intensidad máxima admisible).
- 4.- Se calcula la caída de tensión, eligiendo un conductor de mayor sección si fuera necesario para cumplir la normativa. (La caída de tensión debe ser menor del 3% para el alumbrado y del 5% para la fuerza).

Para corriente trifásica:

Para corriente monofásica:

$$e = (\sqrt{3} * L * I_n * \cos\phi)(S\gamma)$$

$$e = (2 * L * I_n * \cos\phi)(S\gamma)$$

Donde:

e = caída de tensión en voltios (V).

L = longitud de la línea en metros (m).

I_n = intensidad nominal de la línea en amperios (A).

$\cos\phi$ = factor de potencia del circuito a estudiar.

γ = conductividad del material del conductor (en nuestro caso 56 del cobre).

S = sección del cable en mm^2 .

2.3.2 INTERPRETACIÓN DE LAS TABLAS ADJUNTAS

A continuación se explican las tablas que aparecen en los siguientes puntos y cuyos elementos ya se han explicado como se calculan.

Línea = designación de la línea eléctrica a la que se hace referencia.

I_n = intensidad nominal que circula por la línea en A.

$\cos\phi$ = factor de potencia del circuito a estudiar.

I_c = intensidad resultante de multiplicar la intensidad nominal por un factor de corrección (este factor depende del tipo de receptor: uno o varios motores, lámparas de inducción o de descarga, etc), en A.

I_c' = intensidad resultante de dividir la I_c por el F_c , en A.

S = sección del conductor a utilizar, en mm^2

Cubierta: tipo de cubierta que lleva el cable que utilizamos.

L = longitud de la línea, en m.

e = caída de tensión de la línea, en V.

$e(\%)$ = caída de tensión de la línea, en tanto por ciento.

e_T = caída de tensión total, desde el origen de la instalación, en tanto por ciento.

2.3.3 ACOMETIDA. TRANSFORMADOR – C.G.D.

Dimensionaremos el conductor para la potencia nominal del transformador, así estará sobredimensionado previendo una futura ampliación.

$$S = 500 \text{ KVA.}$$

$$V = 400\text{V.}$$

$$I_n = S / (\sqrt{3} * V) = 721,69 \text{ A}$$

Esta línea irá canalizada en subterráneo en tubería de PVC de 315 milímetros de diámetro, con lo que obtenemos (RBT 007) que F_c es 0,8:

$$I_c' = I_c / F_c = 902,11 \text{ A.}$$

Cable de aluminio 3x(2x300)/300 mm².

$$L = 12 \text{ m.}$$

$$e = (\sqrt{3} * L * I_a * \text{Cos}\phi) / S\gamma = 0,40 \text{ V}$$

$$e(\%) = (e * 100) / 400 = 0,10$$

2.3.4 CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y CUADROS AUXILIARES

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.C.A.1	98,34	0,82	111,49	0,8	139,36	3x70/35	49,2	2,45	0,61	0,71
L.C.A.2	98,01	0,82	111,08	0,8	138,85	3x70/35	29,9	1,06	0,27	0,37
L.C.A.3	107,42	0,80	122,72	0,8	153,40	3x70/35	22,8	0,87	0,22	0,32
L.C.A.4	161,14	0,79	186,99	0,8	233,74	3x120/70	39,8	1,31	0,33	0,43
L.C.A.5	12,94	0,95	22,41	0,8	28,01	3x6/6	20,2	1,28	0,32	0,42
L.C.A.6	34,95	0,99	38,43	0,8	48,04	3x16/16	18,3	1,41	0,61	0,71
L.C.A.7	36,31	0,99	40,90	0,8	51,13	3x16/16	21,3	1,71	0,74	0,84
L.C.F.P.	144,34			0,8	180,43	3x120/70	6			

CUADRO NÚMERO 1

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.F.1	12,61	0,87	15,76	0,8	19,70	3x4/4	8	0,68	0,17	0,88
L.F.2	4,31	0,87	5,39	0,8	6,74	3x1,5/1,5	12	0,92	0,23	0,94
L.F.16	11,89	0,85	14,86	0,8	18,58	3x4/4	2	0,15	0,04	0,75
L.F.17	14,37	0,87	17,96	0,8	22,45	3x4/4	14,5	1,40	0,35	1,06
L.F.30	4,73	0,90	5,91	0,8	7,39	2x2,5/2,5	39	2,37	1,03	1,74
L.F.31	4,73	0,90	5,91	0,8	7,39	2x2,5/2,5	19	1,15	0,50	1,21
L.T.C.T	30,40	1	30,40	0,8	38,00	3x10/10	10	0,94	0,24	0,95
L.T.C.M	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	10	2,18	0,95	1,66



CUADRO NÚMERO 2

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.F.3	38,57	0,87	48,21	0,8	60,26	3x25/16	2,3	0,10	0,02	0,39
L.F.4	2,78	0,85	3,47	0,8	4,34	3x1,5/1,5	5	0,24	0,06	0,43
L.F.5	4,17	0,85	5,21	0,8	6,51	3x1,5/1,5	6	0,44	0,11	0,48
L.F.29	6,79	0,85	8,49	0,8	10,61	3x1,5/1,5	8	0,95	0,24	0,61
L.T.C.T	30,40	1	30,40	0,8	38,00	3x10/10	10	0,94	0,24	0,61
L.T.CM	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	10	2,18	0,95	1,32

CUADRO NÚMERO 3

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.F.6	3,28	0,8	4,10	0,8	5,13	3x1,5/1,5	8	0,43	0,11	0,43
L.F.7	2,89	0,8	3,61	0,8	4,51	3x1,5/1,5	4	0,19	0,05	0,37
L.F.8	13,66	0,87	17,08	0,8	21,35	3x4/4	5,5	0,51	0,13	0,45
L.F.9	41,79	0,8	52,23	0,8	65,29	3x25/16	9	0,37	0,09	0,41
L.T.C.T	30,40	1	30,40	0,8	38,00	3x10/10	10	0,94	0,24	0,56
L.T.C.M	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	10	2,18	0,95	1,27

CUADRO NÚMERO 4

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.F.10	22,79	0,85	28,48	0,8	35,60	3x10/10	3,5	0,21	0,05	0,48
L.F.11	18,98	0,85	23,73	0,8	29,66	3x6/6	4,5	0,37	0,09	0,52
L.F.12	15,19	0,85	18,99	0,8	23,74	3x4/4	5	0,50	0,12	0,55
L.F.13	12,90	0,85	13,13	0,8	16,41	3x4/4	5	0,42	0,11	0,54
L.F.14	22,79	0,85	28,48	0,8	35,60	3x10/10	6	0,36	0,09	0,52
L.F.15	22,79	0,85	28,48	0,8	35,60	3x10/10	7	0,42	0,10	0,53
L.T.C.T	30,40	1	30,40	0,8	38,00	3x10/10	10	0,94	0,24	0,67
L.T.C.M	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	10	2,18	0,95	1,38

CUADRO NÚMERO 5

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.A.1	1,82	0,95	3,28	0,8	4,10	3x2,5/2,5	25	0,48	0,12	0,34
L.A.2	1,82	0,95	3,28	0,8	4,10	3x2,5/2,5	26,5	0,56	0,14	0,66
L.A.3	1,82	0,95	3,28	0,8	4,10	3x2,5/2,5	35	0,84	0,21	0,73
L.A.4	1,82	0,95	3,28	0,8	4,10	3x2,5/2,5	36,5	0,92	0,23	0,75
L.A.5	3,64	0,95	6,56	0,8	8,20	3x2,5/2,5	45	2,80	0,70	1,22
L.A.C.T.	0,36	0,95	0,65	0,8	0,81	2x1,5/1,5	25	0,20	0,09	0,51
L.E.S	1,52	0,95	2,73	0,8	3,41	2x1,5/1,5	50	1,71	0,74	1,16



CUADRO NÚMERO 6

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.A.8	1,51	0,95	2,72	0,8	3,40	2x1,5/1,5	9	0,31	0,13	0,84
L.A.9	1,98	0,95	3,56	0,8	4,45	2x1,5/1,5	13,5	0,60	0,26	0,97
L.A.10	0,60	0,95	1,09	0,8	1,36	2x1,5/1,5	5,5	0,07	0,03	0,74
L.T.C.M	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	13	2,84	1,23	1,94
L.T.C.M	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	18	3,93	1,71	2,42
L.E.S	0,26	0,95	0,46	0,8	0,58	2x1,5/1,5	5	0,03	0,01	0,72

CUADRO NÚMERO 7

Línea	In	Cosφ	Ic	Fc	Ic'	S	L	e	e(%)	eT
L.A.11	0,82	0,95	1,48	0,8	1,85	2x1,5/1,5	10	0,19	0,08	0,92
L.A.12	1,59	0,95	2,87	0,8	3,59	2x1,5/1,5	8	0,29	0,13	0,97
L.A.13	1,06	0,95	1,91	0,8	2,39	2x1,5/1,5	12,5	0,30	0,13	0,97
L.A.14	2,12	0,95	3,82	0,8	4,78	2x1,5/1,5	11,5	0,55	0,24	1,08
L.T.C.M	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	10	2,18	0,95	1,79
L.T.C.M	15,30	1	15,30	0,8	19,13	2x2,5/2,5	14,5	3,17	1,38	2,22
L.E.S	0,12	0,95	0,22	0,8	0,28	2x1,5/1,5	9,5	0,03	0,01	0,85

2.3.5. CANALIZACIONES

2.3.5.1 TUBO DE PVC BLINDADO: CAUX – MÁQUINAS

Línea	S (cable)	S (tubo)
LF1	3X4/4	25
LF2	3X1,5/1,5	20
LF3	3X25/16	32
LF4	3X1,5/1,5	20
LF5	3X1,5/1,5	20
LF6	3X1,5/1,5	20
LF7	3X1,5/1,5	20
LF8	3X4/4	25
LF9	3X25/16	50
LF10	3X10/10	25
LF11	3X6/6	25
LF12	3X4/4	25
LF13	3X4/4	25
LF14	3X10/10	32
LF15	3X10/10	32
LF16	3X4/4	25
LF17	3X4/4	25
LF18	2X2,5/2,5	20
LF19	2X2,5/2,5	20
LF29	3X1,5/1,5	20



LF30	2X2,5/2,5	20
LF31	2X2,5/2,5	20

2.3.5.2 TUBO DE PVC RÍGIDO: ALUMBRADO DEL TALLER

Línea	S (cable)	S (tubo)
LA1	4X2,5/2,5	20
LA2	4X2,5/2,5	20
LA3	4X2,5/2,5	20
LA4	4X2,5/2,5	20
LA5	4X2,5/2,5	20
LACT	2X1,5/1,5	16
LAE	2X1,5/1,5	16

(De igual modo son los tubos del alumbrado del resto de las instalaciones).

2.4. CÁLCULO DE LAS INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

2.4.1 INTRODUCCIÓN

El cálculo de la corriente de cortocircuito en diferentes puntos de una instalación tiene por objeto determinar el poder de corte del aparellaje de protección en los puntos considerados, estos puntos serán las entradas a los cuadros de distribución, ya que es aquí donde se colocarán las protecciones.

El poder de corte de las protecciones deberá ser igual o superior a la corriente de cortocircuito I_{cc} calculada para su valor máximo en ausencia del dispositivo de protección.

2.4.2 PROCEDIMIENTO PARA EL CÁLCULO

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuito se seguirá el método de las impedancias descrito en la memoria del presente proyecto.

2.4.3 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO DEL TRANSFORMADOR

En primer lugar se calcula la impedancia aguas arriba del transformador.

La potencia de cortocircuito que proporciona la red es $P_{CC} = 500$ MVA. (dato obtenido de la compañía suministradora, en nuestro caso IBERDROLA S.A.).

Despreciando la resistencia R frente a la reactancia X , se puede calcular la impedancia de la red aguas arriba llevada al secundario del transformador.

$$Z = X = U_s^2 / P_{cc} = 420^2 / 500 \times 10^6 = 0,35 \text{ m}\Omega.$$

- En segundo lugar se calculará la impedancia del transformador, considerando despreciable la impedancia del aparellaje de alta tensión; también se desprecia la resistencia del transformador frente a la impedancia.

$$Z = X = U_s^2 * U_{cc} / (S \times 100) = 420^2 * 4 / (250 \times 100) = 14,11 \text{ m}\Omega.$$

-Con estos datos se puede calcular la intensidad de cortocircuito en el secundario del transformador:

$$Z_T = X_T = 0,35 + 14,11 = 14,46 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} * Z) = 420 / (\sqrt{3} * 28,57) = 16,77 \text{ kA}.$$

2.4.4 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL C.G.D.

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 12$ m.

Cable 3x (2x300)/300 mm².

Calculamos:

$$R = \rho L / S = (27 \times 12) / 600 = 0,54 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 12 = 1,8 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 0,54 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 1,8 = 16,26 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 16,27 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 16,27) = \mathbf{14,90 \text{ KA.}}$$

2.4.5 CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN LOS CUADROS AUXILIARES

2.4.5.1 CUADRO AUXILIAR 1

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 49,2$ m.

Cable 3,5x50 mm².

Calculamos:

$$R = \rho L / S = (27 \times 49,2) / 50 = 26,57 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 49,2 = 7,38 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 26,57 + 0,54 = 27,11 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 7,38 = 21,84 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 34,81 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 34,81) = \mathbf{6,97 \text{ KA.}}$$

2.4.5.2 CUADRO AUXILIAR 2

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 29,9$ m.

Cable 3,5x70 mm².

Calculamos:

$$R = \rho L / S = (27 \times 29,9) / 70 = 11,53 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 29,9 = 4,49 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 11,53 + 0,54 = 12,07 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 4,49 = 18,95 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 22,47 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 22,47) = \mathbf{10,79 \text{ KA.}}$$

2.4.5.3 CUADRO AUXILIAR 3

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 22,8$ m.

Cable 3,5x70 mm².



Calculamos:

$$R = \rho L / S = (27 \times 22,8) / 70 = 8,79 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 22,8 = 3,42 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 8,79 + 0,54 = 9,33 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 3,42 = 17,88 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 20,17 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 20,17) = \mathbf{12,02 \text{ KA.}}$$

2.4.5.4 CUADRO AUXILIAR 4

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 39,8 \text{ m.}$

Cable $3,5 \times 120 \text{ mm}^2$.

Calculamos:

$$R = \rho L / S = (27 \times 39,8) / 120 = 8,96 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 39,8 = 5,97 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 8,96 + 0,54 = 9,50 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 5,97 = 20,43 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 22,53 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 22,53) = \mathbf{10,76 \text{ KA.}}$$

2.4.5.5 CUADRO AUXILIAR 5

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 20,2 \text{ m.}$

Cable $3,5 \times 25 \text{ mm}^2$.

Calculamos:

$$R = \rho L / S = (27 \times 20,2) / 25 = 21,82 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 20,2 = 3,03 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 21,82 + 0,54 = 22,36 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 3,03 = 17,49 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 28,39 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 28,39) = \mathbf{8,54 \text{ KA.}}$$

2.4.5.6 CUADRO AUXILIAR 6

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 18,3 \text{ m.}$

Cable $3 \times 16 \text{ mm}^2$.

Calculamos:

$$R = \rho L / S = 27 \times 18,3 / 16 = 30,88 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 18,3 = 2,75 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 30,88 + 0,54 = 31,42 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 2,75 = 17,21 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 35,82 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 35,82) = \mathbf{6,77 \text{ KA.}}$$



2.4.5.7 CUADRO AUXILIAR 7

Partiendo de los siguientes datos:

Longitud del conductor $L \approx 21,3$ m.

Cable 3×16 mm².

Calculamos:

$$R = \rho L / S = (27 \times 21,3) / 16 = 35,94 \text{ m}\Omega.$$

$$X = 0,15L = 0,15 \times 21,3 = 3,20 \text{ m}\Omega.$$

$$R_T = 35,94 + 0,54 = 36,48 \text{ m}\Omega.$$

$$X_T = 14,46 + 3,20 = 17,66 \text{ m}\Omega.$$

$$Z_T = 40,53 \text{ m}\Omega.$$

$$I_{CC} = U_s / (\sqrt{3} Z_T) = 420 / (\sqrt{3} \times 40,53) = \mathbf{5,98 \text{ KA.}}$$

2.5. CALCULO DE LA MEJORA DEL FACTOR DE POTENCIA

2.5.1 CÁLCULO DE LA POTENCIA REACTIVA A INSTALAR

Partiendo de la intensidad nominal:

$$I_n = 549,11A \quad \text{Cos}\phi = 0,74$$

Se calculará la potencia reactiva que consume la instalación:

$$Q = \sqrt{3} * V * I_n * \text{Sen}\phi = 254,89 \text{ kVAr.}$$

Se calculará la potencia activa que consume la instalación:

$$P = \sqrt{3} * V * I_n * \text{Cos}\phi = 281,52 \text{ kW.}$$

Se quiere mejorar el factor de potencia hasta un valor $\text{Cos}\phi = 0,95$.

$$Q_C = Q - Q'$$

donde:

Q_C = potencia reactiva de la batería de condensadores.

Q = potencia reactiva de la instalación sin la batería de condensadores = $P \times \text{tg}\phi$

Q' = potencia reactiva de la instalación con la batería de condensadores = $P \times \text{tg}\phi'$

$$Q = 281,52 \times \text{tg}(\text{arc cos } 0,74) = 255,88 \text{ kVAr.}$$

$$Q' = 281,52 \times \text{tg}(\text{arc cos } 0,95) = 92,53 \text{ kVAr.}$$

Por lo tanto la potencia reactiva de la batería de condensadores será de:

$$Q_C = 163,35 \text{ KVar.}$$

2.5.2 SOLUCIÓN ADOPTADA

Se elige un equipo para compensación automática de energía reactiva:

- Marca: Schneider Electric.
- Tipo: Batería automática Varset vertical estándar, armario simple.
- Tensión asignada: 400 V trifásico.
- Frecuencia: 50 Herzios.
- Instalación: Armario colocado sobre el suelo.
- Grado de protección: IP31.
- Q (kVAr) = $15 + 5 \times 30 = 165$
- Componentes del conjunto:



- Condensadores Varplus².
- Auto transformador 400/230V, integrado.
- Contactores específicos para el mando de condensadores.
- Reguladores de reactiva Varlogic.
- Interruptor automático Schneider Electric NS400 integrado.

2.5.3 CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE UNIÓN A LA BATERÍA

Aplicando la fórmula de la potencia se halla la intensidad:

$$Q = \sqrt{3} * V * I_n * \text{Sen}\phi$$

Donde:

$\text{Sen}\phi = 1$, el de la batería de los condensadores.

$V = 400$ Voltios.

Q = potencia de la batería de condensadores.

Sustituyendo y despejando $I_n = 238,15$ A.

$I_c = 238,15$ A.

El cable de conexión de la batería con el C.D.G., y atendiéndonos a las tablas de la ITC 19, tendrá una sección de: 3x120/70 mm².

2.5.4 CÁLCULO DE LA PROTECCIÓN DE LA BATERÍA

El cálculo del interruptor automático se basa en la intensidad consumida por la batería de condensadores.

Este valor debe ser multiplicado por un coeficiente de seguridad especificado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en este caso 1,6, obteniendo una intensidad de:

$$I = I_n \times 1,6 = 238,15 \times 1,6 = 381,04 \text{ A.}$$

La intensidad de cortocircuito será la de entrada al C.G.D., $I_{cc} = 14,90$ kA.

Interruptor Magnetotérmico de la marca Schneider Electric modelo NS400, este está integrado dentro de la batería automática de condensadores.

Sus características principales son:

- Calibre 400 A.
- Poder de corte 36 kA.
- Tetrapolar.

2.6. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

2.6.1 RESISTENCIA DEL ELECTRODO

Según se explica en la memoria, la diferencia de tensión entre masa y tierra no debe ser nunca superior a 24 voltios en lugares húmedos o de 50 voltios en lugares secos. De los dos valores cogemos el de 24 voltios, ya que a pesar de no ser un local mojado la mayor parte del tiempo, por el lugar geográfico que ocupa hay fechas del año en que pueda llegar a serlo.

Datos de partida:

- Resistividad del terreno: Según la tabla de ITC 18, Margas y arcillas compactas → $200\Omega\text{m}$.
- Tensión máxima de contacto → 24 V.
- Corriente máxima de disparo del interruptor diferencial más sensible → 300mA.

El valor máximo de la resistencia de tierra deberá ser → $R \leq V_c / I_s = 80\Omega$.

2.6.2 ELECTRODO

El electrodo estará formado por un conjunto de tres picas de alma de acero recubiertas de cobre, de 14 mm. de \varnothing y 2 metros de longitud. Estarán separadas entre sí por 4 metros, formando un triángulo rectángulo y unidas por medio de un conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 de sección. Esta estará unida al mallazo metálico de cimentación a través de sendos conductores de cobre de 35 mm^2 de sección por medio de soldaduras aluminotérmicas, formando así una superficie equipotencial a lo largo de toda la nave. La instalación constará de un punto de puesta a tierra unido a través de la línea principal de tierra de 25 mm^2 de sección.

Calcularemos el valor de la resistencia a tierra en el caso de defecto a tierra más desfavorable, es decir; cuando la corriente de defecto sea mayor. Ya que los contactos peligrosos se producen con la maquinaria de la nave, hemos de buscar la máquina con menor resistencia a tierra, que es la máquina con mayor corriente de defecto: máquina 3 en el cuadro auxiliar 2.

La resistencia a tierra (del conductor de protección de la misma, que la une con su correspondiente cuadro secundario, el cual va unido a la línea principal de tierra) para esta máquina, viene dada por la expresión:

$$R_t = \rho L / S = 27 \times 1 / 25 = 1,08 \Omega.$$

donde:

R = resistencia a tierra, en $\text{m}\Omega$.

ρ = resistividad del cobre (27).

L = longitud de la línea principal de tierra hasta el defecto, en m.

S = sección de la línea principal de tierra, en mm^2 .

La resistencia a tierra de una pica viene dada por:

$$R = \rho / L = 200 / 2 = 100 \Omega.$$



La resistencia de tres picas será:

$$R = R1 // R2 // R3 = 33,33 \Omega.$$

donde:

R = resistencia a tierra, en Ω .

ρ = resistividad del terreno, en Ω -m.

L = longitud de la pica.

La resistencia del conductor que las une será:

$$R_c = 2x\rho/L = 2x200/12 = 33,33 \Omega.$$

La resistencia del conjunto será:

$$R_T = R//R_c = 16,66 \Omega.$$

Resultando la resistencia a tierra total $R = R_T + R_t = 17,74 \Omega$.

Como vemos se cumplen las prescripciones expuestas en el punto 1 de este documento, ya que $17,74 \Omega \ll 80 \Omega$, por tanto esta instalación de tierra es correcta.

Debido al mallazo de cimentación la resistencia a tierra será menor todavía, con lo cual cumplimos de sobra la exigencia.

2.7. PARARRAYOS

2.7.1. PROCEDIMIENTO DE VERIFICACION

La instalación de un sistema de protección contra el rayo es obligatoria cuando se cumplan cualquiera de los tres siguientes casos:

1. Edificios donde se manipulen sustancias **tóxicas, explosivos o altamente inflamables**.
2. Edificios que la altura sea superior a **43m**.
3. Siempre que la **frecuencia esperada de impactos (Ne)** sea mayor que el **riesgo admisible (Na)**. (Cálculos según CTE SU8. $N_e > N_a$)

Los valores de N_a y N_e , dependen de factores que serán analizados en el apartado de cálculos. Determinaremos estos valores, empezando por N_e .

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ (nº impactos al año)}$$

Siendo:

N_g = Densidad de impactos sobre el terreno (impactos/año, km^2) (determinado por una tabla)

A_e = Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio. Para un edificio rectangular: $A_e = L \cdot I + 6H(L+I) + 9\pi H^2$.

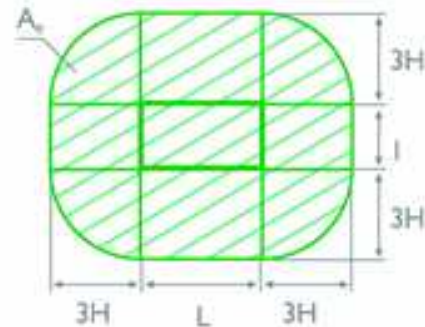
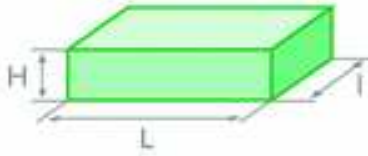
Siendo L la longitud del edificio e I la anchura del mismo.

C_1 = Coeficiente relacionado con el entorno (determinado por una tabla)



Para un edificio rectangular, la superficie de captura es:

$$A_e = L \cdot l + 6H(L+l) + 9\pi H^2$$



Mirando en las tablas correspondientes obtendremos los siguientes valores para estos coeficientes:

$N_g = 3$ (Según tabla para la zona baja de Navarra)

$A_e = 7191,67 \text{ m}^2$

$C_1 = 0,75$ (Según tabla, rodeado de edificios mas bajos)

Con lo que el valor de N_e será:

$$N_e = 16,18^{-3}$$

Ahora determinaremos el valor de N_a .

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Siendo:

$C_2 =$ Coef. en función del tipo de construcción (determinado por una tabla)

$C_3 =$ Coef. en función del contenido del edificio (determinado por una tabla)

$C_4 =$ Coef. en función del uso del edificio (determinado por una tabla)

$C_5 =$ Coef. en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio (determinado por una tabla)

Mirando en las tablas obtendremos los siguientes valores para estos coeficientes:

$C_2 = 1$ (Según tabla, estructura de hormigón y cubierta metálica)

$C_3 = 3$ (Según tabla, edificio con contenido inflamable)

$C_4 = 3$ (Según tabla, uso pública concurrencia, sanitario, comercial o docente)

$C_5 = 1$ (Según tabla, resto de edificios)

Con esto tendremos el valor de N_a

$$N_a = 6,11^{-4}$$

Como vemos tenemos un valor mayor de N_e que de N_a , con lo cual es necesaria la instalación de la protección contra el rayo.

2.7.2 TIPO DE INSTALACION EXIGIDO

La eficacia, E , requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}, \text{ que mediante los valores obtenidos anteriormente obtenemos que:}$$

$$E = 0,96$$

Mediante la siguiente tabla y el valor de E , determinaremos el tipo de protección necesario:

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,80$	4

Tendremos pues que el nivel de protección debe ser nivel 2.

2.7.3. ELECCION DE COMPONENTES Y SITUACION

Sabiendo el nivel de protección que necesitamos, visto en el punto anterior y sabiendo el radio de protección que necesitamos, procederemos a la elección del cabezal del pararrayos y la altura a la que deberá de estar.

Necesitamos un nivel de protección tipo 2, y un radio de protección mínimo de 75 metros para proteger la tanto la nave como el centro de transformación. Por ello mirando a la tabla de selección siguiente podremos determinar la altura y el tipo de cabezal. En esta tabla se muestran los valores para cada nivel y modelo pararrayos.

Según la tabla siguiente para el nivel 2 y 75 metros de protección podemos tener el pararrayos modelo CPT2 y el CPT3, como el CPT2 hay que ponerlo a demasiada altura y va muy justo, elegiremos el CPT3. Además vemos que la punta del mismo debe estar a una altura de entre 4 y 5 metros mínimo para asegurar la protección.

Np Pararrayos	Nivel 1			Nivel 2			Nivel 3		
	CPT1	CPT2	CPT3	CPT1	CPT2	CPT3	CPT1	CPT2	CPT3
h(m)	Rp(m)								
2	17	24	32	23	30	40	26	33	44
3	25	35	48	34	45	59	39	50	65
4	34	46	64	46	60	78	52	67	87
5	42	58	79	57	75	97	65	84	107
6	43	58	79	58	76	97	66	84	107
8	43	59	79	59	77	98	67	85	108
10	44	59	79	61	77	99	69	87	109

2.7.4. CALCULO DE LA RESISTENCIA A TIERRA DE LA BAJANTE

La resistencia a tierra de la instalación de pararrayos debe ser menor o igual a 10Ω con un mínimo de 3 electrodos, según indica el CTE SUA8. A su vez según este mismo, para edificios donde la proyección horizontal es mayor que la vertical, se deberán realizar dos bajantes. Estas serán menores o iguales de 10Ω como hemos indicado anteriormente, y estarán unidas a la tierra general del edificio con un punto de corte para las posibles verificaciones y pruebas.

La instalación de tierra de cada bajante estará compuesta por 5 picas de alma de acero recubiertas de cobre, de 14 mm. de \varnothing y 2 metros de longitud. Están separadas entre si por 4 metros y formando un pentágono equilátero, siendo la longitud total hasta la unión equipotencial con la línea general de tierras de 20 metros.

Resistividad del terreno: Según la tabla de ITC 18, Margas, arcillas compactas $\rightarrow 200\Omega\text{m}$.

La resistencia a tierra de una pica viene dada por:

$$R = \rho / L = 200 / 2 = 100 \Omega.$$

La resistencia de cinco picas será:

$$R = R1 // R2 // R3 // R4 // R5 = 20 \Omega.$$

La resistencia del conductor que las une será:

$$R_c = 2\rho/L = 2 \times 200 / 20 = 20 \Omega.$$

La resistencia del conjunto será:

$$R_T = R // R_c = 10 \Omega.$$

Como vemos se cumplen las prescripciones expuestas por el CTE SUA8, ya que $10 \Omega \leq 10 \Omega$, por tanto esta instalación de tierra es correcta, y la aplicaremos a las dos bajantes.

Debido a la unión equipotencial con la línea general de tierra, la resistencia a tierra será menor todavía.

2.7.5 SOLUCION ADOPTADA

Se elige una instalación mediante pararrayos con dispositivo de cebado. Estará colocado a una altura de entre 4 y 5 metros por encima de la parte más alta del edificio para asegurar el nivel 2 de protección.

Debido a que la proyección horizontal del edificio es mayor que la vertical, deberá llevar 2 bajantes. Cada una de ellas tendrá una arqueta con punto de corte y verificación. En una de ellas estará dispuesto el contador de impactos. Las dos bajantes estarán conectadas a tierra



mediante 5 picas de 2 metros dispuestas en forma de pentágono equilátero y separadas 4 metros entre si. Estas estarán unidas a la tierra general del edificio.

2.8. CÁLCULOS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

2.8.1 INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U = Tensión compuesta primaria en kV = 13,2 kV.

I_p = Intensidad primaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_p (A)
500	21,87

siendo la intensidad total primaria de 21,87 Amperios.

2.8.2 INTENSIDAD DE BAJA TENSIÓN

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

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

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

W_{fe} = Pérdidas en el hierro.

W_{cu} = Pérdidas en los arrollamientos.

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

I_s = Intensidad secundaria en Amperios.

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	I_s (A)
500	714,47



2.8.3 CORTOCIRCUITOS

2.8.3.1 OBSERVACIONES

Para el cálculo de la intensidad de cortocircuito se determina una potencia de cortocircuito de 350 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Compañía suministradora.

2.8.3.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

Para la realización del cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de alta tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U}$$

Siendo:

S_{cc} = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

U = Tensión primaria en kV.

I_{ccp} = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de baja tensión:

No la vamos a calcular ya que será menor que la calculada en el punto anterior.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de baja tensión (despreciando la impedancia de la red de alta tensión):

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Siendo:

S = Potencia del transformador en kVA.

U_{cc} = Tensión porcentual de cortocircuito del transformador.

U_s = Tensión secundaria en carga en voltios.

I_{ccs} = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

2.8.3.3 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE ALTA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta anteriormente con:

$$S_{cc} = 350 \text{ MVA.}$$

$$U = 13,2 \text{ kV.}$$

y sustituyendo valores tendremos una intensidad primaria máxima para un cortocircuito en el lado de A.T. de:

$$I_{ccp} = 15,54 \text{ kA.}$$

2.8.3.4 CORTOCIRCUITO EN EL LADO DE BAJA TENSIÓN

Utilizando la fórmula expuesta:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Sustituyendo valores, tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	U _{cc} (%)	I _{ccs} (kA)
500	4	18,04

Siendo:

U_{cc}: Tensión de cortocircuito del transformador en tanto por ciento.

I_{ccs}: Intensidad secundaria máxima para un cortocircuito en el lado de baja tensión.

2.8.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

El embarrado de las celdas SM6 está constituido por tramos rectos de tubo de cobre recubiertos de aislamiento termorretráctil.

Las barras se fijan a las conexiones al efecto existentes en la parte superior del cárter del aparato funcional (interruptor-seccionador o seccionador en SF6). La fijación de barras se realiza con tornillos M8.

La separación entre las sujeciones de una misma fase y correspondientes a dos celdas contiguas es de 375 mm. La separación entre barras (separación entre fases) es de 200 mm.

Características del embarrado:

- Intensidad nominal	400 A.
- Límite térmico 1 seg.	16 kA ef.
- Límite electrodinámico	40 kA cresta.

Por tanto, hay que asegurar que el límite térmico es superior al valor eficaz máximo que puede alcanzar la intensidad de cortocircuito en el lado de Alta Tensión.

2.8.4.1 COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene como objeto verificar que no se supera la máxima densidad de corriente admisible por el elemento conductor cuando por el circule un corriente igual a la corriente nominal máxima.

Para la intensidad nominal de 400A el embarrado de las celdas SM6 es de tubo de cobre de diámetro exterior de $\varnothing 24$ mm. y con un espesor de 3 mm., lo que equivale a una sección de 198 mm².

La densidad de corriente es:

$$d = \frac{400}{198} = 2,02 \text{ A/mm}^2$$

Según normativa DIN se tiene que para una temperatura ambiente de 35°C y del embarrado a 65°C, la intensidad máxima admisible es de 548 A para un diámetro de 20 mm. y de 818 A para diámetro de 32 mm, lo cual corresponde a las densidades máximas de 3,42 y 2,99 A/mm² respectivamente. Con estos valores se obtendría una densidad máxima admisible de 3,29 A/mm² para el embarrado de diámetro de 24, valor superior al calculado (2,02 A/mm²). Con estos datos se garantiza el embarrado de 400 A y un calentamiento de 30°C sobre la temperatura ambiente.

Las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249139XA realizado por VOLTA.

2.8.4.2 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La comprobación por solicitación electrodinámica tiene como objeto verificar que los elementos conductores de las celdas incluidas en este proyecto son capaces de soportar el esfuerzo mecánico derivado de un defecto de cortocircuito entre fase.

Para el cálculo consideramos un cortocircuito trifásico de 16 kA eficaces y 40 kA cresta. El esfuerzo mayor se produce sobre el conductor de la fase central, conforme a la siguiente expresión:

$$F = 13,85 \cdot 10^{-7} \cdot f \cdot \frac{I_{cc}^2}{d} \cdot L \cdot \left(\sqrt{1 + \frac{d^2}{L^2}} - \frac{d}{L} \right)$$

Siendo:

F = Fuerza resultante en Nw.

f = coeficiente en función de cos j, siendo f=1 para cos j =0.

I_{cc} = intensidad máxima de cortocircuito = 16.000 A eficaces.

d = separación entre fases = 0,2 metros.

L = longitud tramos embarrado = 375 mm.

y sustituyendo, F = 399 Nw.

Esta fuerza está uniformemente repartida en toda la longitud del embarrado, siendo la carga:

$$q = \frac{F}{L} = 0,108 \text{ kg/m}$$

Cada barra equivale a una viga empotrada en ambos extremos, con carga uniformemente repartida.

El momento flector máximo se produce en los extremos, siendo:

$$M_{m \text{ áx}} = \frac{q \cdot L^2}{12} = 1.272 \text{ kg.m}$$

El embarrado tiene un diámetro exterior D=24 mm. y un diámetro interior d=18 mm.



El módulo resistente de la barra es:

$$W = \frac{\pi}{32} \left(\frac{D^4 - d^4}{D} \right) = \frac{\pi}{32} \left(\frac{24^4 - 18^4}{24} \right) = 927 \text{ mm}^3$$

La fatiga máxima es:

$$r \text{ máx} = \frac{M_{\text{máx}}}{W} = \frac{1.272}{927} = 1,37 \text{ kg/mm}^2$$

Para la barra de cobre deformada en frío tenemos:

$$r = 19 \text{ kg/mm}^2. \gg r \text{ máx.}$$

y por lo tanto, existe un gran margen de seguridad.

El momento flector en los extremos debe ser soportado por tornillos M8, con un par de apriete de 2,8 m.Kg., superior al par máximo ($M_{\text{máx}}$).

Las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia electrodinámica de 40kA.

2.8.4.3 COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA. SOBREINTENSIDAD TÉRMICA ADMISIBLE.

La comprobación por solicitud térmica tiene como objeto comprobar que por motivo de la aparición de un defecto o cortocircuito no se producirá un calentamiento excesivo del elemento conductor principal de las celdas que pudiera así dañarlo.

La sobreintensidad máxima admisible durante un segundo se determina de acuerdo con CEI 298 de 1981 por la expresión:

$$s = \frac{1}{\alpha} * \sqrt{\frac{t}{\delta\theta}}$$

Siendo:

S = sección de cobre en $\text{mm}^2 = 198 \text{ mm}^2$.

a = 13 para el cobre.

t = tiempo de duración del cortocircuito en segundos.

I = Intensidad eficaz en Amperios.

$dQ = 180^\circ$ para conductores inicialmente a t^a ambiente.

Si reducimos este valor en 30°C por considerar que el cortocircuito se produce después del paso permanente de la intensidad nominal, y para $I = 16\text{kA}$:

$$\delta\theta = 150^\circ$$

$$t = \delta\theta * \left(\frac{S * \alpha}{I} \right)^2$$

y sustituyendo:

$$t = 150 * \left(\frac{198 * 13}{16.000} \right)^2 = 3,88 \text{ s.}$$

Por lo tanto, y según este criterio, el embarrado podría soportar una intensidad de 16 kA eficaces durante más de un segundo.

Las celdas modelo SM6 seleccionadas para este proyecto se ha obtenido la correspondiente certificación que garantiza cumple con la especificación citada mediante el protocolo de ensayo 51249068XA realizado por VOLTA.

El ensayo garantiza una resistencia térmica de 16kA 1 segundo.

2.8.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

ALTA TENSIÓN.

Los cortacircuitos fusibles son los limitadores de corriente, produciéndose su fusión, para una intensidad determinada, antes que la corriente haya alcanzado su valor máximo. De todas formas, esta protección debe permitir el paso de la punta de corriente producida en la conexión del transformador en vacío, soportar la intensidad en servicio continuo y sobrecargas eventuales y cortar las intensidades de defecto en los bornes del secundario del transformador.

Como regla práctica, simple y comprobada, que tiene en cuenta la conexión en vacío del transformador y evita el envejecimiento del fusible, se puede verificar que la intensidad que hace fundir al fusible en 0,1 segundo es siempre superior o igual a 14 veces la intensidad nominal del transformador.

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia del transformador a proteger.

Potencia del transformador (kVA)	Intensidad nominal del fusible de A.T. (A)
500	25

BAJA TENSIÓN.

Los elementos de protección de las salidas de Baja Tensión del C.T. no serán objeto de este proyecto sino del proyecto de las instalaciones eléctricas de Baja Tensión.

2.8.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL C.T.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire utilizaremos la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 * K * \sqrt{h} * \Delta t^3}$$

Siendo:

W_{cu} = Pérdidas en cortocircuito del transformador en kW.

W_{fe} = Pérdidas en vacío del transformador en kW.

h = Distancia vertical entre centros de rejillas = 2 m.

Δt = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15°C.

K = Coeficiente en función de la reja de entrada de aire, considerándose su valor como 0,6.

S_r = Superficie mínima de la reja de entrada de ventilación del transformador.

Sustituyendo valores tendremos:

Potencia del transformador (kVA)	Pérdidas $W_{cu} + W_{fe}$ (kW)	S_r mínima (m ²)
500	4,6	0,56

Se dispondrá de 2 rejillas de ventilación para la entrada de aire situadas en la parte lateral inferior, de dimensiones 960 x 707 mm cada una, consiguiendo así una superficie total de ventilación de 1,34 m². Para la evacuación del aire se dispondrá de una rejilla frontal superior, otra posterior superior y 2 rejillas laterales superiores tal y como puede verse en el plano correspondiente. Las rejillas de entrada y salida de aire irán situadas en las paredes a diferente altura, siendo la distancia medida verticalmente de separación entre los puntos medios de dichas rejillas de 2 m, tal como ya se ha tenido en cuenta en el cálculo anterior.

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados EHC están diseñadas y dispuestas sobre las paredes de manera que la circulación del aire ventile eficazmente la sala del transformador. El diseño se ha realizado cumpliendo los ensayos de calentamiento según la norma UNE-EN 61330, tomando como base de ensayo los transformadores de 1000 KVA según la norma UNE 21428-1. Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitero. El prefabricado ha superado los ensayos de calentamiento realizados en LCOE con número de informe 200506330341.

2.8.7 DIMENSIONES DEL POZO APAGAFUEGOS

El foso de recogida de aceite tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

Potencia del transformador (kVA)	Volumen mínimo del foso (litros)
-----	-----
250	386

Dado que el foso de recogida de aceite del prefabricado será de 760 litros para cada transformador, no habrá ninguna limitación en este sentido.

2.8.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

2.8.8.1. INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

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

2.8.8.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DE DEFECTO

El neutro de la red de distribución en Media Tensión está conectado rígidamente a tierra. Por ello, la intensidad máxima de defecto dependerá de la resistencia de puesta a tierra de protección del Centro, así como de las características de la red de MT.

Para un valor de resistencia de puesta a tierra del Centro de 10,4Ω, la intensidad máxima de defecto a tierra es 1000 Amperios y el tiempo de desconexión del defecto es inferior a 0,7 segundos, según datos proporcionados por la Compañía Eléctrica suministradora (IBERDROLA). Los valores de K y n para calcular la tensión máxima de contacto aplicada según MIE-RAT 13 en el tiempo de defecto proporcionado por la Compañía son:

$$K = 72 \text{ y } n = 1.$$

2.8.8.3. ASPECTOS QUE HAY QUE TENER EN CUENTA EN EL CÁLCULO DE TIERRAS

SEGURIDAD DE LAS PERSONAS

Tensión de paso calculada ≤ Tensión de paso máxima admisible.

Tensión de contacto calculada ≤ Tensión de contacto máxima admisible.

Tensión máxima aplicable al cuerpo humano, entre manos y pies, que puede aceptarse:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Vca = tensión aplicada en voltios

t = duración de la falta en segundos



K y n = constantes en función del tiempo

$$\begin{array}{ll}
 0,1 \geq t > 0,9 \text{ segundos} & K=72 \text{ y } n=1 \\
 0,9 \geq t > 3 \text{ segundos} & K=78,5 \text{ y } n=0,18 \\
 3 \geq t > 5 \text{ segundos} & V_{ca} = 64V \\
 t > 5 \text{ segundos} & V_{ca} = 50V
 \end{array}$$

Tensión de paso y tensión de contacto

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right)$$

$$V_c = \frac{K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{1,5 \rho_s}{1000} \right)$$

Estas fórmulas se obtuvieron teniendo en cuenta:

- Que el valor máximo de la tensión aplicada al cuerpo humano no supere el indicado en la formula anterior para las tensiones de contacto (entre manos y pies), ni supere 10 veces dicho valor para las tensiones de paso (entre pies separados 1 metro).
- R_s = resistencia de contacto con el suelo = $3\rho_s$ en Ω .
- ρ_s = resistividad superficial del terreno.
- R_H = resistencia del cuerpo humano = 1000Ω .
- V_{pa} = tensión de paso máxima aplicable al cuerpo humano en voltios.

$$V_{pa} = \frac{10K}{t^n}$$

- V_{ca} = tensión de contacto máxima aplicable al cuerpo humano en voltios.

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

V_p = tensión de paso máxima admisible en la instalación en voltios.

V_c = tensión de contacto máxima admisible en la instalación en voltios.

Se trata de comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica, que los valores de las tensiones de paso (V_p) y de contacto (V_c) que se calculen en función del tipo de electrodo, de la corriente de puesta a tierra y de la resistividad del terreno, no superen los valores calculados en las fórmulas anteriores.

En el caso de que la resistividad superficial del terreno donde se apoya cada pie sea distinta (en el acceso a los centros de transformación, los pavimentos, interior y exterior, pueden ser de distinta composición), la tensión de paso máxima admisible que puede aparecer en una instalación y que no debe ser superada es:

$$U_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3\rho \times 3\rho'}{1000} \right)$$

ρ_s y $\rho's$ = resistividades superficiales del terreno en el que se apoya cada pie.

$\rho's = 3.000 \Omega.m$ (resistividad del pavimento de hormigón que puede aparece en la entrada a los centros de transformación).

PROTECCIÓN DEL MATERIAL

Nivel de aislamiento de los elementos de baja tensión del centro de transformación \geq

Tensión de defecto:

$$V_d = R_t \cdot I_d$$

$$V_{bt} \geq V_d$$



V_d = tensión de defecto en voltios.

V_{bt} = tensión soportada a frecuencia industrial por la instalación de baja tensión del centro de transformación, en voltios.

R_t = resistencia del electrodo, en ohmios.

I_d = intensidad de defecto, en amperios.

Los valores normalmente utilizados de la tensión soportada por la instalación de baja tensión son: 4000, 6000, 8000 y 10000 voltios.

Estos valores se pueden superar siempre que se justifique que los materiales tengan características dieléctricas superiores o se disponga, de un transformador de separación de circuitos.

LIMITACIÓN DE LA CORRIENTE DE DEFECTO

Intensidad de defecto > Intensidad de arranque de las protecciones:

Tensión inducida máxima en tierra de neutro ≤ 1000 voltios.

Resistencia global máxima de la puesta a tierra del neutro considerando todas las tomas de tierra existentes en la red ≤ 37 ohmios.

Este criterio consigue que un defecto a tierra en una instalación interior, protegida contra contactos indirectos, por un interruptor diferencial de sensibilidad 650 mA, no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a:

$$V = R_t \cdot I_d = 37 \times 0,650 = 24 \text{ V.}$$

2.8.8.4. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero puedan estarlo a consecuencia de averías o causas fortuitas, tales como los chasis y los bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

Para los cálculos a realizar emplearemos las expresiones y procedimientos según el "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA, conforme a las características del centro de transformación objeto del presente cálculo, siendo, entre otras, las siguientes:

Para la tierra de protección optaremos por un sistema de las características que se indican a continuación:

- Identificación: código 60-40/8/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,069 \Omega / (\Omega \cdot \text{m}).$$

$$K_p = 0,0109 \text{ V} / (\Omega \cdot \text{m} \cdot \text{A}).$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en disposición rectangular unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,8 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 2 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 20 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de

la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior. La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

* TIERRA DE SERVICIO.

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

Las características de las picas serán las mismas que las indicadas para la tierra de protección. La configuración escogida se describe a continuación:

- Identificación: código 5/82 del método de cálculo de tierras de UNESA.

- Parámetros característicos:

$$K_r = 0,0572 \Omega / (\Omega * m).$$

$$K_p = 0,00345 V / (\Omega * m * A).$$

- Descripción:

Estará constituida por 8 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas tendrán un diámetro de 14mm. y una longitud de 2 m. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 m. y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3 m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 21 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

Nota: se pueden utilizar otras configuraciones siempre y cuando los parámetros K_r y K_p de la configuración escogida sean inferiores o iguales a los indicados en el párrafo anterior.

La conexión desde el Centro hasta la primera pica se realizará con cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos.

El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω . Con este criterio se consigue que un defecto a tierra en una instalación de Baja Tensión protegida contra contactos indirectos por un interruptor diferencial de sensibilidad 650mA., no ocasione en el electrodo de puesta a tierra una tensión superior a 24 Voltios (=37 x 0,650).

Existirá una separación mínima entre las picas de la tierra de protección y las picas de la tierra de servicio a fin de evitar la posible transferencia de tensiones elevadas a la red de Baja Tensión. Dicha separación está calculada en el apartado 8.8.9.

2.8.8.5. CALCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRAS.

* TIERRA DE PROTECCIÓN.

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas del Centro (R_t), y tensión de defecto correspondiente (U_d), utilizaremos las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t :

$$R_t = K_r * \sigma .$$



- Tensión de defecto, Ud:

$$U_d = I_d * R_t .$$

Siendo:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$K_r = 0,069 \Omega / (\Omega m).$$

$$I_d = 1000 A.$$

se obtienen los siguientes resultados:

$$R_t = 10,4 \Omega.$$

$$U_d = 10350 V$$

El aislamiento de las instalaciones de baja tensión del C.T. deberá ser mayor o igual que la tensión máxima de defecto calculada (U_d), por lo que deberá ser como mínimo de Voltios.

De esta manera se evitará que las sobretensiones que aparezcan al producirse un defecto en la parte de Alta Tensión deterioren los elementos de Baja Tensión del centro, y por ende no afecten a la red de Baja Tensión.

Comprobamos asimismo que la intensidad de defecto calculada es superior a 100 Amperios, lo que permitirá que pueda ser detectada por las protecciones normales.

* TIERRA DE SERVICIO.

$$R_t = K_r * \sigma = 0,0572 * 150 = 8,6 \Omega.$$

que vemos que es inferior a 37 Ω .

2.8.8.6. CALCULO DE LAS TENSIONES EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACION.

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

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y de la resistividad del terreno, por la expresión:

$$U_p = K_p * \sigma * I_d = 0,0109 * 150 * 1000 = 1635 V.$$

2.8.8.7. CALCULO DE LAS TENSIONES EN EL INTERIOR DE LA INSTALACION.

El piso del Centro estará constituido por un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4mm. formando una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del Centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

El edificio prefabricado de hormigón EHC estará construido de tal manera que, una vez fabricado, su interior sea una superficie equipotencial. Todas las varillas metálicas embebidas en el hormigón que constituyan la armadura del sistema equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica.

Esta armadura equipotencial se conectará al sistema de tierras de protección (excepto puertas y rejillas, que como ya se ha indicado no tendrán contacto eléctrico con el sistema equipotencial; debiendo estar aisladas de la armadura con una resistencia igual o superior a 10.000 ohmios a los 28 días de fabricación de las paredes).

Así pues, no será necesario el cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación, puesto que su valor será prácticamente nulo.

No obstante, y según el método de cálculo empleado, la existencia de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra implica que la tensión de paso de acceso es equivalente al valor de la tensión de defecto, que se obtiene mediante la expresión:

$$U_p \text{ acceso} = U_d = R_t * I_d = 10,4 * 1000 = 10350 \text{ V.}$$

2.8.8.7. CALCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS.

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar, según el reglamento MIE-RAT, será:

$$U_{ca} = \frac{K}{t^n}$$

Siendo:

U_{ca} = Tensión máxima de contacto aplicada en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0,7 s

obtenemos el siguiente resultado:

$$U_{ca} = 102,86 \text{ V}$$

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



$$U_p(\text{exterior}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{6 * \sigma}{1.000} \right)$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10 \frac{K}{t^n} \left(1 + \frac{3 * \sigma + 3 * \sigma h}{1.000} \right)$$

Siendo:

U_p = Tensiones de paso en Voltios.

$K = 72$.

$n = 1$.

t = Duración de la falta en segundos: 0,7 s

σ = Resistividad del terreno.

σh = Resistividad del hormigón = 3.000 Ω .m

obtenemos los siguientes resultados:

$$U_p(\text{exterior}) = 1954,3 \text{ V}$$

$$U_p(\text{acceso}) = 10748,6 \text{ V}$$

Así pues, comprobamos que los valores calculados son inferiores a los máximos admisibles:

- en el exterior:

$$U_p = 1635 \text{ V} < U_p(\text{exterior}) = 1954,3 \text{ V}$$

- en el acceso al C.T.:

$$U_d = 10350 \text{ V} < U_p(\text{acceso}) = 10748,6 \text{ V}$$

2.8.8.9. INVESTIGACION DE TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio previo para su reducción o eliminación.

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

$$D_{\text{mín}} = \frac{\sigma * I_d}{2.000 * \pi}$$

con:

$$\sigma = 150 \Omega.m.$$

$$I_d = 1000 \text{ A.}$$

obtenemos el valor de dicha distancia:



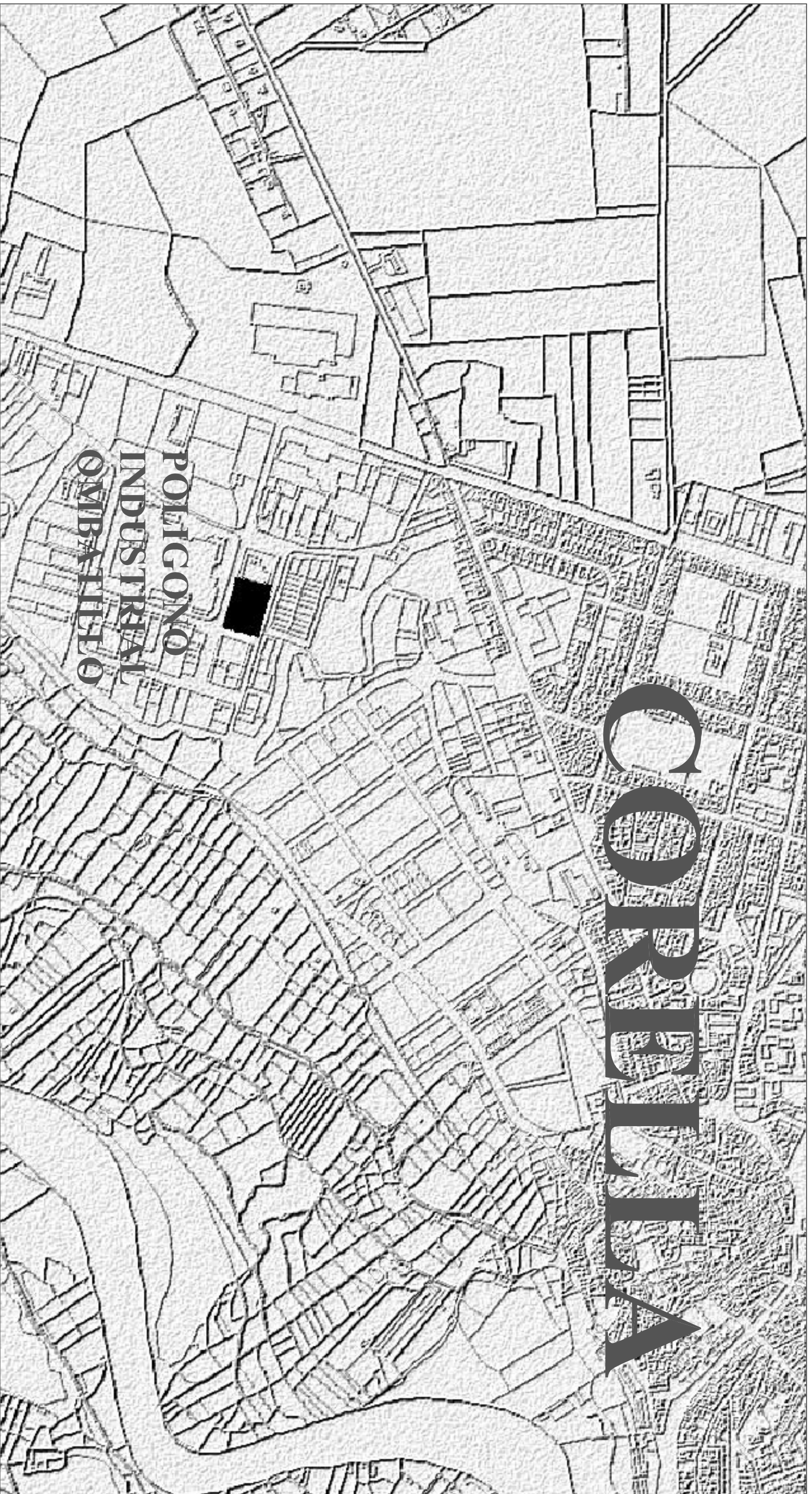
$D_{mín} = 23,88 \text{ m.}$

2.8.8.10. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL ESTABLECIENDO EL DEFINITIVO.

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


Corella, 29 Abril de 2.010
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Iván Bienzobas Rupérez



POLIGONO
INDUSTRIAL
OMBATIHO

CORRIPIVA

 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	
	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN	
PLANO: PLANO DE SITUACION 1	FIRMA:	
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1:5750	Nº PLANO: 1

PLANO:

PLANO DE SITUACION 1

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION
Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN
TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

REALIZADO:

BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN

FIRMA:

FECHA:

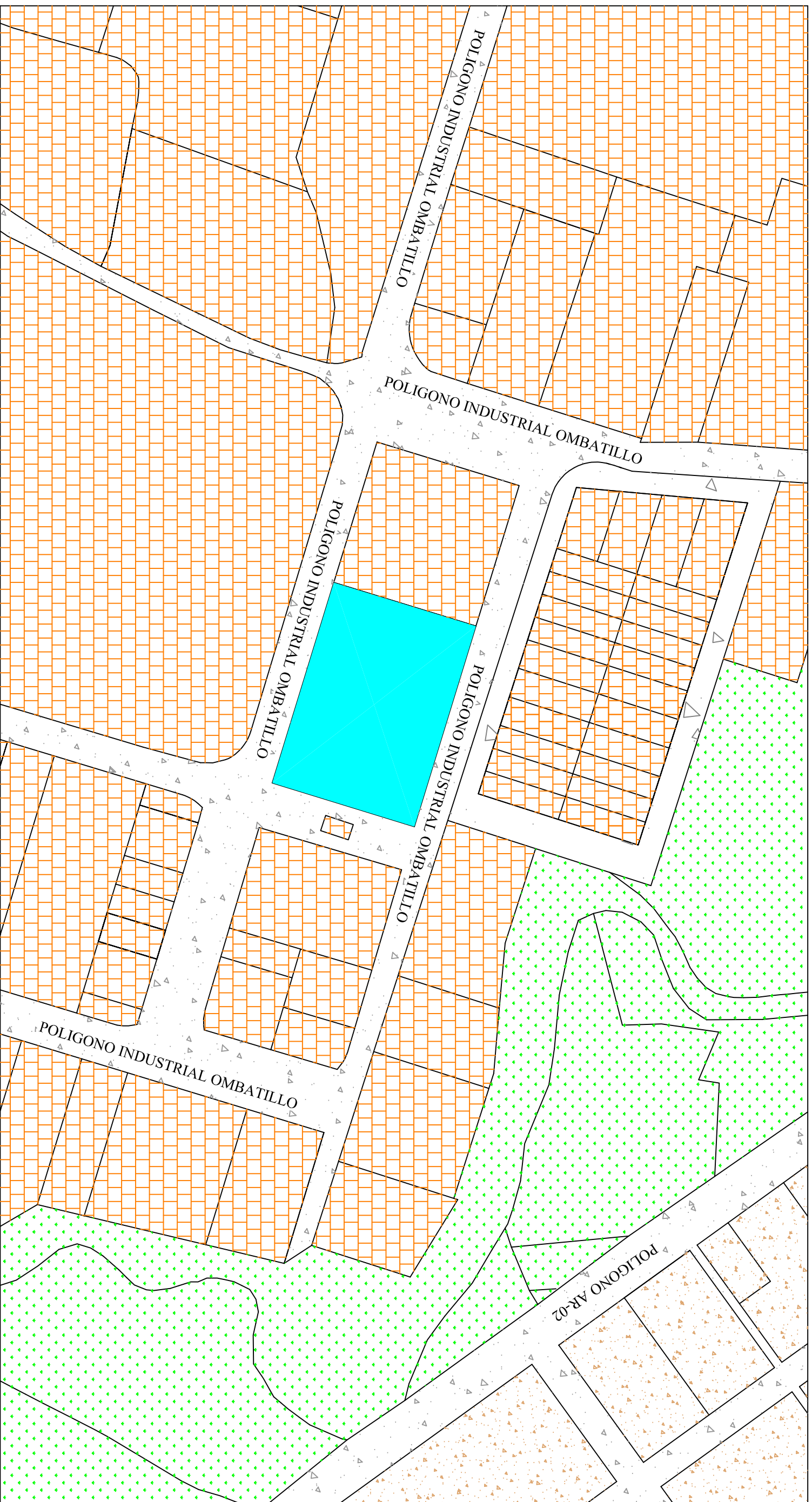
ABRIL 2010


ESCALA:

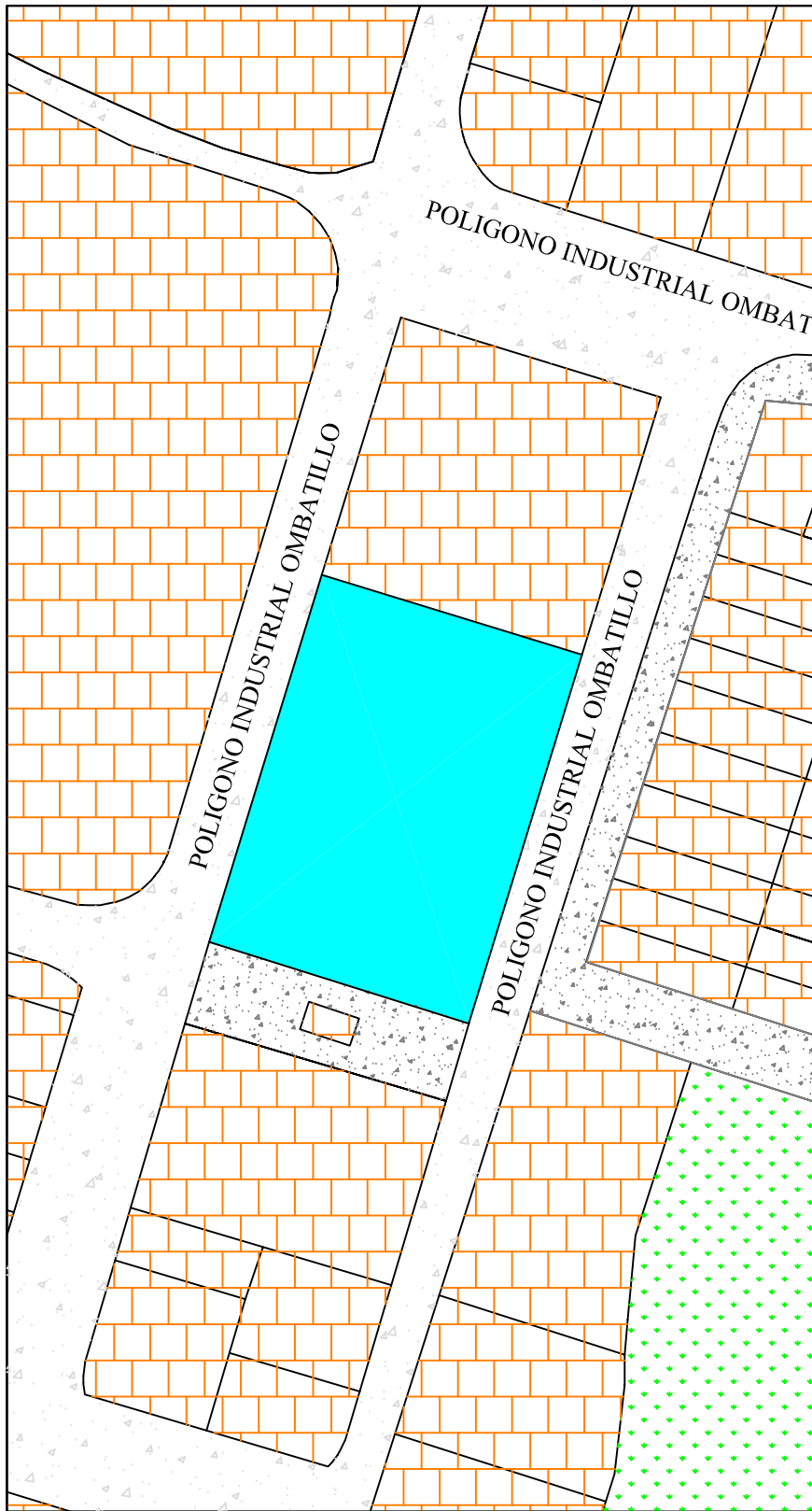
1:5750

Nº PLANO:

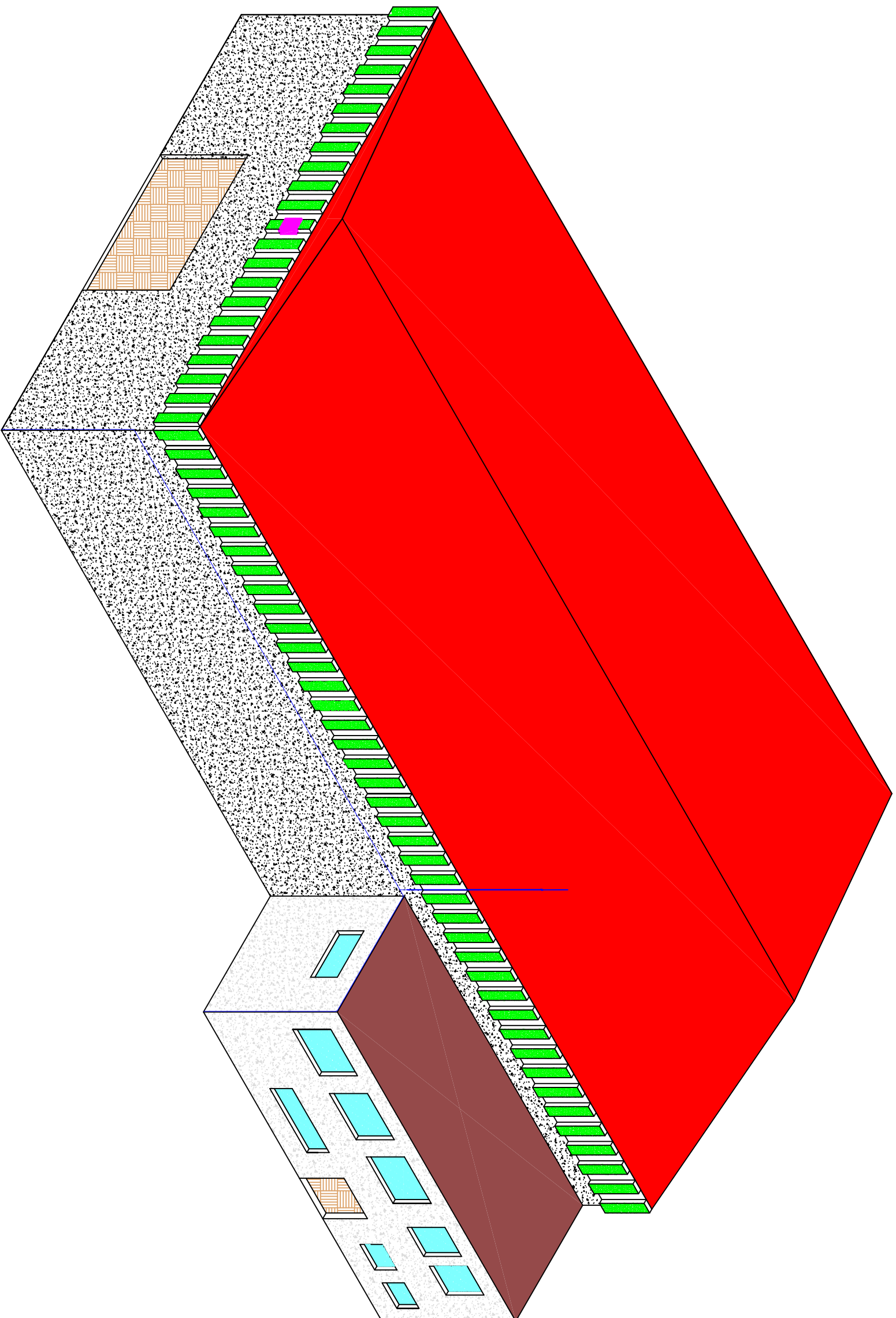
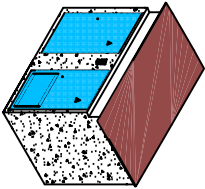
1




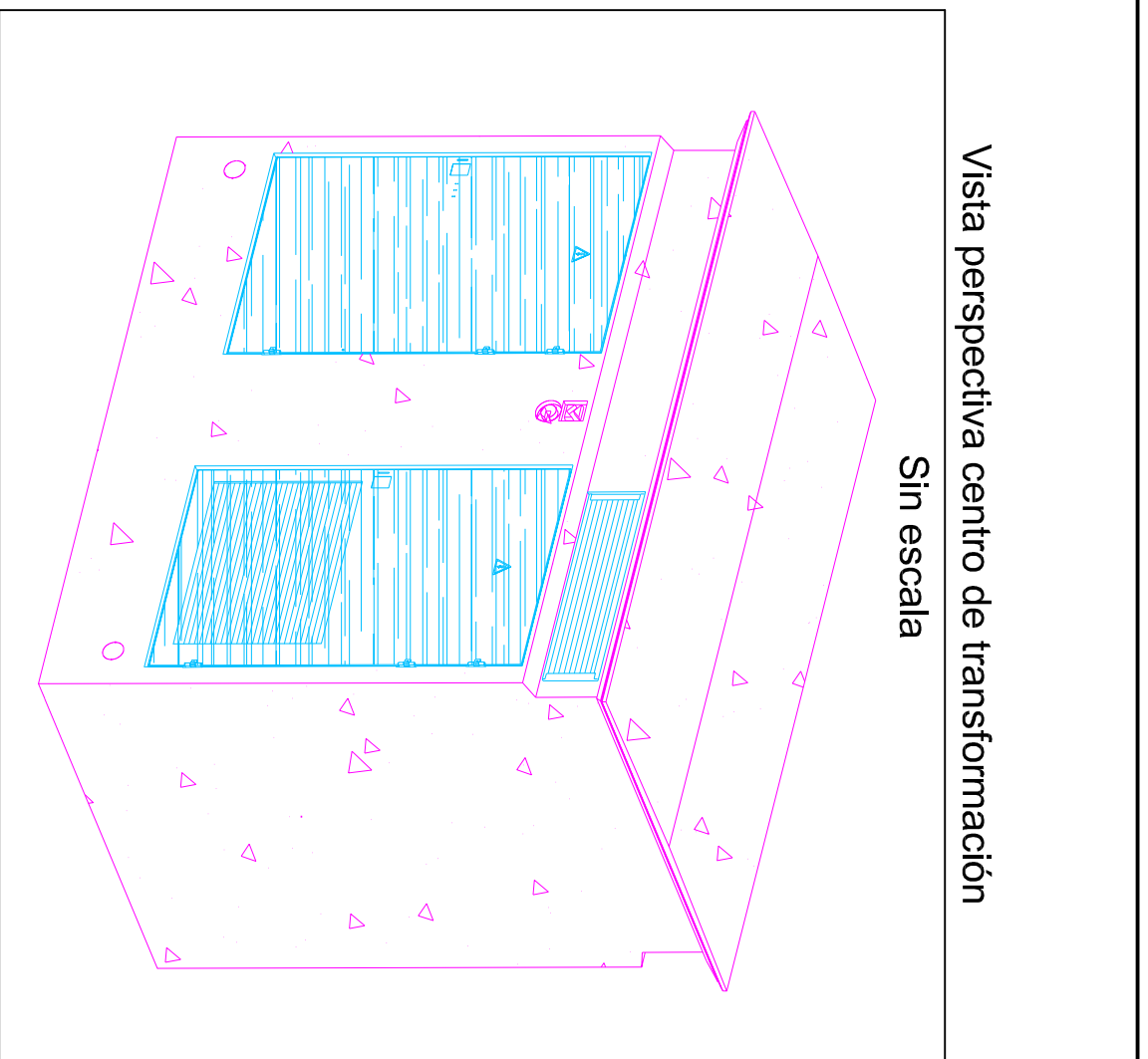
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN FIRMA:
PLANO: PLANO DE SITUACION 1.1	ESCALA: 1:1380	FECHA: ABRIL 2010



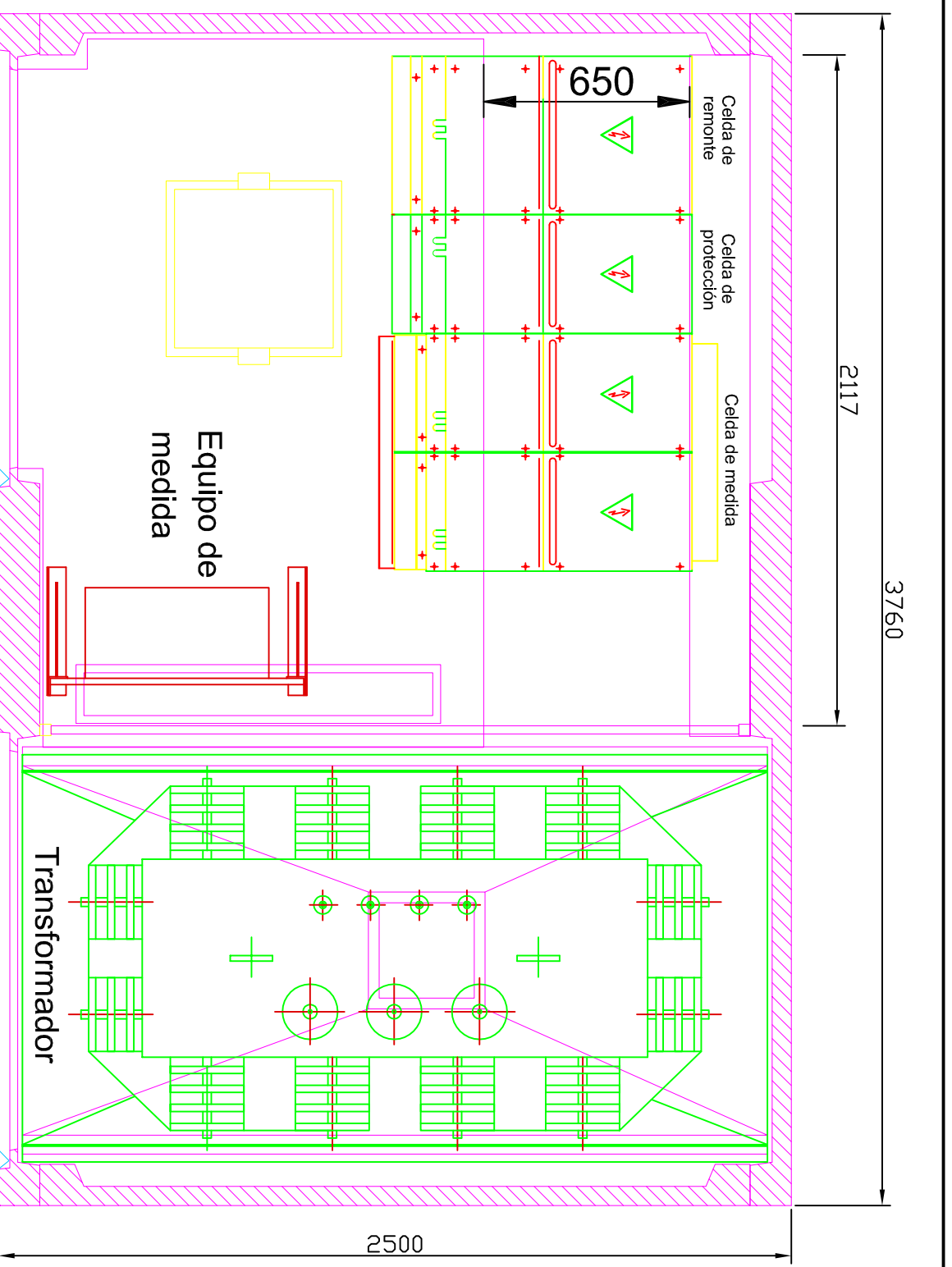
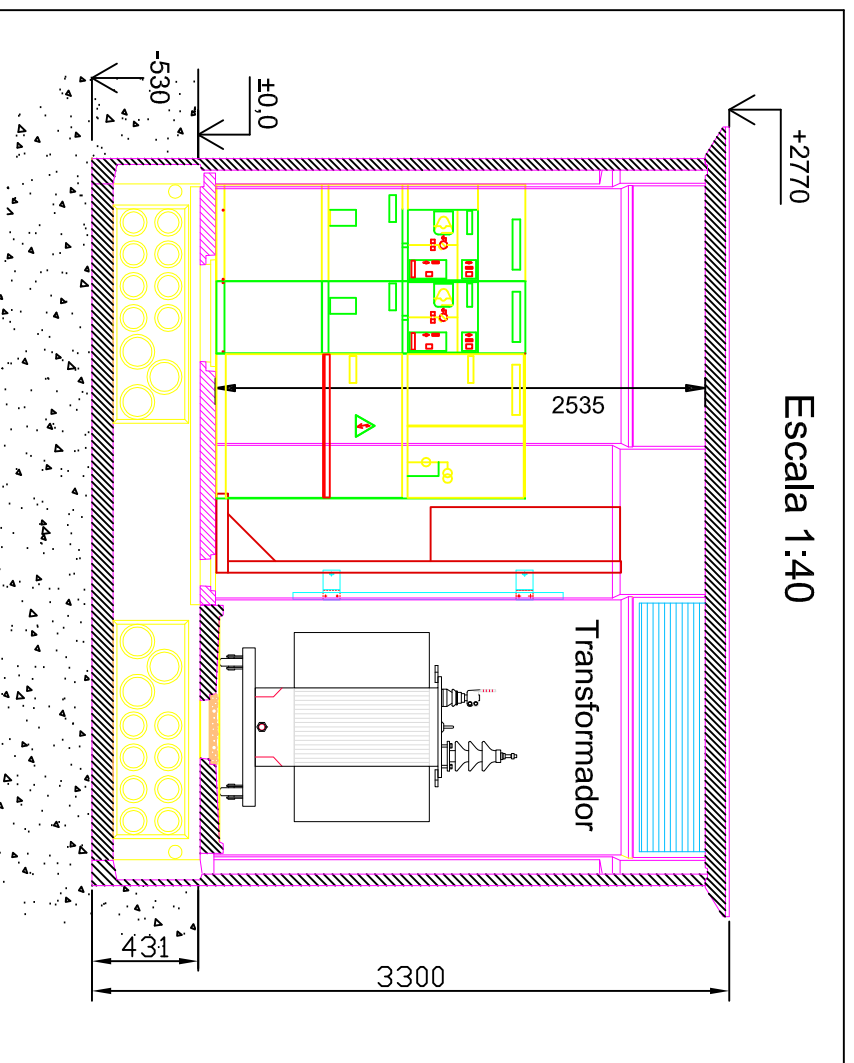
 <p>Universidad Pública de Navarra <i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i></p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>		
	<p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN</p>		
<p>PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA</p>		<p>FIRMA:</p>		
<p>PLANO: upna</p>	<p>PLANO DE SITUACION 1.2</p>	<p>FECHA: ABRIL 2010</p>	<p>ESCALA: 1:1380</p>	<p>NºPLANO: 1.2</p>




 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
	PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN FIRMA:
PLANO: NAVE EN 3D	ESCALA: 1:200	PLANO: 2

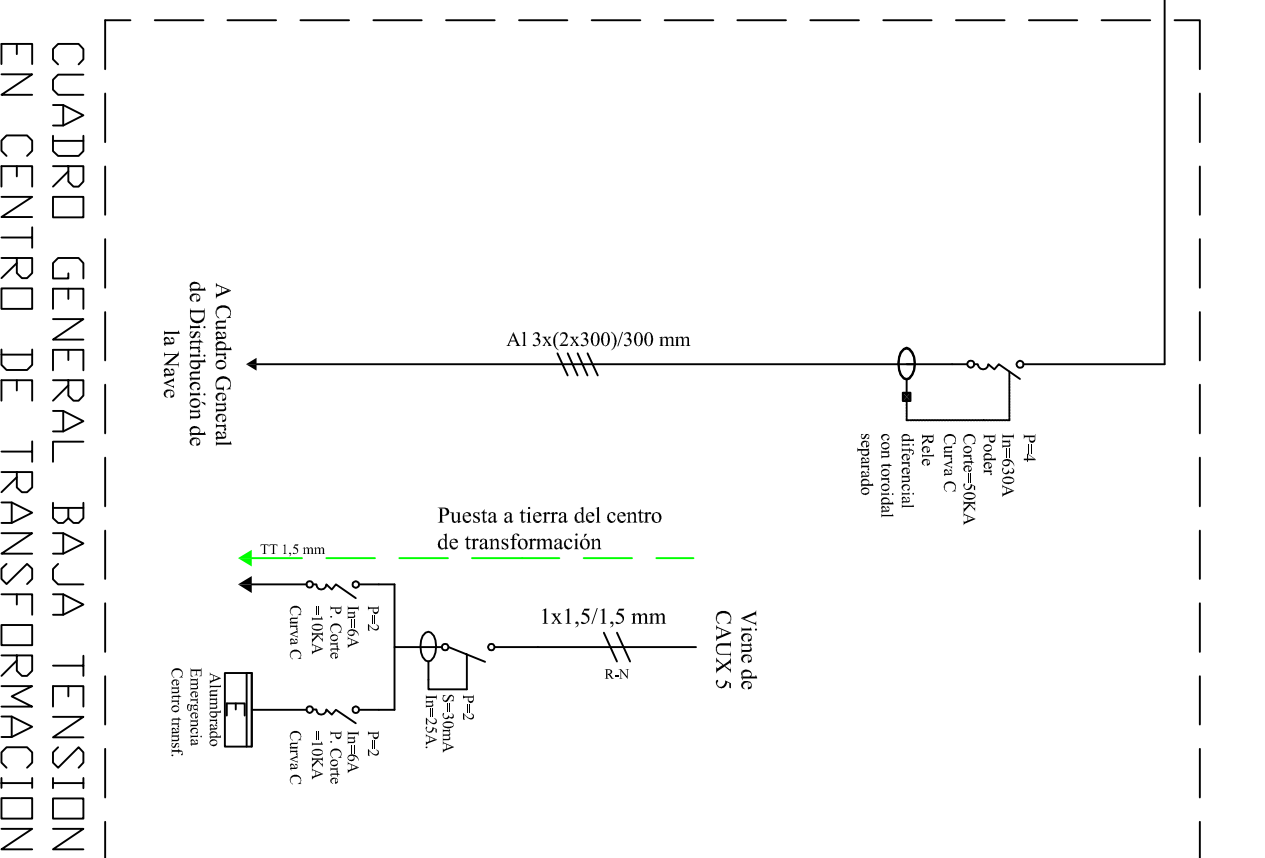
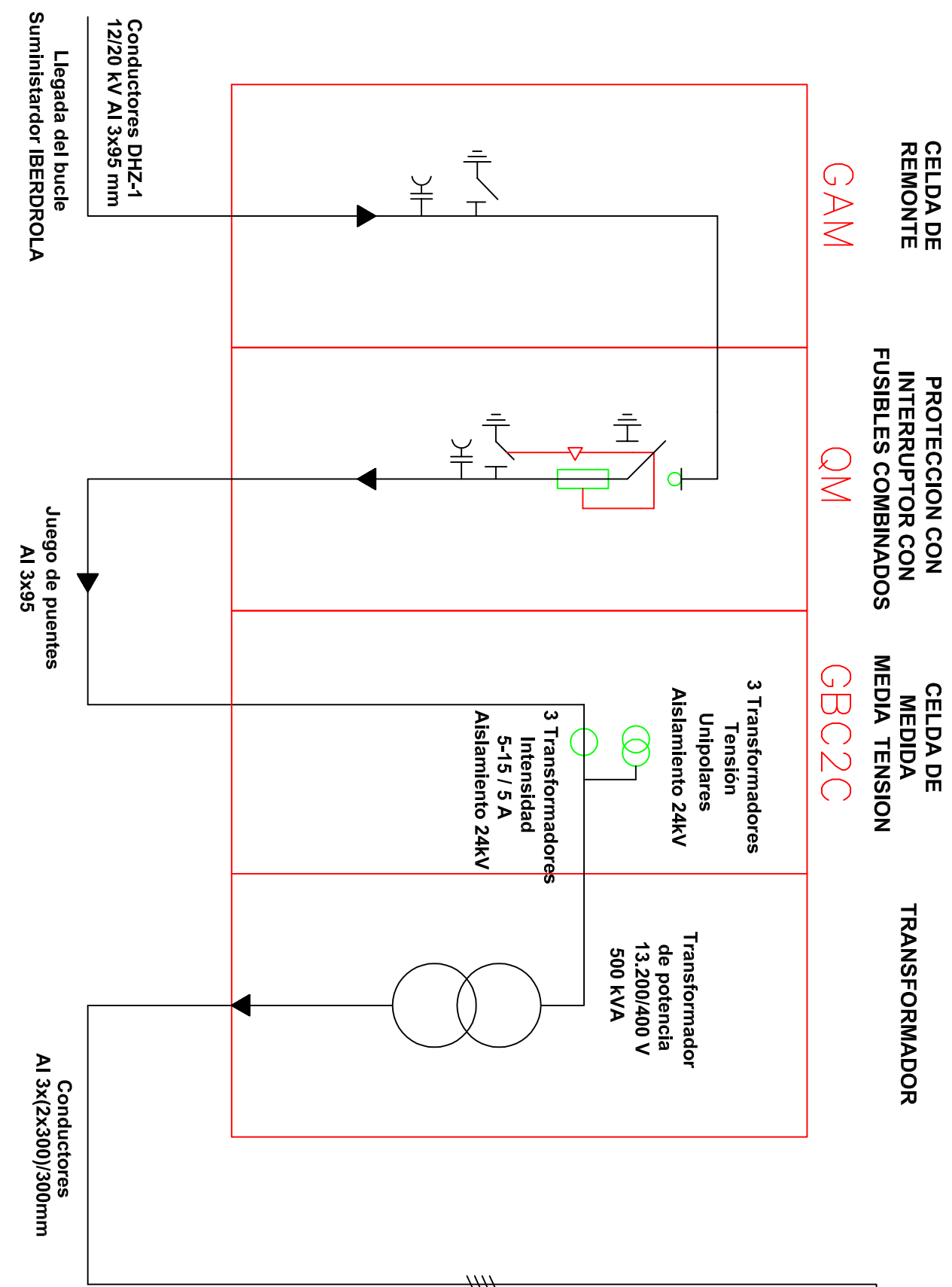


Sección Frontal Centro de Transformación



Vista interior aérea centro de transformación
Escala 1:20

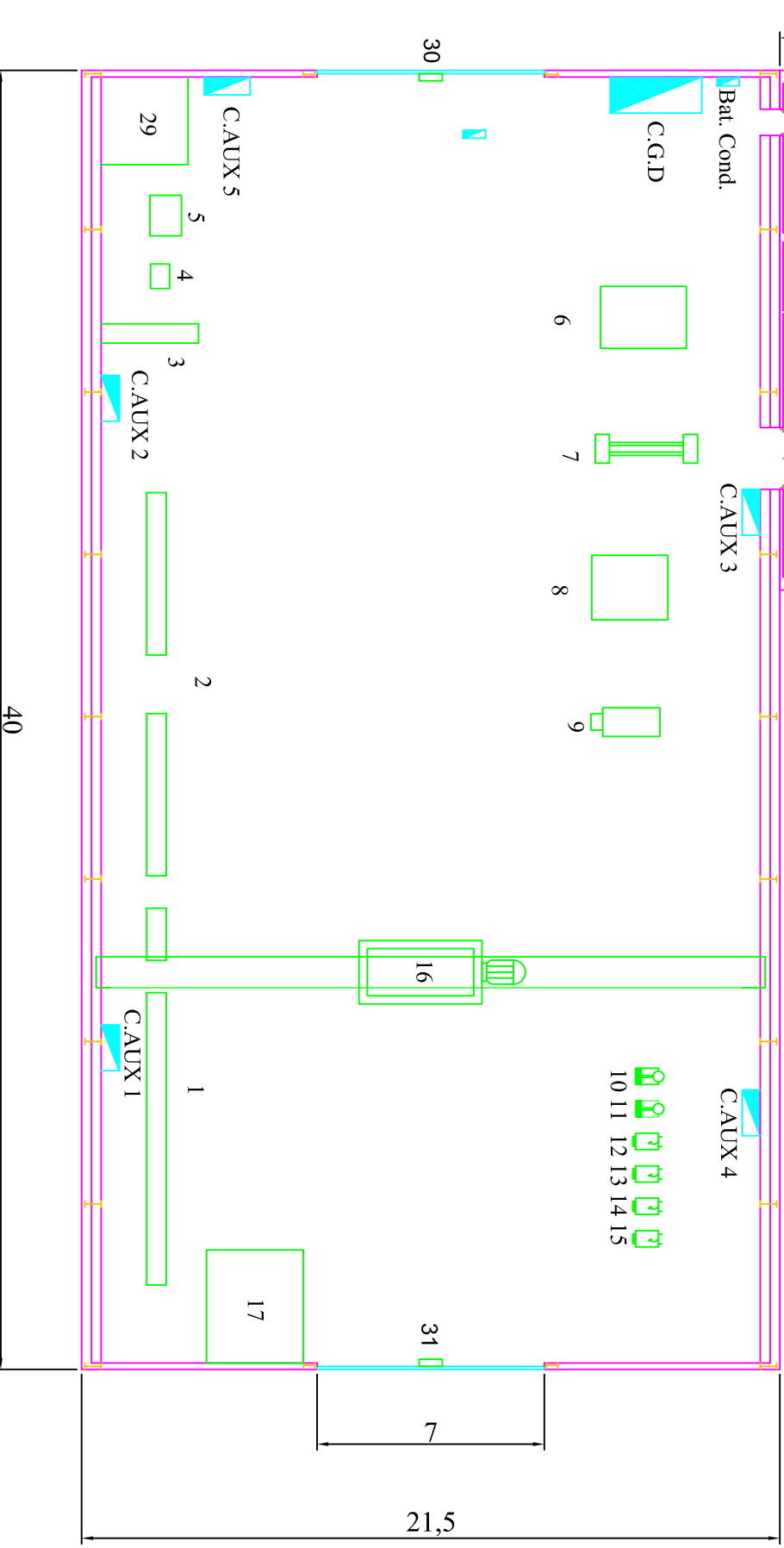
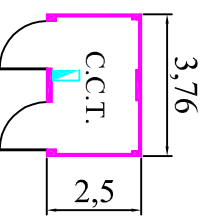
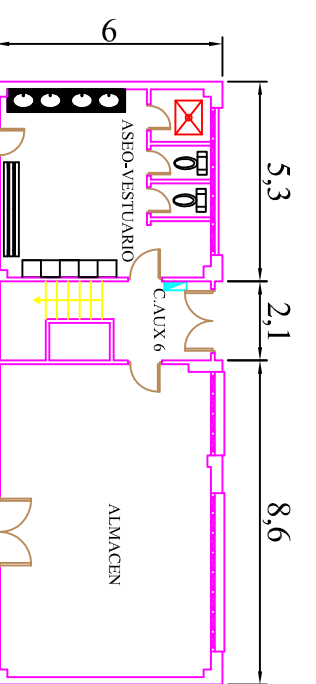
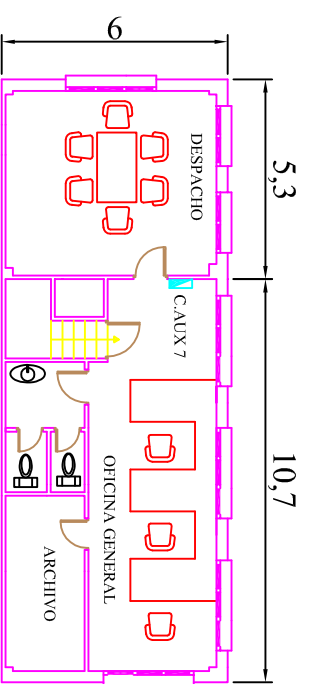
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.		DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL	
	PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA		REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN FIRMA:	
PLANO: CENTRO DE TRANSFORMACION	FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1:20	Nº PLANO: 3	



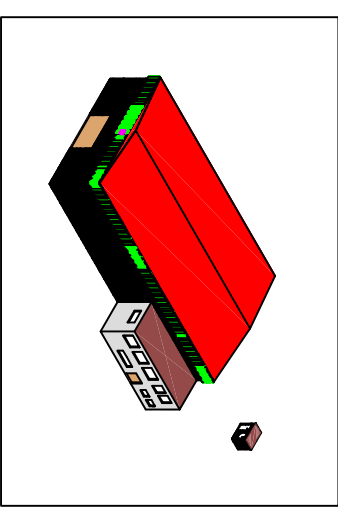
CENTRO DE TRANSFORMACION TIPO CASETA DE HORMIGON COMPACTO MOD. SCHNEIDER ELECTRIC EHC-3T1 D


<p>Interrupor automático magnetotérmico</p>	<p>Interrupor automático magnetotérmico con rele diferencial con toroidal separado</p>	<p>Indicadores de presencia de tensión</p>	<p>Seccionador de puesta a tierra</p>
<p>Interrupor diferencial</p>	<p>Interrupor diferencial con rele diferencial con toroidal separado</p>	<p>Interrupor-seccionador en SF6 de 400A, tensión de 24kV y 16kA, con bobina de apertura Tres cortacircuitos fusibles de alto poder de ruptura de 24kV, y calibre 25A</p>	

<p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>
	<p>PRDYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA</p>	
<p>PLANO: UNIFILAR CENTRO DE TRASNSTRFORM.</p>	<p>FECHA: ABRIL 2010</p>	<p>ESCALA: -</p>
<p>FIRMA:</p>	<p>BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN</p>	<p>REALIZADO:</p>



- 1. TRONZADORA DE DISCO/ BANCADA TRONZADORA 7600W
 - 2. SIERRA DE CINTA THOMAS (3 UNIDADES) 2600W
 - 3. GUILLOTINA NOVARELUP 23250W
 - 4. TALADRO COLUMNA 1636W
 - 5. TALADRO COLUMNA 2455W
 - 6. SIERRA DE ARCO 818W
 - 7. CURVADORA DE CHAPA 1600W
 - 8. HIDROLIPIADORA KRUGER 8236W
 - 9. CORTADORA DE PLASMA GALA 23160W
 - 10. SOLDADURA GALAGAR 12630W
 - 11. SOLDADURA GALAGAR 10520W
 - 12. SOLDADURA ELECTRODO GALAGAR 8420W
 - 13. SOLDADURA ELECTRODO GALAGAR 7150W
 - 14. SOLDADURA ELECTRODO TRIARC 12630W
 - 15. SOLDADURA ELECTRODO TRIARC12630W
 - 16. PUENTE GRUA JASO 7000W
 - 17. COMPRESOR JOSVAL 8660W
 - 29. DEPURADORA ERE 4000W.
 - 30. EXTRACTOR S&P 980W
 - 31. EXTRACTOR S&P 980W
- | | |
|----------------------|---------------------|
| CUADRO AUX1 (52402W) | CUADRO AUX5 (7610W) |
| Mód. 1 | LA 1 |
| Mód. 2 | LA 2 |
| Mód. 17 | LA 3 |
| Mód. 20 | LA 4 |
| Mód. 30 | LA 5 |
| Tomas trifásicas | LES1 |
| Tomas monofásicas | |
| CUADRO AUX2 (55923W) | CUADRO AUX6 (7989W) |
| Mód. 3 | LA 6 |
| Mód. 4 | LA 7 |
| Mód. 8 | LA 8 |
| Mód. 89 | Tomas monofásicas 1 |
| Tomas trifásicas | Tomas monofásicas 2 |
| Tomas trifásicas | LES |
| CUADRO AUX3 (59396W) | CUADRO AUX7 (8290W) |
| Mód. 9 | LA 9 |
| Mód. 9 | LA 10 |
| Mód. 9 | LA 11 |
| Tomas trifásicas | Tomas monofásicas 1 |
| Tomas trifásicas | Tomas monofásicas 2 |
| CUADRO AUX4 (88562W) | |
| Mód. 10 | |
| Mód. 11 | |
| Mód. 12 | |
| Mód. 12 | |
| Mód. 14 | |
| Mód. 14 | |
| Mód. 15 | |
| Tomas trifásicas | |
| Tomas trifásicas | |

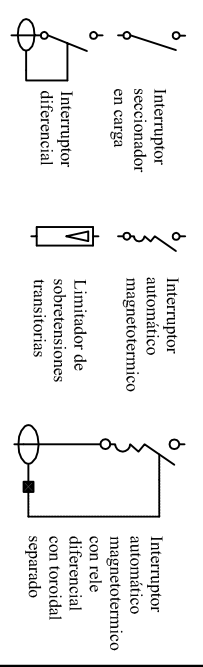


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	FIRMA:	FECHA: ABRIL 2010
PLANO: PLANTA DE LA NAVE	ESCALA: 1:200	Nº PLANO: 4

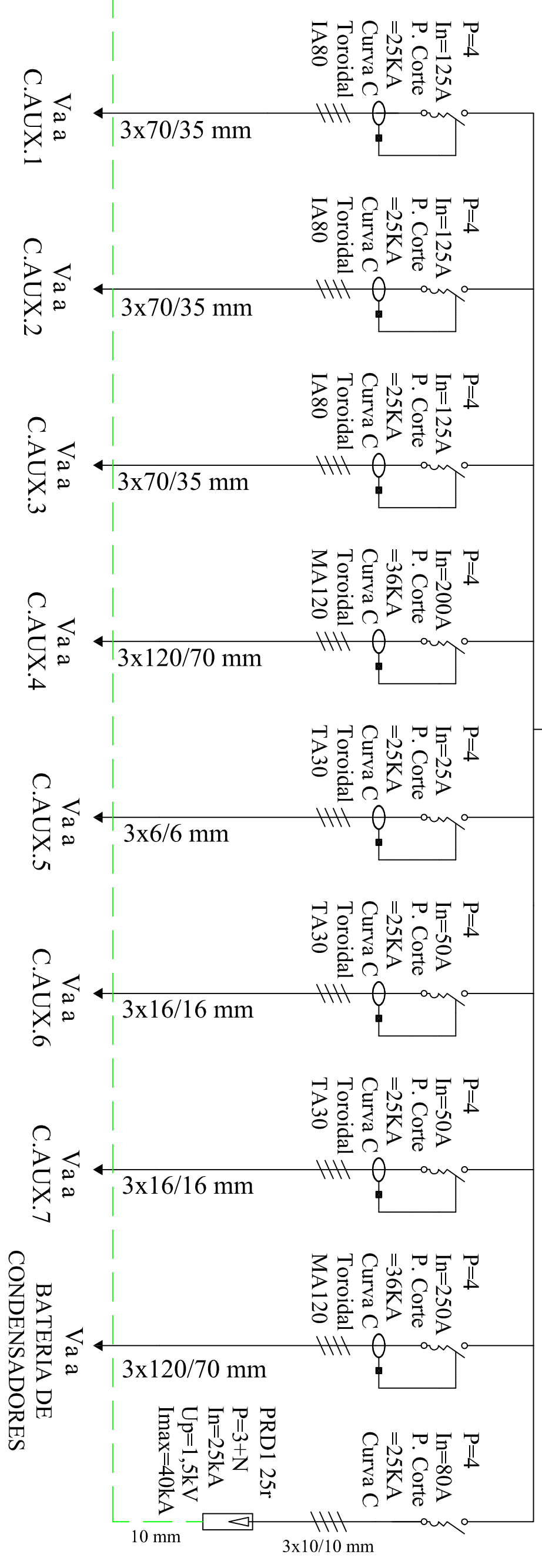
VIENE DE CENTRO DE TRANSFORMACION


3x(2x300)/300 mm

P=4
In=630A



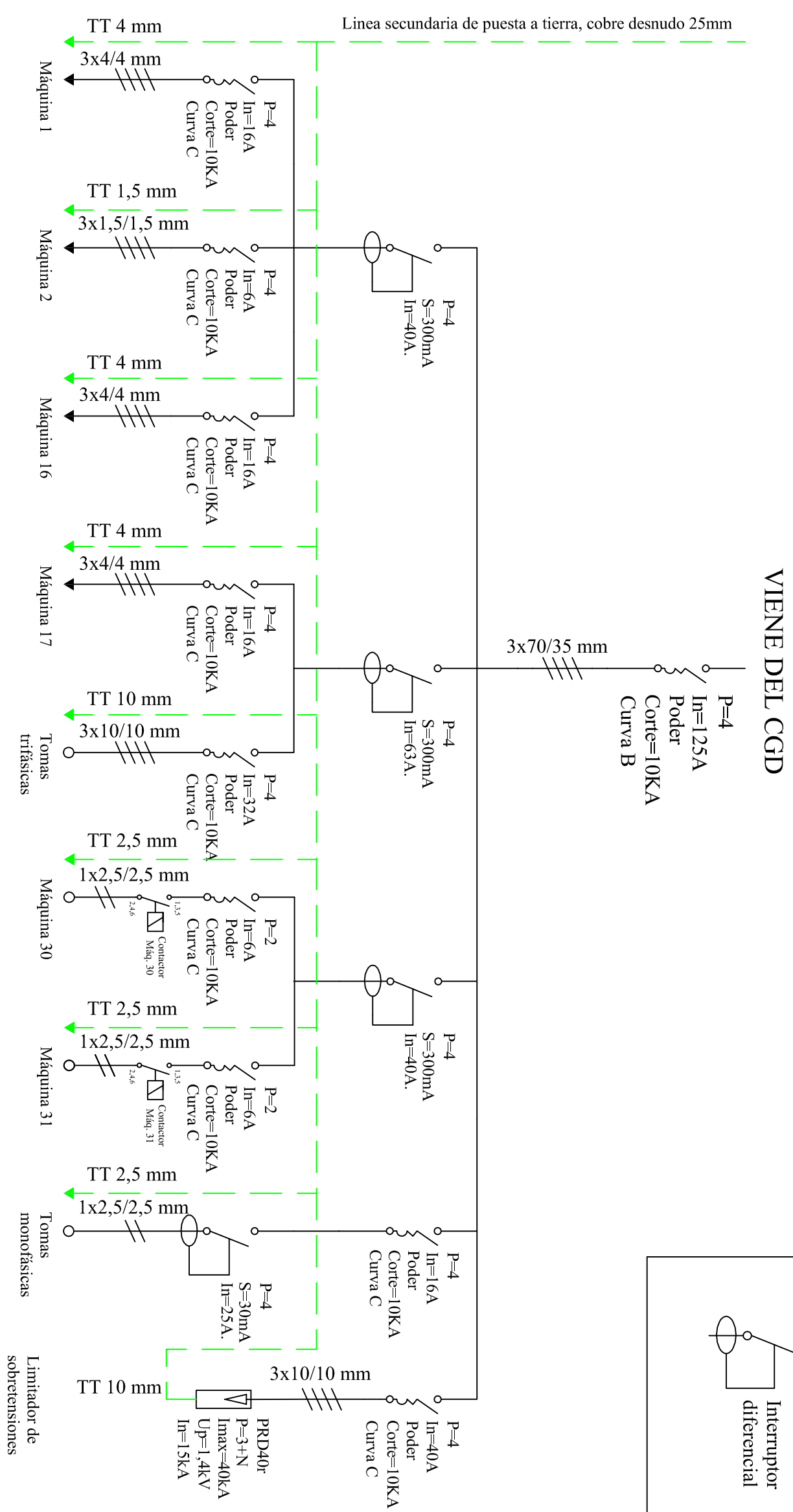
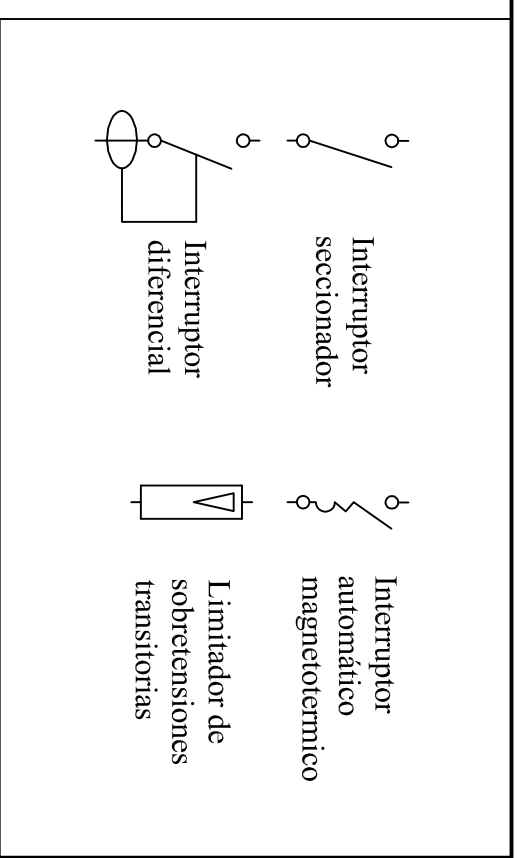
Linea secundaria de puesta a tierra, cobre desnudo 25mm



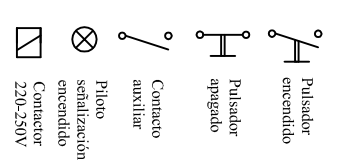
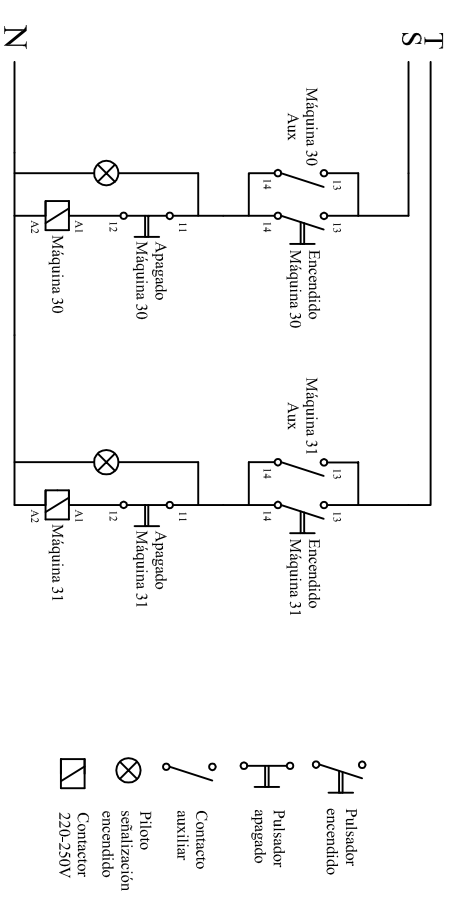
 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN
FIRMA:	

PLANO: UNIFILAR ACDMETIDA - CGD	FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: -	Nº PLANO: 5
---	-----------------------------	---------------------	-----------------------



ESQUEMA DE MANDO DE LOS EXTRACTORES



Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

REALIZADO: BIENSOBAS RUPÉREZ, IVÁN

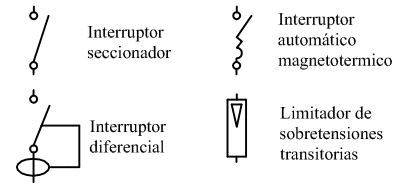
PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 1

FECHA: ABRIL 2010

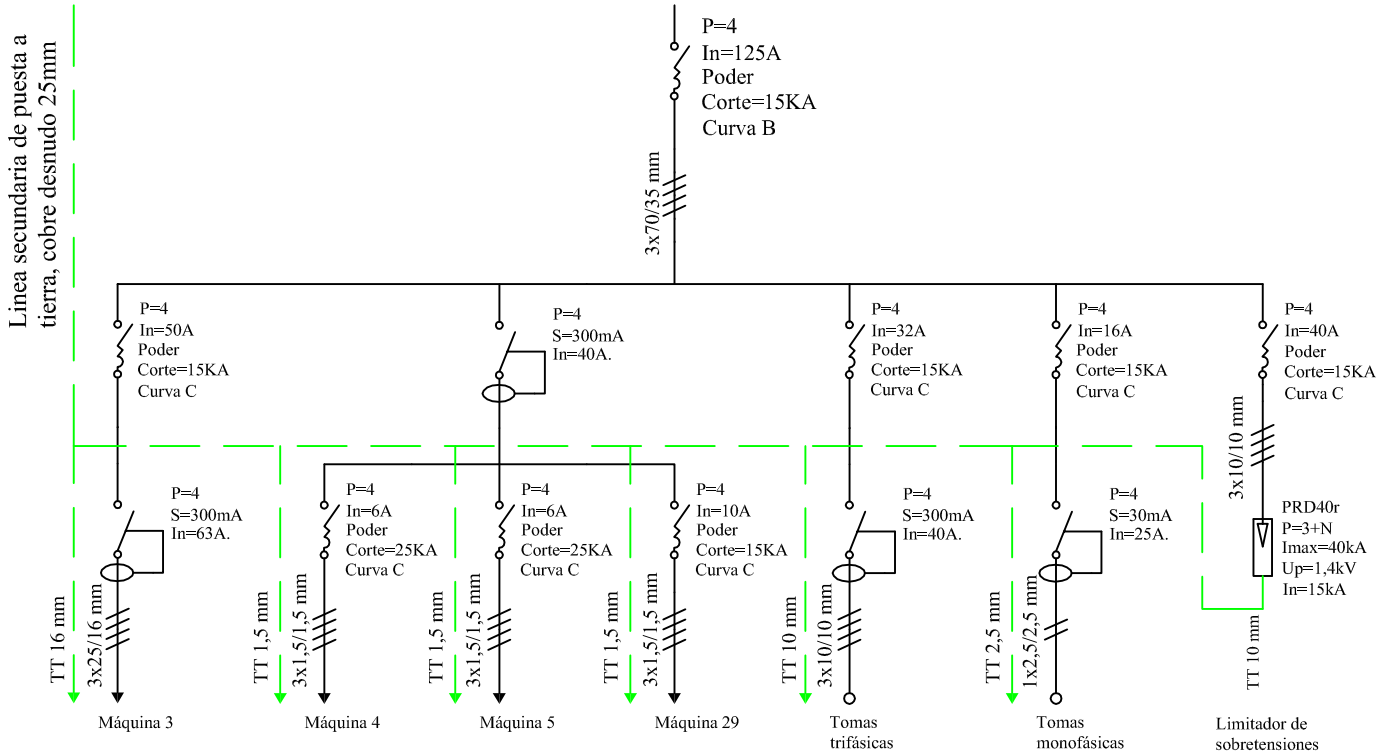
ESCALA: -

FIRMA: NRP/ANND

5.1



VIENE DEL CGD



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

DEPARTAMENTO:
**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

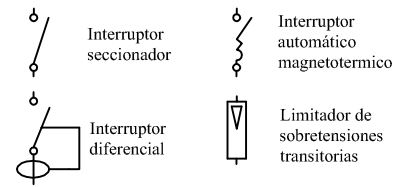
PROYECTO:
INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION
Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN
TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

REALIZADO:
BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN

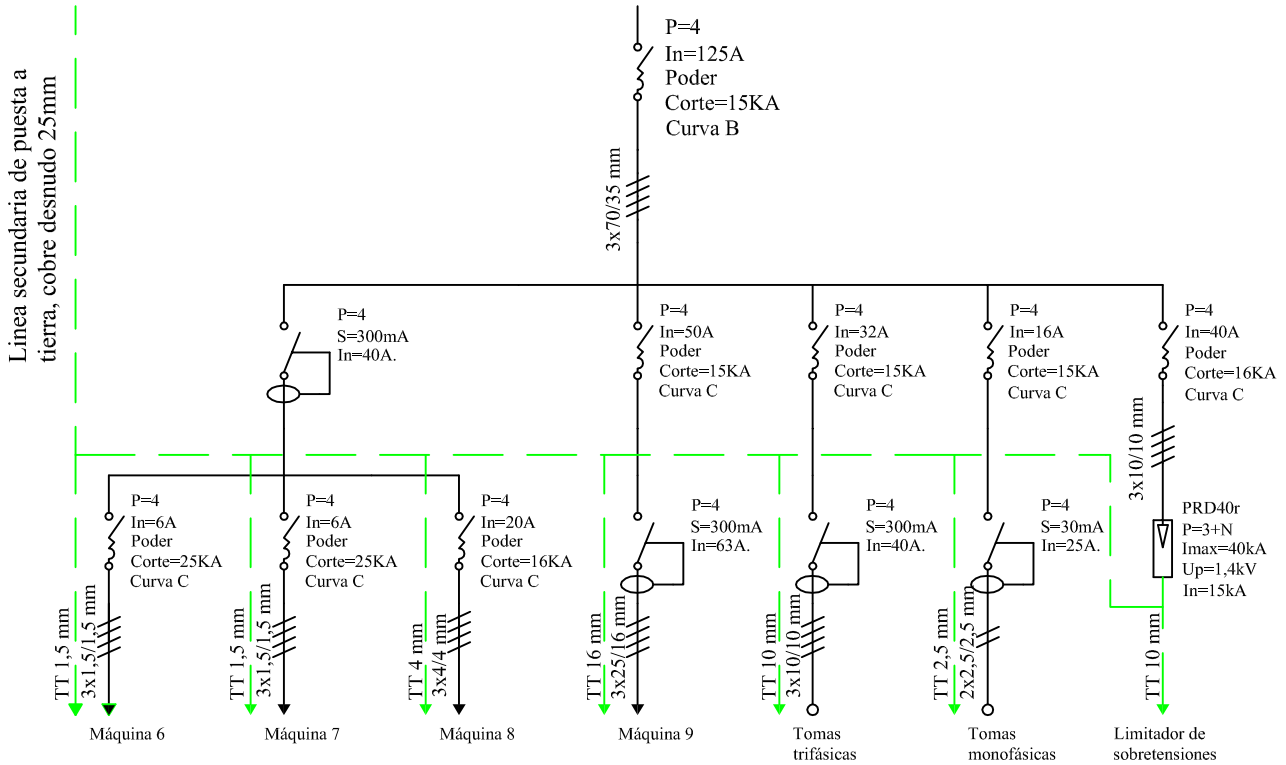
FIRMA:

PLANO:
UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 2

FECHA: ABRIL 2010
ESCALA: -
NºPLANO: 5.2



VIENE DEL CGD



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

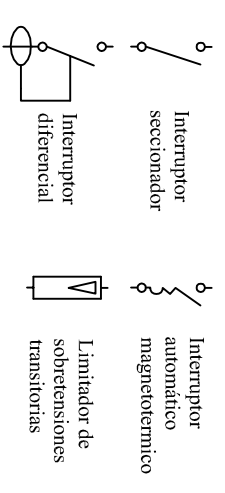
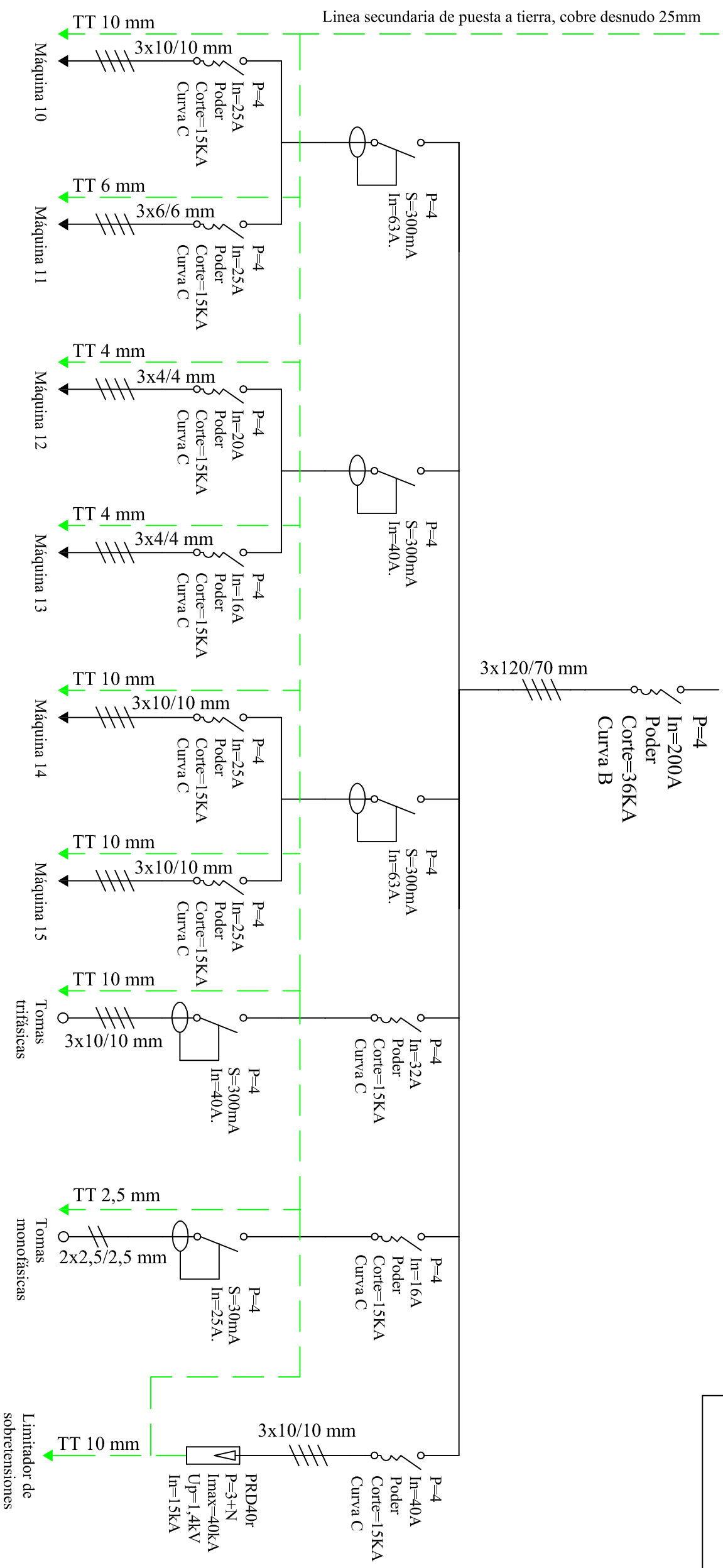
REALIZADO:
BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN


FIRMA:

PLANO:
UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 3

FECHA: ABRIL 2010
ESCALA: -
NºPLANO: 5.3

VIENE DEL CGD

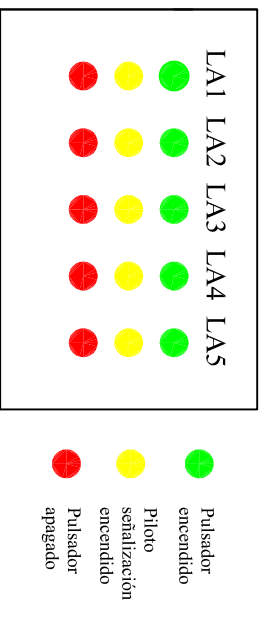


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

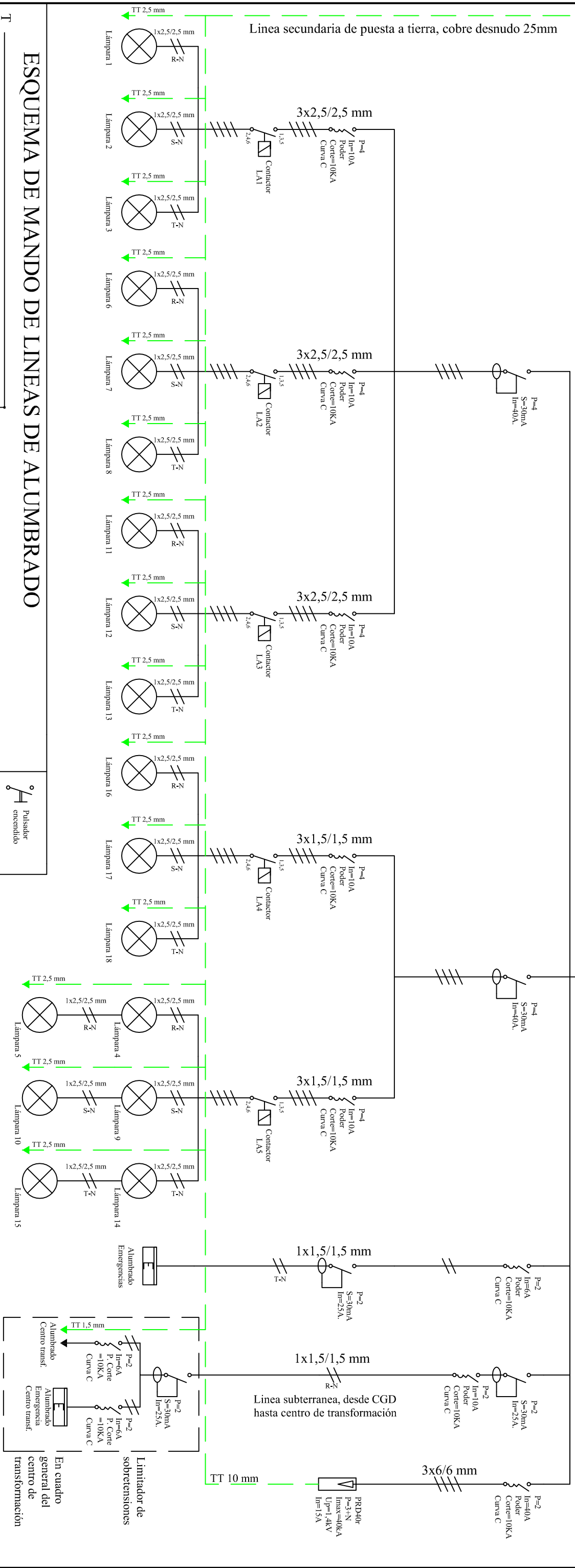
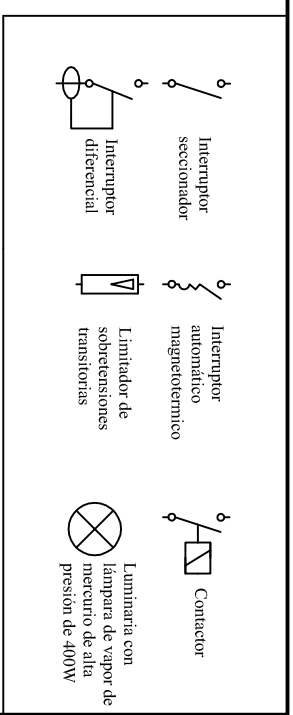
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN
--	--

PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 4	FECHA: ?	ESCALA: -	Nº PLANO: 5.4
---	--------------------	---------------------	-------------------------

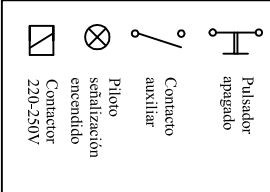
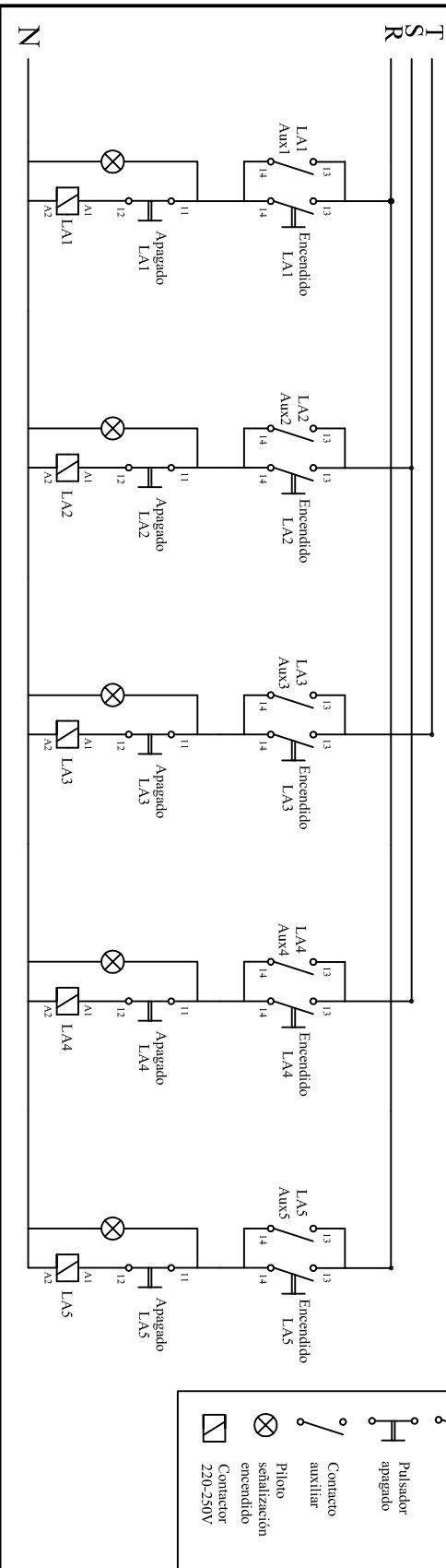
Cuadro de pulsadores de encendido-apagado de líneas de alumbrado. Situado al lado del cuadro auxiliar 5, junto a la puerta de entrada.



VIENE DEL CGD



ESQUEMA DE MANDO DE LINEAS DE ALUMBRADO



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN

PROYECTO:

INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

REALIZADO:

BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN

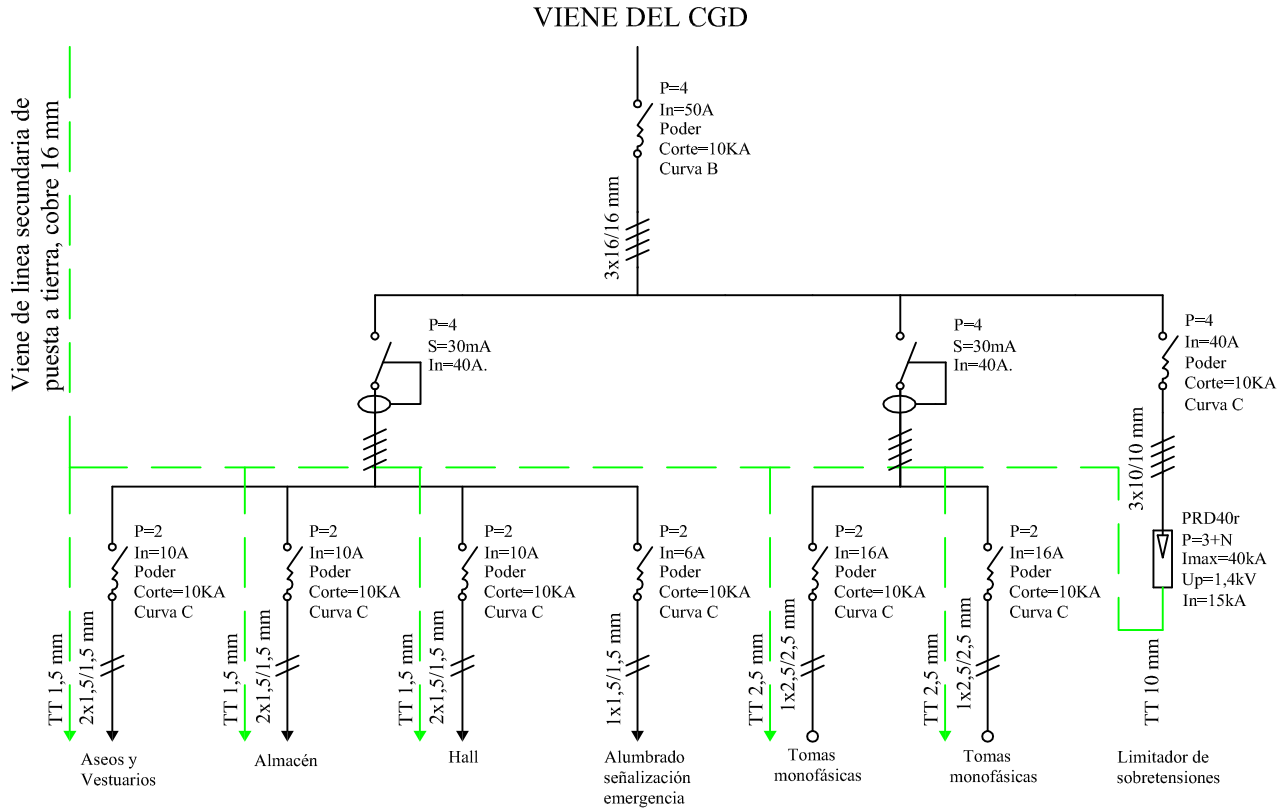
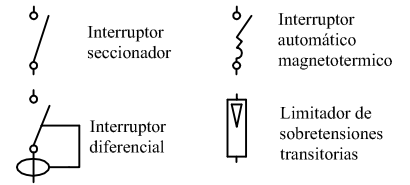
FIRMA:


FECHA:

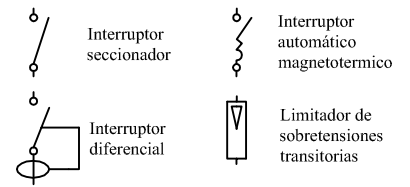
ABRIL 2010

ESCALA: 5.5

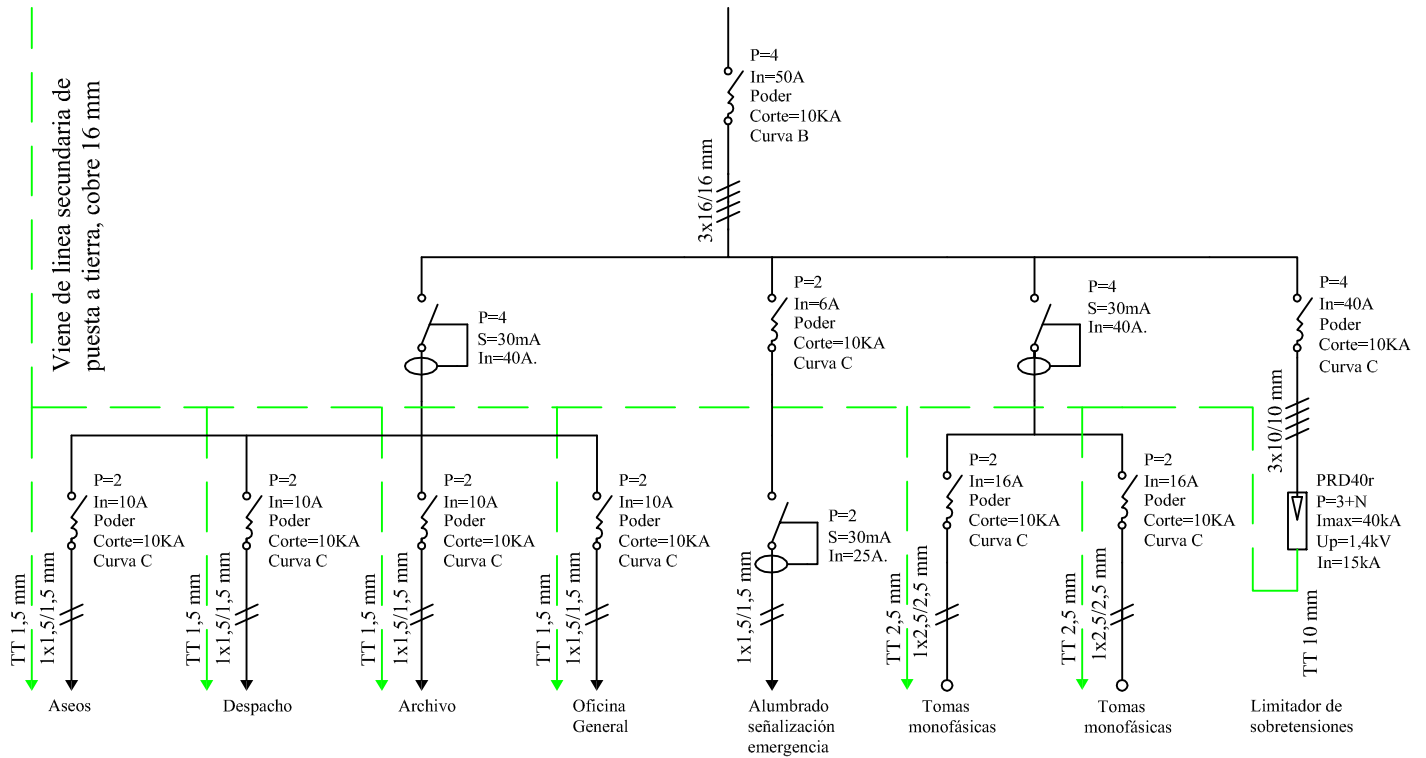
PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 5



 <p>Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>	<p>E.T.S.I.I.T.</p> <p>INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.</p>	<p>DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL</p>		
	<p>PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA</p>		<p>REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN</p>	
<p>PLANO: UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 6</p>	<p>FECHA: ABRIL 2010</p>		<p>ESCALA: -</p>	<p>NºPLANO: 5.6</p>
	<p>FIRMA:</p>			



VIENE DEL CGD



Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.
INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:
INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

REALIZADO:
BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN

FIRMA:

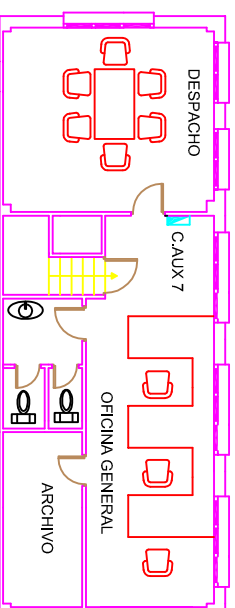
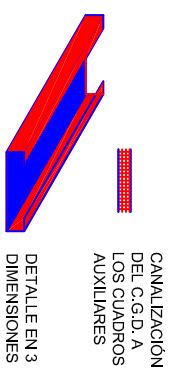
PLANO:
UNIFILAR CUADRO AUXILIAR 7

FECHA:
ABRIL 2010

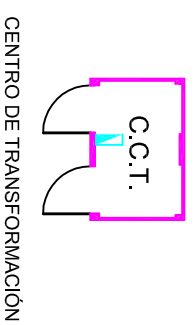
ESCALA:
-

NºPLANO:
5.7

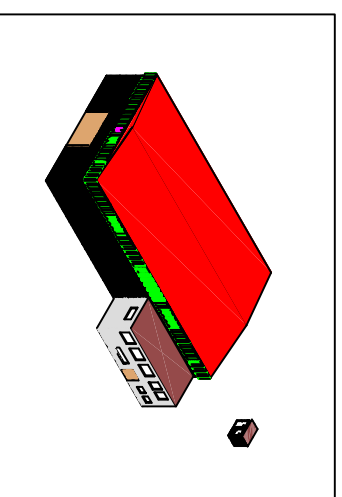
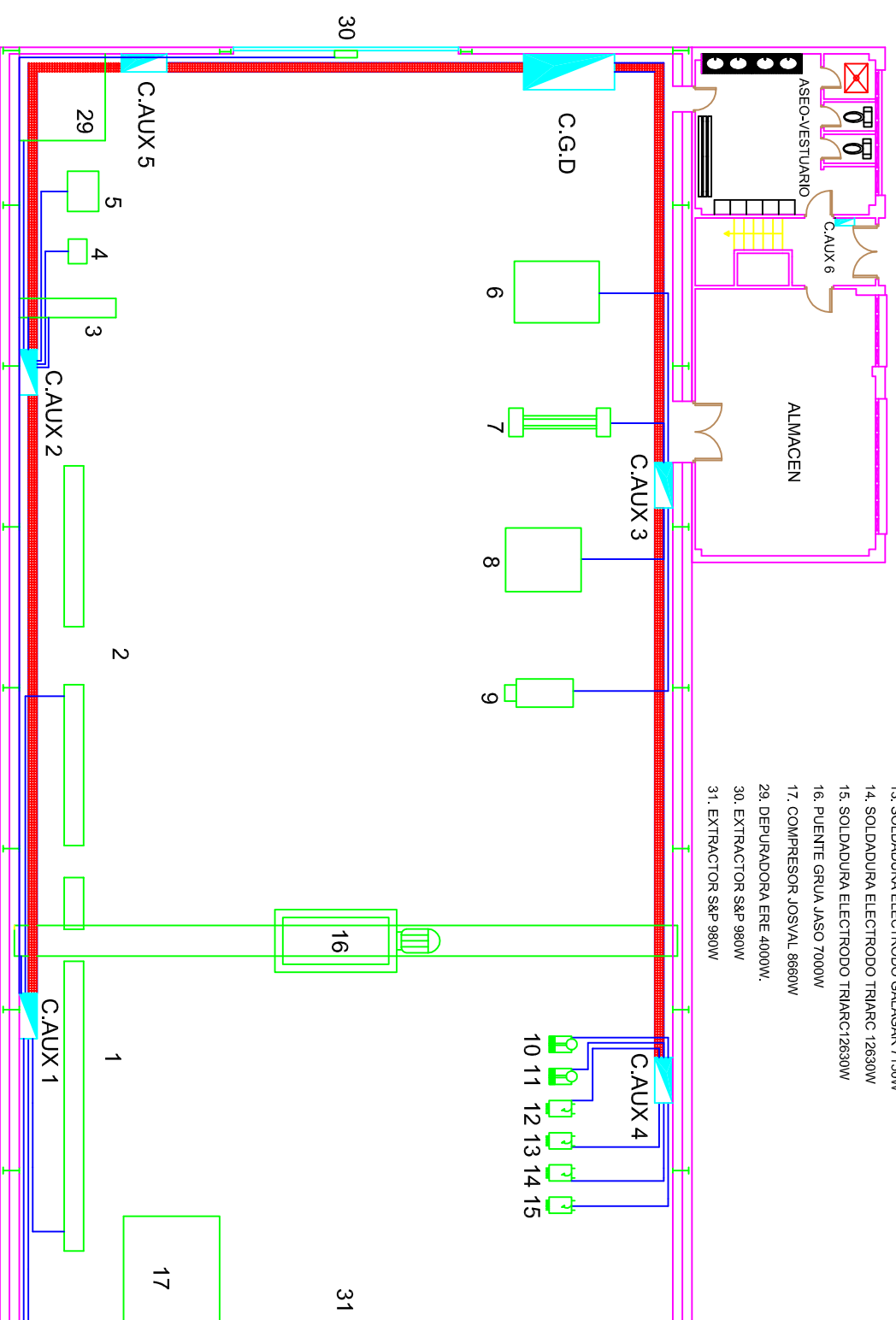
DETALLE DE LAS CANALIZACIONES:



1. TRONZADORA DE DISCO/ BANCADA TRONZADORA 7600W
2. SIERRA DE CINTA THOMAS (3 UNIDADES) 2600W
3. GUILLOTINA NOVAERUOP 23250W
4. TALADRO COLUMNA 1636W
5. TALADRO COLUMNA 2455W
6. SIERRA DE ARCO 818W
7. CURVADORA DE CHAPA 1600W
8. HIDROLIMPIADORA KRÜGER 8236W
9. CORTADORA DE PLASMA GALA 23160W
10. SOLDADURA GALAGAR 12630W
11. SOLDADURA GALAGAR 10520W
12. SOLDADURA ELECTRODO GALAGAR 8420W
13. SOLDADURA ELECTRODO GALAGAR 7150W
14. SOLDADURA ELECTRODO TRIMARC 12630W
15. SOLDADURA ELECTRODO TRIMARC 12630W
16. PUENTE GRUA JASO 7000W
17. COMPRESOR JOSVAL 8660W
29. DEPURADORA ERE 4000W.
30. EXTRACTOR S&P 980W
31. EXTRACTOR S&P 980W



CENTRO DE TRANSFORMACION



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL

PROYECTO:

INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION
Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN
TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

REALIZADO:

BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN

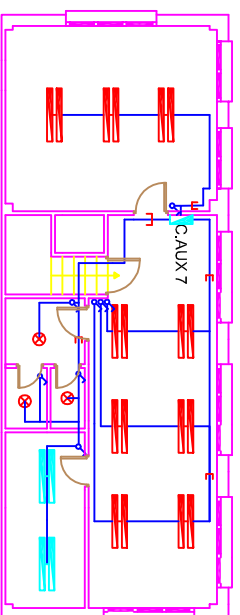
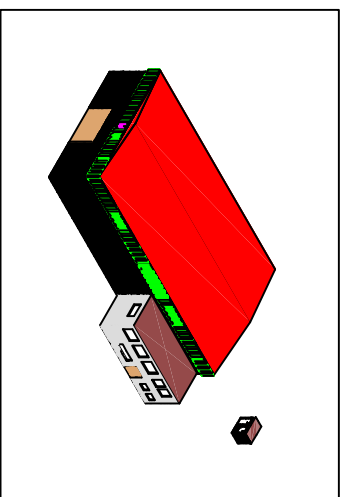
FIRMA:

PLANO: LINEAS DE FUERZA DE LA MAQUINARIA

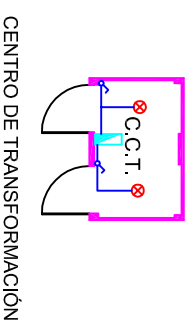
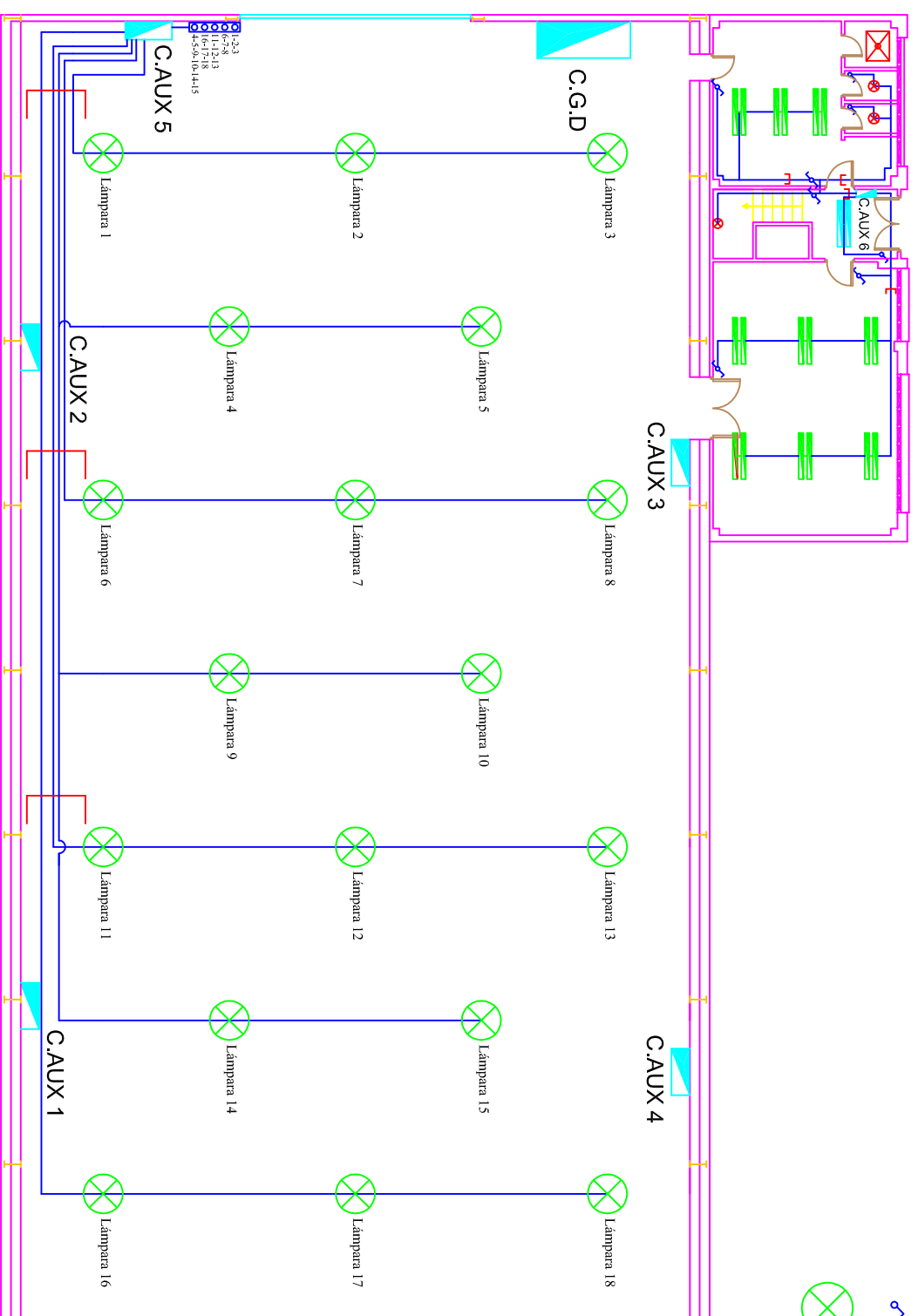
FECHA:
ABRIL 2010

ESCALA:
1:200

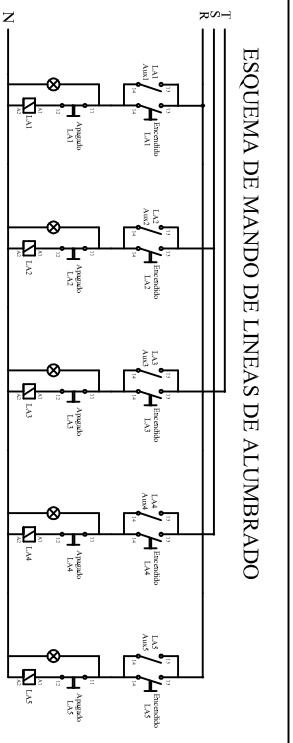
Nº PLANO:
6



- CANALIZACIONES TALLER (Tubos de PVC rígido)
- CANALIZACIONES OFICINAS
- FLUORESCENTE 36W ESTANCO
- FLUORESCENTE 36W EMPOTRADO TECHO
- FLUORESCENTE 58W EMPOTRADO TECHO
- ⊗ LAMPARAS DE INCANDESCENCIA
- ⚡ INTERRUPTORES
- ⊗ LAMPARAS DE VAPOR DE SODIO 400W

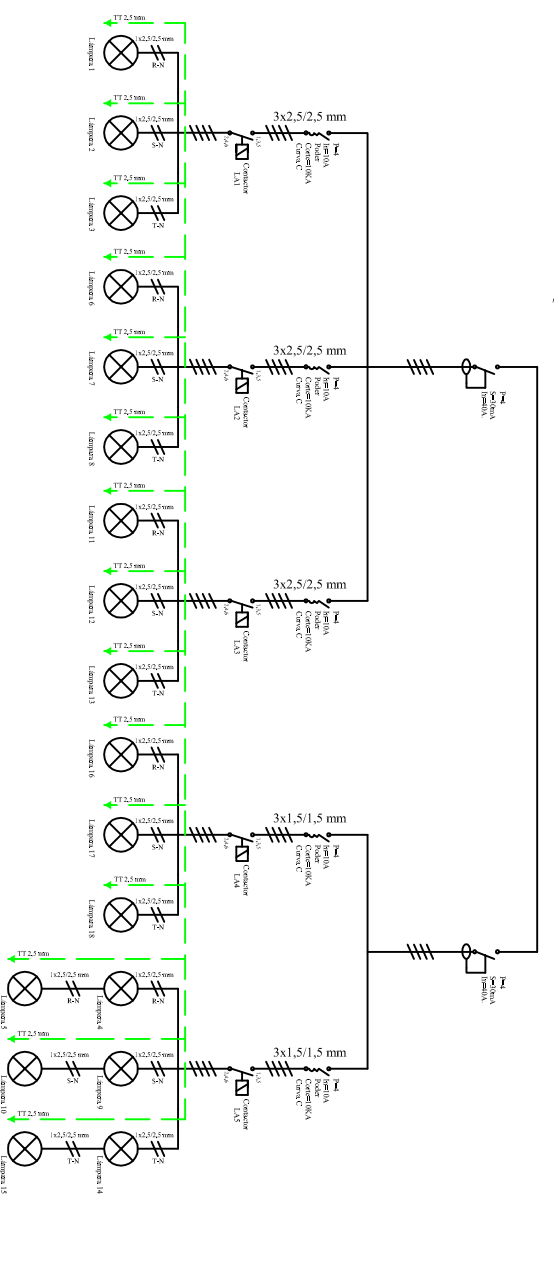


CENTRO DE TRANSFORMACIÓN



ESQUEMA DE MANDO DE LINEAS DE ALUMBRADO

ESQUEMA DE FUERZA DE LINEAS DE ALUMBRADO



Universidad Pública
de Navarra
Nafarroako
Unibertsitate Publikoa

E.T.S.I.I.T.

**INGENIERO
TECNICO INDUSTRIAL E.**

PROYECTO:

INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION
Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN
TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA

DEPARTAMENTO:

**DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS E ING. RURAL**

REALIZADO:

BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN

FIRMA:

FECHA:

ABRIL 2010

ESCALA:

1:200

PLANO:

7

PLANO: DISTRIBUCION DE LAS LUMINARIAS

FECHA:

ABRIL 2010

ESCALA:

1:200

PLANO:

7

FECHA:

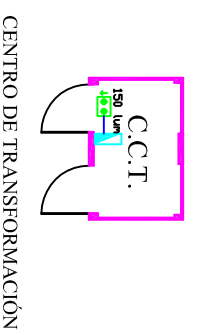
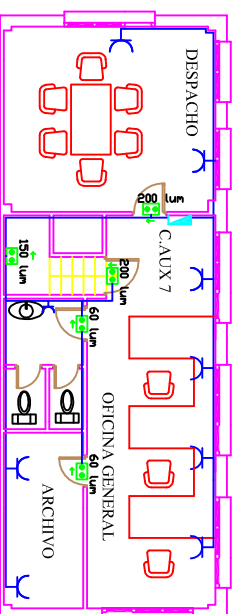
ABRIL 2010

ESCALA:

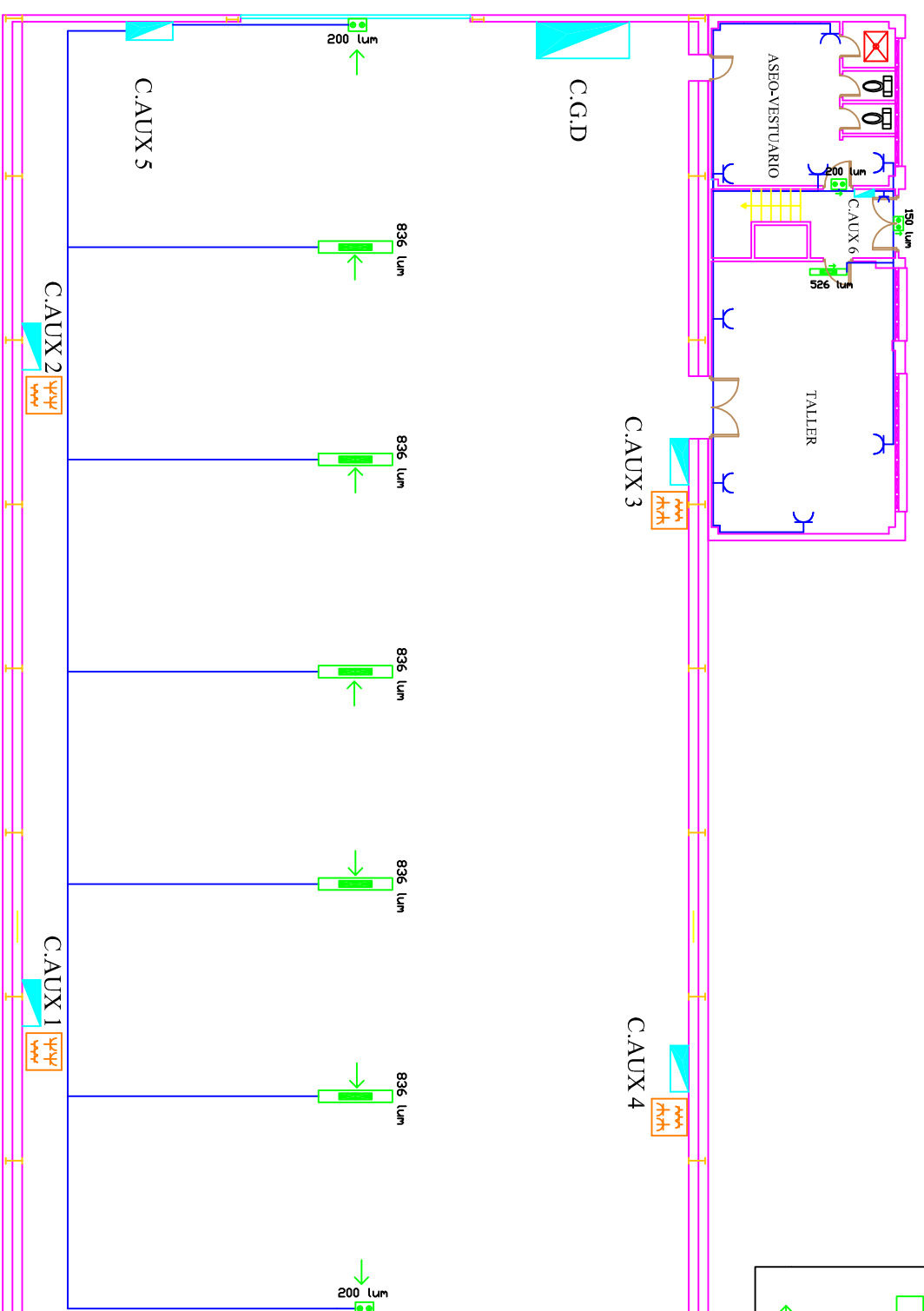
1:200

PLANO:

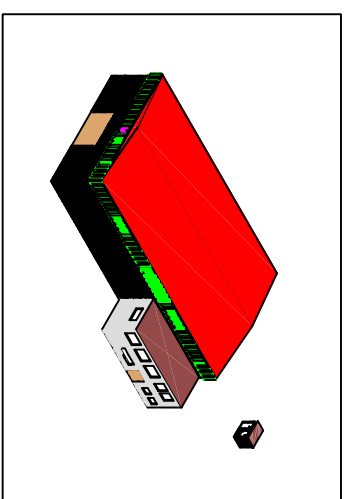
7





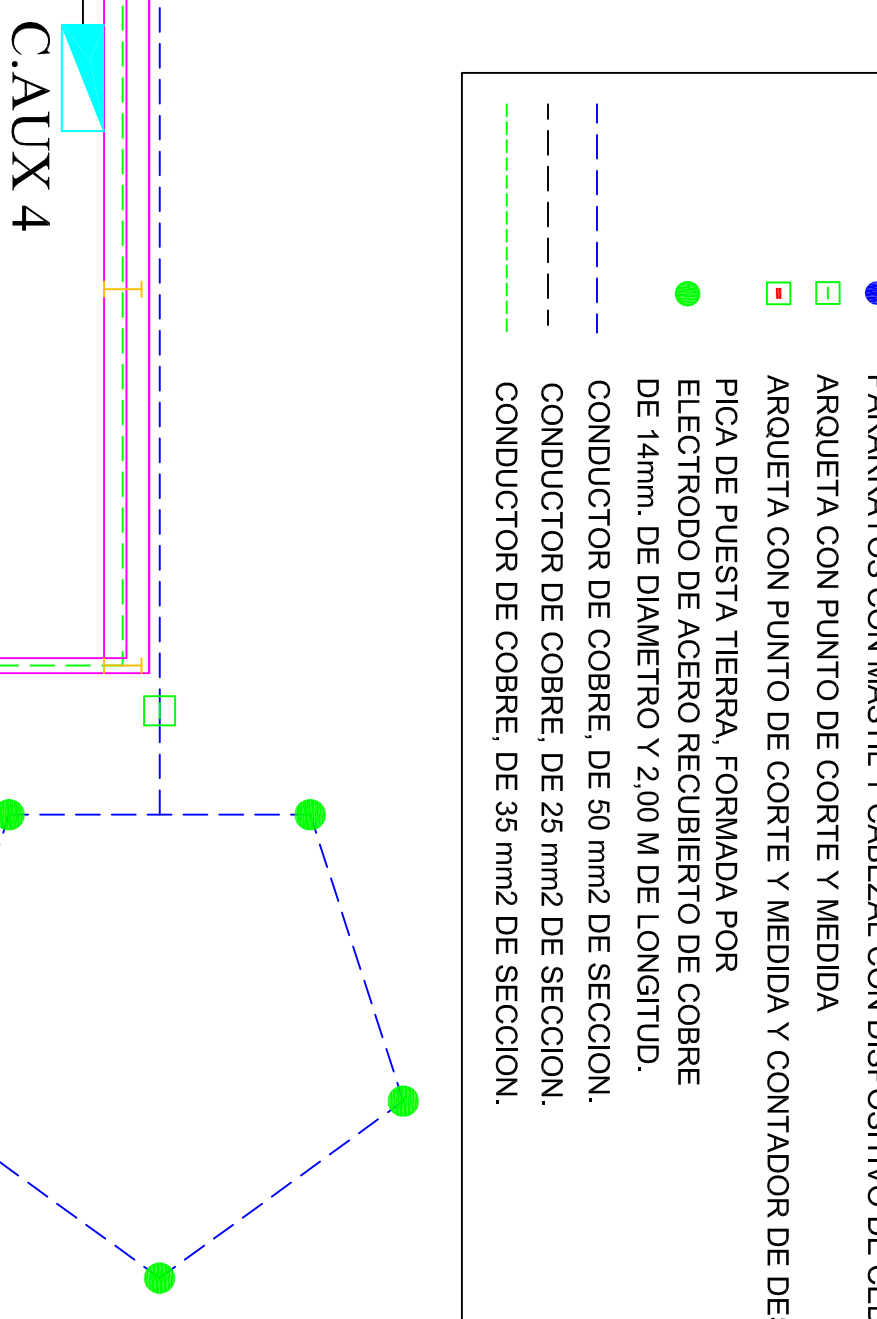
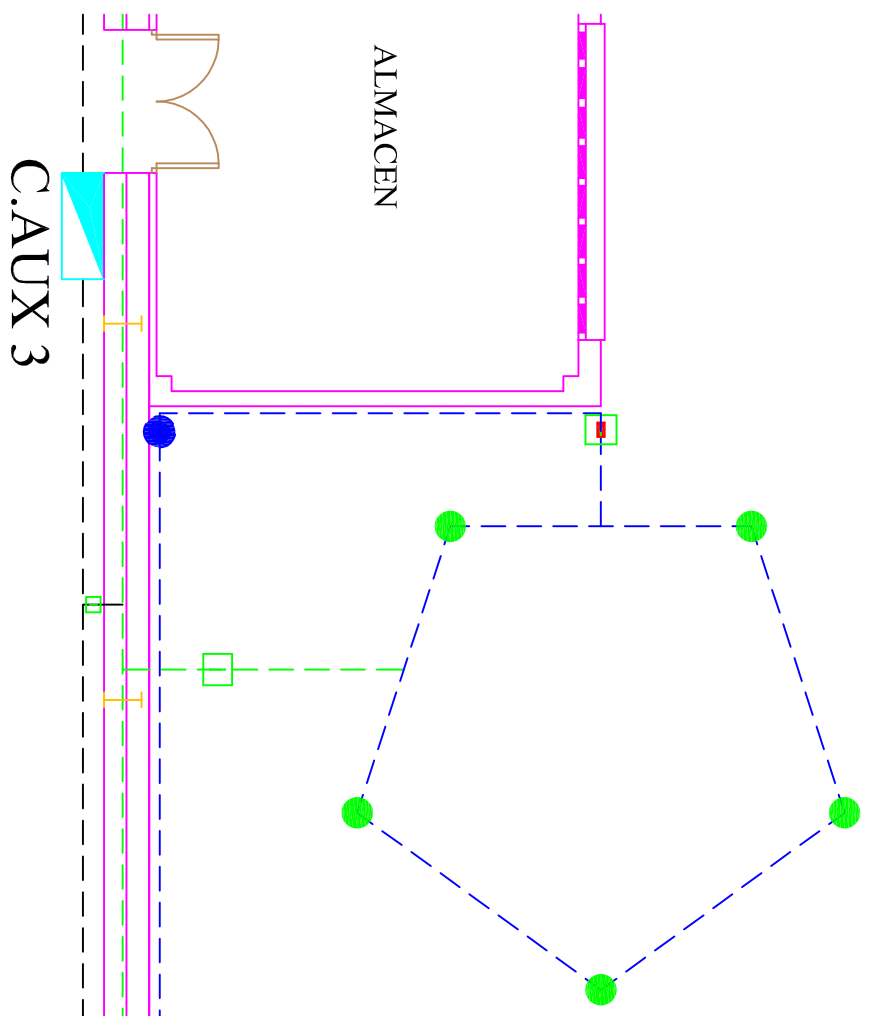
CENTRO DE TRANSFORMACION



Toma monofásica
 Toma trifásica
 Cuadro con 3 tomas monofásicas y 2 trifásicas
 Emergencia con alumbrado de señalización
 Regleta fluorescente con equipo de emergencia y alumbrado de señalización
 Dirección de evacuación

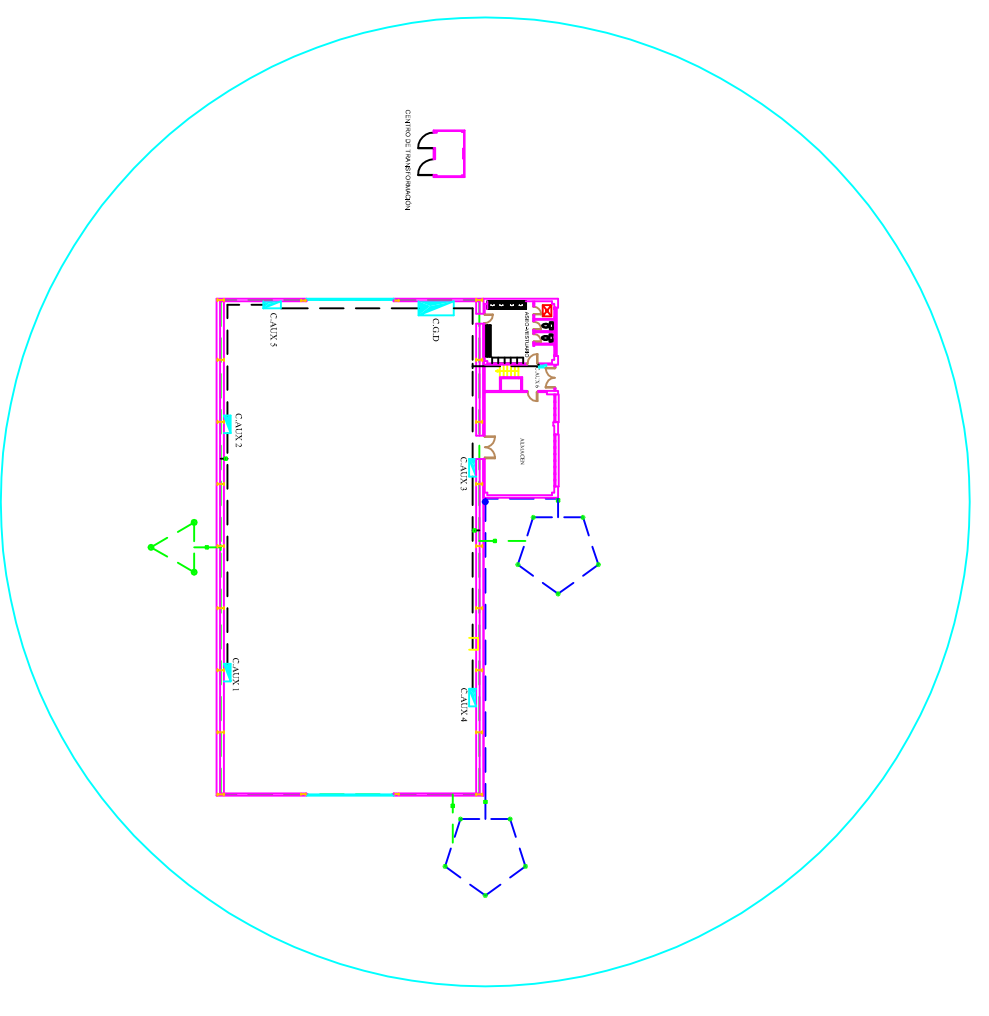


 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.
	DEPARTAMENTO DE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN
PLANO: TOMAS CORRIENTE Y EMERGENCIAS	FIRMA:
FECHA: ABRIL 2010	ESCALA: 1:200
PLANO: 8	

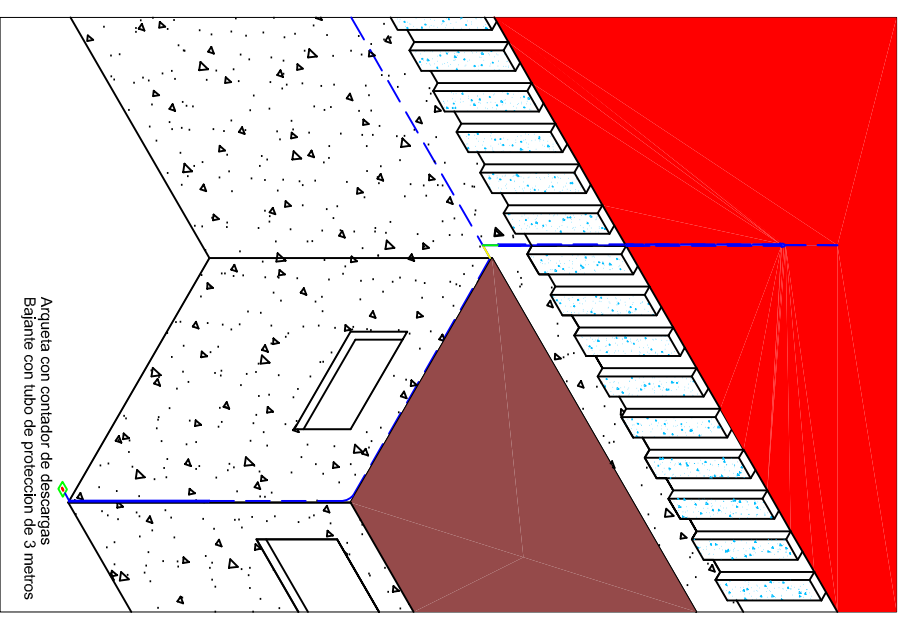



- PARARRAYOS CON MASTIL Y CABEZAL CON DISPOSITIVO DE CEBADO
- ▣ ARQUETA CON PUNTO DE CORTE Y MEDIDA
- ▣ ARQUETA CON PUNTO DE CORTE Y MEDIDA Y CONTADOR DE DESCARGAS
- PICA DE PUESTA TIERRA, FORMADA POR ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO DE COBRE DE 14mm. DE DIAMETRO Y 2,00 M DE LONGITUD.
- CONDUCTOR DE COBRE, DE 50 mm2 DE SECCION.
- CONDUCTOR DE COBRE, DE 25 mm2 DE SECCION.
- - CONDUCTOR DE COBRE, DE 35 mm2 DE SECCION.

DETALLE RADIO DE PROTECCION DEL PARARRAYOS



VISTA 3D PARARRAYOS Y 1 BAJANTE



 Universidad Pública de Navarra Nafarroako Unibertsitate Publikoa	E.T.S.I.I.T. INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL E.	DEPARTAMENTO: DEPARTAMENTO DE PROYECTOS E ING. RURAL
		REALIZADO: BIENZOBAS RUPÉREZ, IVÁN
PROYECTO: INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSION Y CENTRO DE TRANSFORMACION EN TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA	FIRMA:	FECHA: ABRIL 2010
PLANO: INSTALACION DE PARARRAYOS	ESCALA: 1:100	Nº PLANO: 11



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

4. PLIEGO DE CONDICIONES

Iván Bienzobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



INDICE:

4.1. INTRODUCCIÓN	4.4
4.1.1 OBJETO.....	4.4
4.1.2 CAMPO DE APLICACIÓN.....	4.4
4.2. DISPOSICIONES GENERALES	4.5-4.6
4.2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS	4.5
4.2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO	4.5
4.2.3 SEGURIDAD PÚBLICA	4.6
4.3. CONDICIONES TÉCNICAS	4.7
4.3.1 MATERIALES	4.7
4.4. EJECUCIÓN DEL TRABAJO.....	4.8-4.10
4.4.1 GENERAL.....	4.8
4.4.2 REQUISITOS PREVIOS	4.8
4.4.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO	4.8
4.4.4 RECEPCION DE LOS MATERIALES	4.9
4.4.5 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES	4.9
4.4.6 ORGANIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	4.9
4.4.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS	4.9
4.4.8 NECESIDADES DE ESPACIO	4.10
4.5. CRITERIOS DE MEDICIONES	4.11-4.12
4.5.1 MAQUINARIA EN GENERAL	4.11
4.5.2 TUBERIAS.....	4.11
4.5.3 LINEAS ELECTRICAS	4.11
4.5.4 CUADRO GENERAL Y AUXILIARES	4.12
4.5.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	4.12
4.5.6 APARATOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN.....	4.12
4.6. CONTROL DE CALIDAD	4.13-4.14
4.6.1 ALCANCE.....	4.13
4.6.2 NIVEL DE CONTROL	4.13
4.6.3 CONTROL DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES.....	4.13
4.6.4 CONTROL DE EJECUCIÓN	4.13
4.6.5 CONTROL DE LAS PRUEBAS.....	4.14
4.7. PRUEBAS Y RECEPCIÓN.....	4.15-4.16
4.7.1 GENERALIDADES	4.15
4.7.2 PRUEBAS PARCIALES.....	4.15
4.7.3 PRUEBAS FINALES	4.15
4.7.4 PRUEBAS ELÉCTRICAS	4.15
4.7.5 RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	4.15-4.16
4.7.6 RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	4.16



4.8. LEGISLACION	4.17-4.19
4.8.1 JURISDICCION	4.17
4.8.2 ACCIDENTES DE TRAAJO Y DAÑOS A TERCEROS	4.17-4.18
4.8.3 PAGO DE ARBITRIOS	4.18
4.8.4 CAUSAS DE RESCISION DEL CONTRATO	4.18-4.19



4.1. INTRODUCCIÓN

4.1.1 OBJETO

Este pliego de condiciones determina las disposiciones que con carácter general y particular se debe ajustar la ejecución de las instalaciones cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente proyecto

4.1.2 CAMPO DE APLICACIÓN

El presente pliego, junto con la memoria, presupuesto, cálculos y mediciones, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre los planos y el pliego, prevalecerá lo escrito en este último documento. Lo mencionado en el pliego de prescripciones técnicas 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 definida u otro documento figure en el presupuesto.



4.2. DISPOSICIONES GENERALES

4.2.1 CONDICIONES FACULTATIVAS

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce, y que se compromete a ejecutar la obra con estricto cumplimiento de las mismas.

Para la ejecución de la obra, el contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado al trabajo que se está ejecutando. Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas.

El contratista tendrá al frente de los trabajos personal idóneo, el cual deberá atender cuantas indicaciones procedan del técnico director, con el fin de que las obras se ejecuten correctamente.

El contratista es el único responsable de la ejecución de la obra que haya contratado, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que hubiere lugar por el incumplimiento o defectuoso cumplimiento de sus obligaciones.

Asimismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que por inexperiencia o descuido sobreviniesen, atendándose en todo momento a las disposiciones legales estipuladas sobre el caso.

4.2.2 SEGURIDAD EN EL TRABAJO

El contratista para la ejecución de las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente pliego de condiciones, se regirán por lo especificado en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre prevención de riesgos laborales y RD 162/97 sobre disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción y demás ordenanzas vigentes.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

El personal de la contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales, pudiendo el director de obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

La dirección facultativa podrá exigir del contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.



4.2.3 SEGURIDAD PÚBLICA

El contratista deberá tomar las máximas precauciones en todas las operaciones, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen. Si el contratista causase algún desperfecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta en el estado en que las encontró al comienzo de la obra.

El contratista mantendrá póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc.... que en uno y otro pudieran incurrir para el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.



4.3. CONDICIONES TÉCNICAS

4.3.1. MATERIALES

Los materiales empleados en la instalación serán entregados 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 la dirección facultativa

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique la dirección facultativa, aunque no estén indicados en este pliego de condiciones.

4.4. EJECUCIÓN DEL TRABAJO

4.4.1 GENERAL

Todos los equipos de trabajo de esta instalación, se realizarán aplicando las técnicas adecuadas y de acuerdo con la documentación técnica referenciada y particularmente con las normas de prácticas recomendadas por la ASHRAE, y la de los fabricantes de los equipos y materiales en cuestión.

Se procurará repartir la carga entre las distintas fases y circuitos, de forma que no se originen desequilibrios en la red.

4.4.2 REQUISITOS PREVIOS

Cuando sea necesario o sea solicitado, el instalador deberá entregar para su comprobación y aprobación por la dirección facultativa, los siguientes documentos:

- 1.- Planos constructivos y de montaje, con los detalles necesarios, como de complemento a los de este proyecto.
- 2.- Documentación técnica completa de los equipos y materiales a instalar.
- 3.- Muestras de los materiales que se requieren, con tiempo suficiente para que puedan ser revisados y aprobados antes de su acopio.

Estos documentos, y sus justificaciones, se presentarán por triplicado, a la dirección facultativa para ser sometidos a su aprobación, a medida que sean necesarios, con quince días de antelación a la fecha prevista para iniciar la ejecución de los trabajos, que figuren en dichos documentos.

4.4.3 MEJORAS Y VARIACIÓN DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el director de obra y convenido el precio antes de proceder a su ejecución.

No se harán por el contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del director de obra.

El contratista, salvo aprobación por escrito de la dirección facultativa, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto como en las condiciones técnicas especificadas, sin perjuicio de lo que en cada momento pueda ordenarse por el director de obra.

4.4.4 RECEPCIÓN DE LOS MATERIALES

La dirección facultativa de acuerdo con el contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta. La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del contratista.

4.4.5 PROTECCIÓN DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Durante la ejecución el instalador deberá cuidar de los equipos y materiales protegiéndolos contra el polvo y golpes, según sea el tipo de material.

Será de responsabilidad del instalador la limpieza de todos los materiales y de mantener los mismos en buena presencia hasta la terminación y entrega de la instalación.

4.4.6 ORGANIZACIÓN DE LAS OBRAS

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

El contratista deberá, sin embargo, informar la dirección facultativa de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas ordenes le de este en relación con datos extremos.

4.4.7 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y a las condiciones contenidas en este pliego de condiciones y en el pliego particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de condiciones técnicas.

El contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos de proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la dirección facultativa.

El contratista tiene la obligación de volver a ejecutar aquellas partes de la obra que a juicio del técnico director estén mal realizadas, no pudiendo exigir indemnización alguna por estos trabajos adicionales, aunque las condiciones de mala ejecución se hubiesen detectado después de la recepción provisional de la obra.



4.4.8 NECESIDADES DE ESPACIO

Todos los componentes de esta instalación deberán emplearse en los espacios asignados y se dejará el espacio razonable de acceso para su mantenimiento y reparación.

El instalador debe verificar los espacios requeridos por todos los equipos.



4.5. CRITERIOS DE MEDICIONES

Las mediciones de los trabajos parciales y totales ejecutados, con fines de certificación, se realizarán sobre la unidad completa de material instalado, tomando como base las normas NTE (Normas Técnicas de la Edificación).

4.5.1 MAQUINARIA EN GENERAL

El precio debe incluir:

- Transporte y colocación en su lugar de emplazamiento
- Conexionado eléctrico (potencia y mando).
- Soportes
- Puesta en marcha
- Pruebas
- Certificados de calidad y características técnicas
- Seguros
- Garantías

4.5.2 TUBERIAS

El precio debe incluir:

- Transporte y acarreo hasta el punto de instalaciones
- Todos los accesorios necesarios
- Certificado de calidad

La medición se efectuará por metro lineal de tubería instalada con la parte proporcional de accesorios y soportes establecida.

4.5.3 LINEAS ELÉCTRICAS

El precio debe incluir:

- Transporte y acarreo hasta el punto de instalaciones
- Todos los accesorios necesarios
- Soportes
- Pruebas
- Certificado de calidad

La medición se efectuará por metro lineal de línea instalada con la parte proporcional de accesorios y soportes establecida.

4.5.4 CUADRO GENERAL Y AUXILIARES

El precio debe incluir:

- Transporte y acarreo hasta el punto de instalaciones
- Material vario: Cables, terminales, canaletas, regletas de bornes, señalizadores de cables y bornes, rótulos, etc.
- Soportes
- Montaje en obra: conexionado y señalización
- Pruebas
- Certificado de calidad y características técnicas del aparellaje
- Garantías de aparellaje

4.5.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El precio debe incluir:

- Transporte y acarreo hasta el punto de instalaciones
- Material vario: Cables, terminales, canaletas, regletas de bornes, señalizadores de cables y bornes, rótulos, etc.
- Soportes
- Montaje en obra: conexionado y señalización
- Pruebas
- Certificado de calidad y características técnicas del aparellaje
- Garantías de aparellaje

4.5.6 APARATOS DE ILUMINACIÓN Y SEÑALIZACIÓN

El precio debe incluir:

- Transporte y acarreo hasta el punto de instalaciones
- Todos los accesorios necesarios
- Conexionado
- Pruebas
- Certificado de calidad



4.6. CONTROL DE CALIDAD

4.6.1 ALCANCE

Durante el desarrollo de la ejecución y pruebas de esta instalación, la dirección facultativa realizará el siguiente control de calidad:

- De todos los equipos y materiales a emplear en la instalación
- De los métodos de ejecución
- De las pruebas parciales y totales

4.6.2 NIVEL DE CONTROL

El nivel de control a realizar viene establecido en las especificaciones de los equipos y materiales y por aplicación de las normas referenciadas en este documento.

4.6.3 CONTROL DE LOS EQUIPOS Y MATERIALES

Todos los equipos y materiales de esta instalación deberán ir acompañados de los certificados de fabricación con indicación de las normas bajo las cuales fueron construidos y aprobados.

Estarán de acuerdo como mínimo con las especificaciones impuestas en la memoria de este proyecto.

Antes del acopio de los equipos y materiales, se deberá disponer de los certificados correspondientes y de las muestras de los materiales que así se requiriesen, para su debida comprobación y aceptación por la dirección facultativa, o su desestimación si hubiese lugar.

Cuando un equipo o material no vaya acompañado de su certificado de calidad, a criterio de la dirección facultativa, el instalador, por su cuenta, deberá conseguir el certificado de ensayo.

El certificado será obligatorio en el caso de equipos de importación que no tengan homologación española.

4.6.4 CONTROL DE EJECUCIÓN

El instalador deberá presentar, con la debida antelación, los métodos y normas bajo las cuales realizará los trabajos, no comenzando ninguno de ellos, hasta no haber sido aprobado por la dirección facultativa.

Realizará las correspondientes inspecciones, comprobando tanto si los materiales como la calidad de la ejecución, cumplen las condiciones impuestas.



4.6.5 CONTROL DE LAS PRUEBAS

El instalador dispondrá del equipo, material y técnico, para realizar las pruebas parciales y definitivas necesarias.

Dichas pruebas serán presentadas por escrito y por triplicado.

La dirección facultativa controlará dichas pruebas, para comprobar si la prestación realizada es satisfactoria o no.

En caso de no serlo, el instalador deberá efectuar a su cargo, todos los cambios y reparaciones necesarias para obtener unas pruebas satisfactorias.

Las pruebas serán efectuadas de acuerdo con las normas vigentes al respecto, y según las indicaciones contenidas en este pliego.

En el caso de que las soldaduras tuviesen que ser comprobadas por radiografías, dichas soldaduras deberán ser ejecutadas por un soldador homologado.



4.7. PRUEBAS Y RECEPCIÓN

4.7.1.- GENERALIDADES

La recepción de la instalación tendrá como objeto el comprobar que la misma cumple las prescripciones de la reglamentación vigente y las especificaciones de las instrucciones técnicas, así como realizar una puesta en marcha correcta y comprobar, mediante los ensayos que sean requeridos, las prestaciones de funcionamiento, seguridad y calidad que son exigidas.

Todas y cada una de las pruebas se realizarán en presencia de la dirección facultativa de la instalación quién dará fe de los resultados por escrito.

4.7.2.- PRUEBAS PARCIALES

A lo largo de la ejecución deberán haberse hecho pruebas parciales, controles de recepción, etc. de todos los elementos que haya indicado la dirección facultativa. Particularmente todas las uniones o tramos de tuberías, conductos o elementos que por necesidades de la obra vayan a quedarse ocultos, deberán ser expuestos para su inspección o expresamente aprobados, antes de cubrirlos o colocar las protecciones requeridas.

4.7.3.- PRUEBAS FINALES

Terminada la instalación, será sometida por partes o en su conjunto a las pruebas que se indican, sin perjuicio de aquellas otras que solicite la dirección facultativa de la instalación.

4.7.4. PRUEBAS ELÉCTRICAS

Se realizará una comprobación del funcionamiento de cada motor eléctrico, del consumo de energía en las condiciones reales de trabajo y tensión, debiendo dar resultados correctos a juicio de la dirección facultativa de la instalación.

Antes de conectar los motores y equipos eléctricos, se realizará una medición de la resistencia del aislamiento a tierra y entre conductores, debiéndose obtener un valor no inferior a 750.000 ohmios.

Una vez conectados los motores y equipos, se volverá a medir la resistencia del aislamiento en la misma forma, debiéndose obtener un valor no inferior a 250.000 ohmios.

4.7.5.- RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez realizadas las pruebas finales con resultados satisfactorios para la dirección facultativa de la instalación, se procederá al acto de recepción provisional de la instalación.



Con este acto se dará por finalizado el montaje de la instalación y 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 empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

4.7.6.- RECEPCIÓN DEFINITIVA

Transcurrido el plazo contractual de garantía, en ausencia de averías o defectos de funcionamiento durante el mismo, o habiendo sido estos convenientemente subsanados, la recepción definitiva, sin realización de nuevas pruebas, salvo que por parte de la propiedad o dirección facultativa haya sido cursado aviso en contra antes de finalizar el período de garantía establecido.



4.8. LEGISLACIÓN

4.8.1 JURISDICCIÓN

Para cuantas cuestiones, litigios o diferencias pudieran surgir durante o después de los trabajos, las partes se someterán a juicio de amigables componedores nombrados en número igual por ellas y presidido por el Ingeniero director de la obra, y en último término a los Tribunales de Justicia del lugar en que radique la propiedad, con expresa renuncia al fuero domiciliario.

El contratista es responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el proyecto (la memoria no tendrá a estos efectos consideración de documento del proyecto, considerándose un elemento exclusivamente informativo).

El contratista se obliga a cumplir todo lo establecido en la legislación laboral, de Seguridad Social y de Seguridad e Higiene en el trabajo.

Serán a cargo y cuenta del contratista el vallado y policía del solar, cuidando de la conservación de sus líneas de lindero y vigilando que por los poseedores de las fincas contiguas, si las hubiese, no se realicen actos que mermen o alteren la propiedad.

Toda observación referente a este punto será puesta inmediatamente en conocimiento del Ingeniero director.

El contratista es responsable de toda falta relativa a la política urbana y a las ordenanzas municipales, vigentes en los aspectos que afecten a la obra, en la localidad en que la edificación esté emplazada.

4.8.2 ACCIDENTES DE TRABAJO Y DAÑOS A TERCEROS

En caso de accidentes ocurridos con motivo y en el ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el contratista se atenderá lo dispuesto a estos respectos en la legislación vigente, y siendo en todo caso, el único responsable de su cumplimiento y sin que por ningún concepto, pueda quedar afectada la propiedad por responsabilidad en cualquier aspecto.

El contratista está obligado a adoptar todas las medidas de seguridad que se preceptúan en la legislación vigente, para evitar en lo posible accidentes a obreros o viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra.

De los accidentes o perjuicios de todo genero que puedan sobrevenir por no cumplir el contratista las disposiciones vigentes en la materia, éste o sus representantes en la obra serán los únicos responsables, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos precisos para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.



El contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido, sucedan en el lugar donde se efectúen las obras o espacios contiguos. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en las operaciones de ejecución de las obras.

El contratista cumplirá los requisitos que prescriben las disposiciones vigentes sobre la materia, debiendo exhibir justificante de su cumplimiento cuando sea requerido.

4.8.3 PAGOS DE ARBITRIOS

El pago de impuestos y arbitrios en general, municipales o de otro origen sobre vallas, alumbrado, etc. Cuyo pago ha de hacerse durante la ejecución de las obras por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrá a cargo del contratista, salvo que se indique lo contrario en las condiciones particulares del proyecto. No obstante, el contratista será reintegrado de todos aquellos conceptos que el Ingeniero director considere justo.

4.8.4 CAUSAS DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Se consideran causa suficientes de rescisión del contrato las siguientes:

1. La muerte o incapacidad del contratista.
2. La quiebra del contratista.

En los casos anteriores, si los herederos o síndicos ofrecieran llevar a cabo las obras, bajo las mismas condiciones estipuladas en el contrato, el propietario puede admitir o rechazar el ofrecimiento, sin que en este último caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

3. Alteraciones en el contrato por las siguientes causas:
 - a) La modificación del proyecto que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio del Ingeniero director y, en cualquier caso, siempre que la variación del presupuesto de ejecución presente como consecuencia de estas modificaciones, represente en mas o menos el 40%, como mínimo, de algunas unidades del proyecto modificadas.
 - b) La modificación de unidades de obra, siempre que estas modificaciones representen variaciones en mas o en menos, del 40% como mínimo, de las unidades del proyecto modificadas.
4. La suspensión de la obra comenzada, y en todo caso la no iniciación de la obra por causas ajenas a la contrata dentro del plazo de 3 meses a partir de la adjudicación. En este caso, la devolución de la fianza será automática.
5. La suspensión de la obra comenzada, siempre que el plazo de suspensión haya excedido de un año.



6. El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del proyecto.
7. El incumplimiento de las condiciones del contrato, cuando implique descuido o mala fe, con perjuicio de los intereses de la obra.
8. La terminación del plazo de ejecución de la obra, sin haberse llegado a esta.
9. El abandono de la obra sin causa justificada.
10. La mala fe en la ejecución de los trabajos.

Corella, 29 Abril de 2.010
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Iván Bienzobas Rupérez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

5. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Iván Bienzobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



INDICE:

5.1. INTRODUCCIÓN	5.4
5.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	5.5
5.3. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	5.6
5.4. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD.....	5.7-5.8
5.5. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	5.9
5.6. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	5.10
5.7. DATOS GENERALES	5.11
5.7.1 TIPO DE TRABAJO	5.11
5.7.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES	5.11
5.7.3 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA.....	5.11
5.5.8. ANALISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS....	5.12-5.21
5.8.1 RIESGOS GENERALES	5.12
5.8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS.....	5.13-5.16
5.8.2.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS PROVISIONALES EN OBRAS	5.13-5.14
5.8.2.2 MAQUINARIA HERRAMIENTA	5.14-5.16
5.8.3 RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS	5.16-5.21
5.8.3.1 TRANSPORTE DE MATERIAL.....	5.16-5.17
5.8.3.2 CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL.....	5.17
5.8.3.3 TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS ...	5.18-5.19
5.8.3.4 MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES.....	5.20-5.21
5.8.4 RIESGOS LABORALES AJENOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	5.21
5.9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	5.22-5.23
5.10. ROPA DE TRABAJO	5.24
5.11. FORMACIÓN.....	5.25
5.12. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS.....	5.26
5.13. HIGIENE Y BIENESTAR.....	5.27



5.14. OBLIGACIONES	5.28-5.30
5.14.1 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR.....	5.28
5.14.2 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA.....	5.28-5.29
5.14.3 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS	5.29-5.30
5.15. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES.....	5.31
5.16. INCIDENCIAS.....	5.32
5.16.1 LIBRO DE INCIDENCIAS.....	5.32
5.16.2 PARALIZACION DE LOS TRABAJOS.....	5.32

5.1. INTRODUCCIÓN

AUTOR DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

D. Iván Bienzobas Rupérez, con titulación de Ingeniero Técnico Industrial (Electricidad)

IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

Nave parcela 1446 del polígono industrial Ombatillo de Corella (Navarra).

Promotor	Carpintería Metálica Ribera
Tipo y denominación	Instalación eléctrica en nave industrial
Emplazamiento	Polígono Industrial Ombatillo, s/n.
Plazo de ejecución previsto (días)	30
Nº máximo de operarios	6

DATOS DEL SOLAR

Solar rectangular

Superficie de la parcela (m²)	3456
Limites de la parcela	Vial del polígono y naves colindantes
Acceso a la obra	Vial del polígono
Topografía del terreno	Plano, sin accidentes
Edificios colindantes	Ninguno

SERVICIOS HIGIENICOS

- Caseta de obra con vestuarios.
- Caseta de obra con lavabo y retrete.

ASISTENCIA SANITARIA

Nivel de asistencia	Nombre	Distancia
Primeros auxilios	Botiquín	En la propia obra
Centro de urgencias	Hospital de Tudela	18 Km.
Centro hospitalario	Hospital de Tudela	18 Km.

TELEFONOS DE INTERES

SOS NAVARRA	112
AYUNTAMIENTO DE CORELLA	948780004
POLICIA MUNICIPAL	948780110
GUARDIA CIVIL	948780010
CENTRO DE SALUD DE CORELLA	948782010
HOSPITAL REINA SOFIA DE TUDELA	848434000



5.2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

A efectos de este Real Decreto, la obra en proyecto referente a la *instalación eléctrica de taller carpintería metálica* de nueva construcción. La *instalación eléctrica de la nave* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, la obra proyectada requiere en la fase de proyecto la redacción del presente **Estudio Básico de Seguridad y Salud**, por cuanto dicha obra, dada su pequeña dimensión y la sencillez de ejecución, no se incluye en ninguno de los supuestos contemplados en el **artículo 4** del RD. 1627/1997, puesto que:

- El presupuesto de contrata es inferior a 450.759,08 €.
- La duración estimada de la obra no es superior a 30 días, durante los cuales no se va a emplear en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimado, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500 días de trabajo.
- No se trata de obras en túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

El estudio básico deberá precisar las normas de seguridad y salud aplicables a la obra. A tal efecto, deberá contemplar la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas. En su caso, tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma, y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del **anexo II**.

Así mismo este Estudio Básico de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio Básico de Seguridad y al artículo 7 del R.D. 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.



5.3. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente estudio básico de seguridad y salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales.

El objeto de este estudio básico de seguridad y salud es el establecimiento de las directrices básicas generales respecto a la prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y daños a terceros, encaminadas a disminuir en lo posible los riesgos de accidentes laborales y enfermedades profesionales, así como la minimización de las consecuencias de los mismos que se produzcan durante la ejecución de los trabajos del estudio que nos ocupa.



5.4. NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Según los artículos 14 y 17 del capítulo III de la ley de prevención de riesgos laborales, se establecen los siguientes puntos:

- Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- En cumplimiento del deber de protección, el empresario deberá garantizar la seguridad y salud de los trabajadores a su servicio en todos los aspectos relacionados con su trabajo.
- El empresario deberá cumplir las obligaciones establecidas en la normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- El coste de las medidas relativas a la seguridad y salud en el trabajo no recaerá de manera alguna sobre los trabajadores.

Para la realización del presente estudio, se ha tenido en cuenta la siguiente normativa:

NORMATIVA GENERAL

DESCRIPCIÓN	TIPO	FECHA
Ley de prevención de riesgos laborales	Ley 31/95	08/11/95
Regulación de la subcontratación en el sector de la construcción	Ley 32/26	18/10/06
Modificación leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio	Ley 25/09	22/12/09
Reglamento de los servicios de prevención	R.D. 39/97	17/01/97
Modificación reglamento servicios de prevención, regulación de la subcontratación y disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras	R.D. 337/10	19/03/10
Modelo de libro de incidencias. Corrección de errores	Orden	20/09/86
Modelo de notificación de accidentes de trabajo	Orden	16/12/87
Cuadro de enfermedades profesionales	R.D. 1299/06	10/11/06
Ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo Corrección de errores: (Derogados títulos I y III, título II: cap. I a V, VII y XIII)	Orden	09/03/71
Ordenanza trabajo industrias construcción, vidrio y cerámica	Orden	28/08/70
Anterior no derogada. Corrección de errores. Modificación	Orden	28/08/70
Interpretación de varios artículos	Resolución	24/11/70
Señalización y otras medidas en obras fijas en vías fuera de poblaciones	Orden	31/08/87
Protección de riesgos derivados de exposición a ruidos	R.D. 1316/89	27/10/89
Disposiciones mínimas seguridad y salud sobre manipulación manual de cargas (directiva 90/269/CEE)	R.D. 487/97	23/04/97
Disposiciones mínimas seguridad y salud en los lugares de trabajo (directiva 89/654/CEE)	R.D. 486/97	14/04/97
Reglamento sobre trabajos con riesgo de amianto Corrección de errores	Orden	31/10/84 22/11/84
Normas complementarias	Orden	07/01/87
Modelo libro de registro	Orden	22/12/87
Estatuto de los trabajadores	Ley 38/07	16/11/07
Regulación de la jornada laboral	R.D. 2001/83	28-07-83
Formación de comités de seguridad	R.D. 423/71	11-03-71

NORMATIVA EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPI)

DESCRIPCIÓN	TIPO	FECHA
Condiciones comerciales y libre circulación de EPI (Directiva 89/686/CEE).	R.D. 1407/92	20-11-92
Modificación: Marcado "CE" de conformidad y año de colocación	R.D. 159/95	03-02-95
Modificación RD 159/95	Orden	20-03-97
Disposiciones mínimas de seg. y salud de equipos de protección individual (transposición Directiva 89/656/CEE)	R.D. 773/97	30-05-97
EPI contra caída de altura. Dispositivos de descenso	UNEEN341	22-05-97
Requisitos y métodos de ensayo: calzado seguridad/protección/trabajo	UNEEN344/A1	20-10-97
Especificaciones calzado seguridad uso profesional	UNEEN345/A1	20-10-97
Especificaciones calzado protección uso profesional	UNEEN346/A1	20-10-97
Especificaciones calzado trabajo uso profesional	UNEEN347/A1	20-10-97

NORMATIVA INSTALACIONES Y EQUIPOS DE OBRA

DESCRIPCIÓN	TIPO	FECHA
Disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo (transposición Directiva 89/656/CEE).	R.D. 1215/97	18-07-97
MIE-BT-028 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión	Orden	31-10-73
ITC MIE-AEM 3 Carretillas automotoras de manutención	Orden	26-05-89
Reglamento de aparatos elevadores para obras	Orden	23-05-77
Corrección de errores	--	--
Modificación	Orden	07-03-81
Modificación	Orden	16-11-81
Reglamento Seguridad en las Máquinas	R.D. 1495/86	23-05-86
Corrección de errores	--	--
Modificación	R.D. 590/89	19-05-89
Modificaciones en la ITC MSG-SM-1	Orden	08-04-91
Modificación (Adaptación a directivas de la CEE)	R.D. 830/91	24-05-91
Regulación potencia acústica de maquinarias. (Directiva 84/532/CEE)	R.D. 245/89	27-02-89
Ampliación y nuevas especificaciones	R.D. 71/92	31-01-92
Requisitos de seguridad y salud en máquinas. (Directiva 89/392/CEE).	R.D. 1435/92	27-11-92
ITC-MIE-AEM2. Grúas-Torre desmontables para obra	Orden	28-06-88
Corrección de errores, Orden 28-06-88	--	--
ITC-MIE-AEM4. Grúas móviles autopropulsadas usadas	R.D. 2370/96	18-11-96
Disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura	R.D. 2177/04	12/11/04



5.5. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA

Este estudio básico de seguridad y salud es elaborado por el coordinador de seguridad y salud en fase de proyecto, nombrado por el promotor de la obra con el propósito de estudiar y cumplir los principios básicos de la acción preventiva, tales como:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras en particular a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización y la influencia de los factores ambientales del trabajo.
- Adoptar las medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.



5.6. DISPOSICIONES ESPECÍFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, el promotor designará un *Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra*, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un *Plan de seguridad y salud en el trabajo* en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. Según el artículo 7.2, el plan de seguridad deberá ser aprobado por el coordinador de seguridad antes de empezar la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, según el artículo 18.1 del RD. 1627-1997, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

5.7. DATOS GENERALES

5.7.1 TIPO DE TRABAJO

El trabajo a realizar consiste en la instalación eléctrica de una nave para un taller carpintería metálica de nueva construcción.

5.7.2 ACTIVIDADES PRINCIPALES

Las actividades principales a ejecutar en el desarrollo de los trabajos detallados anteriormente, son básicamente las siguientes:

- Transporte de materiales.
- Carga y descarga de material.
- Instalación y cableado de instalación eléctrica.

Más adelante analizaremos los riesgos previsibles inherentes a los mismos y describiremos las medidas de protección previstas en cada caso.

5.7.3 PRESUPUESTO, PLAZO DE EJECUCIÓN Y MANO DE OBRA

El período de tiempo estimado para la ejecución de las obras del proyecto en cuestión es de 30 días.

El número aproximado de trabajadores previstos para realizar las distintas actividades del proyecto será de 2-4 trabajadores, estimándose una punta máxima de 6 trabajadores.

El presupuesto total de ejecución material asciende a la cantidad de **212.003,35€**.



5.8. ANALISIS DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS

En este apartado se identifican los riesgos laborales y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. En un principio haremos mención de las actividades de ejecución previstas que afectan a la totalidad de la obra (derivadas del uso de maquinaria, medios auxiliares y manipulación de instalaciones de herramientas eléctricas), y posteriormente a los riesgos específicos derivados de cada actividad.

Siempre que sea posible se dará prioridad a uso de protecciones colectivas, ya que su efectividad es muy superior al de las protecciones personales.

5.8.1 RIESGOS GENERALES

Se consideran riesgos generales, aquellos que pueden afectar a todos los trabajadores, independientemente de la actividad que realicen.

RIESGOS DESTACABLES

- Caída de operarios al vacío.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Choques o golpes contra objetos.
- Caída de objetos sobre personas.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Atropamientos y aplastamientos.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido y vibraciones.
- Afecciones en la piel.
- Contactos eléctricos directos.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Inhalación de vapores y gases.
- Incendio y explosiones.
- Derivados de medios auxiliares usados.



5.8.2 PROTECCIONES COLECTIVAS

Las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos son las siguientes:

- Las zonas de trabajo y circulación deberán permanecer limpias, ordenadas y bien iluminadas. Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles. Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.
- Los restos de materiales y escombros se retirarán periódicamente para mantener limpias las zonas de trabajo.
- El transporte de elementos pesados se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos, en cumplimiento de la disposición final primera del RD. 487/1997 de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, se establece:
 - En circunstancias especiales, de forma esporádica y en condiciones seguras, se podrán manipular cargas de hasta 40 Kg. de peso.
 - El peso máximo que se recomienda no sobrepasar (en condiciones ideales de manipulación) es de 25 Kg.
- Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.
- El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.
- Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.
- Se comprobará la estabilidad del lugar de trabajo, así como la existencia de las protecciones que fuesen necesarias para evitar caídas a distinto nivel (Andamios tubulares. Cumplirán la normativa HD-100. El acceso se realizará por el interior mediante escalerillas instaladas en plataformas provistas de trampilla. Su montaje será realizado por una empresa especializada).
- Queda terminantemente prohibido la formación de andamios mediante bidones, bloques, ajas de materiales, etc.
- Las escaleras de mano cumplirán con el RD 2177/2004.
- Todos los trabajadores serán informados de los riesgos existentes en la obra y las medidas preventivas necesarias.
- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con líneas eléctricas.
- Se prohibirá el acceso a toda persona ajena a la obra.

5.8.2.1 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PROVISIONALES EN OBRAS

- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.



- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.
- En el lugar de trabajo, se dispondrá como mínimo de 1 extintor de CO₂ para fuegos de tipo eléctrico.
- No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas que puedan pelarse y producir accidentes.
- Sólo se utilizará material eléctrico en perfecto estado de conservación, renovado dicho material en cuanto se aprecie deterioro en sus partes aislantes.
- Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Las mangueras de “alargadera” por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a “pies derechos” firmes.
- Los cuadros provisionales de obra estará homologado y cumplirá el reglamento REBT: 2002 en su instrucción ICT-BT-33 y norma UNE-EN 60439-4.
- Los cuadros provisionales de obra dispondrán de certificado CE de conformidad del conjunto.
- Los cuadros provisionales de obra, alcanzarán un grado de protección en su conjunto IP55. Tendrán bases de enclavamiento que permitan el corte de suministro de forma individual y con seta de seguridad para desactivar el conjunto en caso de emergencia. Todos los cuadros dispondrán de candado de seguridad o similar para impedir el acceso a las protecciones por personal no autorizado.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
 - 300mA → Alimentación a la maquinaria
 - 30mA → Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad
 - 30mA → Para instalaciones eléctricas de alumbrado
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.
- Se prohibirá el manejo de aparatos eléctricos o manipulación de instalaciones eléctricas, a personas no designadas para ello, o que no tengan la formación adecuada.
- No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

5.8.2.2 DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA

- Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.
- Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa anti-proyecciones.
- Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas anti-deflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.



- Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.
- Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.
- Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual tendrán un interruptor o seta de seguridad para desactivar el conjunto en caso de emergencia. Además no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc.). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como norma general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.
- Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.
- Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros y rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.
- Los compresores serán de tipo “silencioso” con la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Las herramientas de mano estarán en buenas condiciones, y se llevarán enganchadas con mosquetón para evitar su caída a otro nivel.
- Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta.

La **señalización** no es una protección colectiva, pero es necesaria siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva o de medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos de atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, etc., así como de las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc.).

Se señalarán con especial atención las conducciones eléctricas en servicio y aquellos puntos en que estén bajo tensión.

Para la señalización se utilizarán los siguientes colores:

Color	Significado	Indicaciones
Rojo	Prohibición Peligro – alarma Prevención incendios	Comportamientos peligrosos Alto, Parada, Identificación
Amarillo o Naranja	Advertencia	Precaución
Azul	Obligación	Uso de E.P.I.s
Verde	Lugares / situaciones seguras	Puertas y salidas Situación de normalidad

En cualquier caso advertirán de la presencia de riesgos no evidentes e informarán sobre el estado de las instalaciones; se empleará con el criterio dispuesto en el artículo 4 del RD. 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

5.8.3 RIESGOS Y MEDIDAS ESPECÍFICAS

Se consideran riesgos específicos, los riesgos determinados por una actividad concreta y que solamente afectan al personal que realiza trabajos en la misma.

Este personal estará expuesto a los riesgos generales indicados anteriormente, más los riesgos específicos derivados de su actividad.

A continuación vamos a analizar las actividades más significativas en la ejecución del proyecto que nos ocupa.

5.8.3.1 TRANSPORTE DE MATERIAL

Actividad	Riesgo	Acción preventiva
Transporte de material	Caída de objetos	Materiales perfectamente sujetos a la caja del vehículo mediante estrobo y eslingas
	Golpes por objetos	Los materiales no deben salir de la caja más de lo legalmente establecido
	Derivados de circulación	Perfecta señalización en caso de que sobresalgan (nunca transversalmente)
	Vuelco de maquinaria	Transporte mediante vehículos autorizados por la empresa constructora y siguiendo las



		<p>instrucciones del jefe de obra</p> <p>El peso de carga no debe exceder del autorizado por los organismos oficiales</p>
--	--	---

5.8.3.2 CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL

Actividad	Riesgo	Acción preventiva
Acopio, carga, descarga y almacenamiento	Choques contra objetos	Utilización de estobos de poliéster y eslingas forradas de plástico en carga y descarga
	Vuelco de maquinaria Rozaduras y arañazos	Carga y descarga de bobinas mediante cuerdas y rampas
	Sobreesfuerzos	Adecuación de las cargas
	Golpes	Mantenimiento de equipos
	Heridas	Camino despejado en el desplazamiento de bobinas y calzado de éstas cuando se utilizan
	Caídas de objetos	Utilización de E.P.I.s
	Atrapamientos	Intercalar cuñas en los laterales en almacenamiento de cajas de aisladores
	Control de maniobras	
	Vigilancia continuada	

5.8.3.3 TRABAJOS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Todo personal que realice trabajos eléctricos, deberá ser especialista y conocer perfectamente los peligros que entraña su manejo y la forma de evitarlo.

Actividad	Riesgo	Acción preventiva
Trabajos en instalaciones eléctricas con Tensión	Electrocución	Abrir, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores
	Cortes por manejo de herramientas	Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte
	Cortes por manejo de guías y conductores	Reconocimiento de la ausencia de tensión Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
	Explosión	Delimitación / Señalización de la zona de trabajo
	Incendio Quemaduras	Utilizar accesorios aislantes para cubrir los conductores desnudos y herrajes de acuerdo a la tensión máxima de servicio Utilizar plataformas, banquetas o alfombras aislantes para la tensión máxima de servicio Utilizar herramientas apropiadas para la máxima tensión de servicio
Trabajos en instalaciones eléctricas sin Tensión	Electrocución	Abrir, con corte visible, todas las fuentes de tensión, mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de cierre intempestivo, colocando un cartel indicativo que indique que se están realizando trabajos en la red
	Cortes por manejo de herramientas	Bloquear si es posible los aparatos de seccionamiento, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo. Si no es posible el bloque, un empleado permanecerá en lugar próximo al seccionamiento hasta la finalización del trabajo
	Cortes por manejo de guías y conductores	Comprobar mediante verificador adecuado,



	Explosión	la ausencia de tensión
	Incendio	Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión
	Quemaduras	Delimitación la zona de trabajo y colocar señales de seguridad
		No restablecer el servicio sin comprobar que existen personas trabajando y que se han retirado las puestas a tierra

Actividad	Riesgo	Acción preventiva
Trabajos en instalaciones eléctricas provisionales para obras	Electrocución	La instalación eléctrica cumplirá lo establecido en los Reglamentos de Alta y Baja tensión e ITC del Ministerio de Industria. Los cuadros provisionales de obra estará homologado y cumplirá el reglamento REBT: 2002 en su instrucción ICT-BT-33 y norma UNE-EN 60439-4
	Cortes por manejo de herramientas	Dispondrán de protecciones contra sobrecargas y cortocircuitos
	Cortes por manejo de guías y conductores	Las tomas monofásicas que alimentan herramientas o útiles portátiles, se protegerán con diferenciales de 30mA Los conductores aislados utilizados para las instalaciones tendrán un aislamiento mínimo de 0,6/1kV
	Explosión	Los prolongadores, clavijas y conexiones, serán de tipo intemperie con tapas de seguridad en tomas de corriente de tipo hembra, de forma que aseguren el aislamiento
	Incendio	Los cables eléctricos serán del tipo intemperie, sin ninguna fisura y de suficiente resistencia a esfuerzos mecánicos



5.8.3.4 MÁQUINAS Y MEDIOS AUXILIARES

Analizamos En este apartado los riesgos que además de los generales, pueden presentarse con el uso de la maquinaria y de los medios auxiliares

Actividad	Riesgo	Acción preventiva
<p>Andamios metálicos y plataformas de trabajo</p> <p>Escaleras de mano</p>	<p>Caídas desde altura</p> <p>Caída del andamio por vuelco</p>	<p>Las superficies de apoyo tendrán suficiente resistencia para evitar hundimientos</p> <p>Cumplirán con la normativa HD-100. Su montaje será realizado por empresa especializada</p> <p>Se anclará el andamio en puntos resistentes cuando la estabilidad del conjunto sea dudosa</p> <p>Deberán tener piso antideslizante y 60 cm. de anchura</p> <p>La plataforma de trabajo estará siempre en un plano horizontal</p> <p>Las plataformas que tengan un riesgo de caída a distinto nivel superior a 2 m. se protegerán mediante barandillas rígidas y resistentes en sus lados laterales y trasero</p> <p>Se instalarán cuerdas o cables fijadores para sujeción de los cinturones de seguridad en los casos en que no sea posible montar barandillas de protección o sea necesario desplazarse sobre estructuras. En este caso se utilizarán cinturones de seguridad con arnés provisto de absorción de energía</p> <p>Utilización de E.P.I.s</p>



	<p>Caídas desde altura</p> <p>Vuelcos o deslizamiento de escalera</p>	<p>Estarán provistas de puntas antideslizantes en su pié o de ganchos de sujeción en la parte superior</p> <p>Tendrán la longitud necesaria para sobrepasar en un metro el punto de apoyo superior</p> <p>Si se apoyasen en postes se emplearán abrazaderas de sujeción</p> <p>Las escaleras de tijera o dobles, estarán provistas de cadenas que impidan su abertura al ser utilizadas y topes en su extremo superior</p> <p>No se pueden salvar más de 5 m., a menos que estén reforzadas en el centro</p> <p>Para alturas de 7m. se deben utilizar escaleras especiales susceptibles de ser fijadas por su cabeza y su base</p> <p>No se utilizarán simultáneamente por 2 trabajadores</p> <p>Se apoyarán en superficies planas y antideslizantes</p> <p>Utilización de E.P.I.s</p>
--	---	--

5.8.4 RIESGOS LABORALES AJENOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

- Prohibida la entrada de personas ajenas a la obra
- Se instalará un cercado provisional de la obra y se completará con una señalización adecuada
- Se colocará en lugar bien visible, en el acceso, la señalización vertical de seguridad, advirtiendo de sus peligros



5.9. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

A efectos del RD. 773/1997 de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, se entenderá por equipo de protección individual, cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Los equipos de trabajo se deben escoger en función de las condiciones y de las características particulares del trabajo con la ayuda de un análisis y una evaluación de los riesgos previos. El empresario debe poner a disposición de los trabajadores, según las necesidades, los equipos de protección individual y la ropa de trabajo apropiada y velar por su utilización efectiva.

A su vez, según el artículo 10 del RD. 773/1997, los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Utilizar y cuidar correctamente los E.P.I.s.
- Colocar el E.P.I. después de su utilización en un lugar indicado para ello.
- Informar a su superior directo de cualquier defecto, anomalía o daño apreciado en el E.P.I. utilizado que, a su juicio, pueda entrañar una pérdida de su eficacia protectora.

Se prevé el uso en mayor o menor grado, de las siguientes protecciones individuales:

▪ PROTECTORES DE LA CABEZA

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos.
- Mascarilla con filtros protectores.
- Pantalla facial transparente.

▪ PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

▪ PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS






















































- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.



▪ **PROTECTORES DEL CUERPO**

- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

A continuación se muestra un cuadro con las principales E.P.I.s a respetar:

<u>E.P.I.s</u>									
<u>ACTIVIDAD/ PUESTO DE TRABAJO</u>	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CABEZA	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS	PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA	OBLIGATORIO EL USO DE MASCARILLA	PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS VIAS RESPIRATORIAS	PROTECCION OBLIGATORIA DEL OÍDO	PROTECCION INDIVIDUAL OBLIGATORIA CONTRA CAÍDAS	CARETA DE SOLDAR OBLIGATORIA
Generales de obra (Encargados, coordinadores, promotor etc.)									
Trabajos en cubiertas									
Andamios colgantes,									
Plataformas elevadoras									
Andamios tubulares									
Trabajos con herramientas manuales (Martillo, cincel etc)									
Roscadora									
Amoladora									
Taladro portátil									
Martillo neumático									
Rozadora									
Soldadura con gas y oxicorte									
Soldadura eléctrica									
Manipulación de materiales									



5.10. ROPA DE TRABAJO

La empresa facilitará gratuitamente a los trabajadores ropa de trabajo que permita una fácil limpieza y sea adecuada para hacer frente a los rigores climáticos. Su utilización será obligatoria. En los trabajos especiales, que por la suciedad de los mismos, hagan que se produzca un deterioro más rápido en las prendas de trabajo, se repondrán éstas con independencia de la fecha de entrega y de la duración prevista.

Cuando el trabajo se realice en medios húmedos, los trabajadores dispondrán de calzado y ropa impermeable.

La permanencia en los recintos de trabajo del personal técnico o directivo o incluso de simples visitantes, no les exime de la obligatoriedad del uso del casco protector o prendas de calzado apropiado si el caso lo requiriese.



5.11. FORMACIÓN

Su objetivo es informar a los trabajadores de los riesgos propios de los trabajos que van a realizar, dando a conocer las técnicas preventivas y mantener la conciencia de la importancia de la seguridad de todo el personal.

Todo el personal debe recibir al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y los riesgos que estos pudieran entrañar, así como de las medidas de seguridad que deberán emplear.



5.12. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS

La dirección de la obra acreditará la adecuada formación del personal de la obra en materia de prevención y primeros auxilios. Así como la de un Plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y la contratación de los servicios asistenciales adecuados (Asistencia primaria y asistencia especializada)

Partiendo de la base de la imposibilidad de conseguir el nivel de riesgo cero, es necesario prever las medidas que disminuyan las consecuencias de los accidentes que inevitablemente puedan producirse. Esto se llevará a cabo a través de las siguientes actuaciones:

- **BOTIQUIN**

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material específico que indica la ordenanza general de seguridad e higiene en el trabajo.

- **ASISTENCIA A LOS ACCIDENTADOS**

Se deberá informar al personal de la obra, de la situación de los diferentes centros médicos, (centros de salud, mutualidades laborales, hospitales, etc.) donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Se dispondrá en la obra y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, taxis, ambulancias, etc., para garantizar un rápido y adecuado transporte de los posibles accidentados a los citados centros de asistencia.

- **RECONOCIMIENTO MÉDICO**

Tal como establece la legislación vigente, todos los trabajadores que intervengan en la obra objeto del presente estudio, pasarán los reconocimientos médicos previstos en función de la ocupación que vayan a desempeñar.



5.13. HIGIENE Y BIENESTAR

La obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en el R.D. 1627/97 tales como vestuarios con asientos y taquillas individuales provistas de llave, lavabos con agua fría, caliente y espejo, duchas y retretes, teniendo en cuenta la utilización de los servicios higiénicos de forma no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.



5.14. OBLIGACIONES

5.14.1 OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del R.D. 1627/1997, debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

5.14.2 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del R.D. 1627/1997.



4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y los subcontratistas.

5.14.3 OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTONOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el R.D. 1215/1997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el R.D. 773/1997



7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.



5.15. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.



5.16. INCIDENCIAS

5.16.1 LIBRO DE INCIDENCIAS

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en la obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en la que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

5.16.1 PARALIZACION DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

Corella, 29 Abril de 2.010
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Iván Bienzobas Rupérez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

6. PRESUPUESTO

Iván Bienzobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



INDICE:

6.1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO	6.3-6.22
6.1.1 CAPITULO 1: TOMATIERRAS	6.4
6.1.2 CAPITULO 2: CENTRO DE TRANSFORMACION	6.5-6.6
6.1.3 CAPITULO 3: INSTALACION DE PARARRAYOS	6.7
6.1.4 CAPITULO 4: CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION	6.8
6.1.5 CAPITULO 5: CUADRO DE COMPENSACION DE FACTOR DE POTENCIA	6.9
6.1.6 CAPITULO 6: CUADRO AUXILIAR 1 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.10-6.11
6.1.7 CAPITULO 7: CUADRO AUXILIAR 2 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.12-6.13
6.1.8 CAPITULO 8: CUADRO AUXILIAR 3 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.14-6.15
6.1.9 CAPITULO 9: CUADRO AUXILIAR 4 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.16-6.17
6.1.10 CAPITULO 10: CUADRO AUXILIAR 5, CONEXIONES A RECEPTORES E ILUMINACION DE NAVE	6.18
6.1.11 CAPITULO 11: CUADRO AUXILIAR 6 E INSTALACION ELECTRICA DE VESTUARIOS Y ALMACEN	6.19
6.1.12 CAPITULO 12: CUADRO AUXILIAR 7 E INSTALACION ELECTRICA DE OFICINAS	6.20
6.1.13 CAPITULO 13: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD...	6.21
6.2. RESUMEN DE MEDICIONES.....	6.22
6.3. RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	6.23

6.1. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Para facilitar el cálculo del presupuesto dividiremos este en varios capítulos, que serán los siguientes:

1. Tomatierras. Tanto del edificio como del centro de transformación. Incluye todos los accesorios necesarios.
2. Centro de transformación. Incluye centro de transformación, conductores y tubos protectores para la conexión, tanto en alta tensión, como en baja tensión hasta el cuadro general de distribución.
3. Instalación de pararrayos. Incluye pararrayos y sistema de tomatierra del pararrayos.
4. Cuadro general de distribución. Incluye cuadro, protecciones y salidas hacia cuadros auxiliares (rejillas, tubos, mangueras, cables, etc....)
5. Cuadro auxiliar de compensación de factor de potencia. Incluye cuadro, protecciones y batería de condensadores.
6. Cuadro auxiliar 1. Incluye cuadro, protecciones, salidas hacia receptores (rejillas, tubos, mangueras, cables, etc....), extractores y tomas trifásicas y monofásicas.
7. Cuadro auxiliar 2. Incluye cuadro, protecciones, salidas hacia receptores (rejillas, tubos, mangueras, cables, etc....) y tomas trifásicas y monofásicas.
8. Cuadro auxiliar 3. Incluye cuadro, protecciones, salidas hacia receptores (rejillas, tubos, mangueras, cables, etc....) y tomas trifásicas y monofásicas.
9. Cuadro auxiliar 4. Incluye cuadro, protecciones, salidas hacia receptores (rejillas, tubos, mangueras, cables, etc....) y tomas trifásicas y monofásicas.
10. Alumbrado nave. Incluye cuadro, protecciones, salidas hacia receptores (rejillas, tubos, mangueras, cables, etc....), encendidos de iluminación e iluminación de la nave (pantallas y emergencias).
11. Instalación vestuarios y almacén. Incluye cuadro, protecciones e instalación eléctrica de vestuarios y almacén (tubos, mangueras, cables, pantallas, emergencias, enchufes, interruptores, etc....).
12. Instalación oficinas. Incluye cuadro, protecciones e instalación eléctrica de oficinas (tubos, mangueras, cables, pantallas, emergencias, enchufes, interruptores, etc....).

Los precios indicados en estas mediciones no tienen incluido el I.V.A. ni la mano de obra, estas serán incluidas posteriormente en el resumen del presupuesto.



6.1.1 CAPITULO 1. TOMATIERRAS

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
<i>Edificio</i>			
1	Red de tierras principal, incluyendo 3 picas de acero recubierto de cobre de 14mm de diámetro y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 35mm ² , conexiones aluminotérmicas y cajas de seccionamiento, instalado, según se describe en el proyecto		1.809,54
1	Red secundaria de tierra en interior de con derivación hacia los cuadros auxiliares con cable de cobre desnudo de 25mm ² , conexiones aluminotérmicas y cajas de seccionamiento, instalado, según proyecto.		594,23
<i>Centro de transformación</i>			
1	Tierras exteriores de protección, código 5/82 UNESA, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.		1.120,47
1	Tierras exteriores de servicio, código 60-40/8/82 UNESA, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.		1.157,61
1	Tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según proyecto.		633,00
TOTAL CAP. 1 TOMATIERRAS			5.314,85€



6.1.2 CAPITULO 2. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
13	m. de tubo de canalización ODI-BAKAR de polietileno de 160mm. Includo replanteo e instalación según proyecto.	9,63	125,19
45	m. cable de aluminio PRYSMIAN Al DHZ1 12/20kV 1x95mm ² . Instalado bajo tubo desde centro de transformación de enlace a centro de transformación privado de nave	54,46	2.450,70
1	Edificio de hormigón compacto modelo EHC-3T1D , de dimensiones exteriores 3.760 x 2.500 y altura útil 2.535 mm., incluyendo su transporte y montaje.		7.808,00
1	Excavación de un foso de dimensiones 3.500 x 4.500 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC3, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 530 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.		1.030,00
1	Cabina de remonte de cables con seccionador p.a.t. Schneider Electric gama SM6, modelo GAM, referencia SGAM16, con indicador presencia de tensión y mando CC manual, instalados.		1.961,00
1	Cabina ruptofusible Schneider Electric gama SM6, modelo QM, referencia JLJSQM16BD, con interruptor-seccionador en SF6 con mando C11 manual, bobina de apertura, fusibles con señalización fusión, seccionador p.a.t, indicadores presencia de tensión y enclavamientos instalados		3.528,00
1	Cabina de medida Schneider Electric gama SM6, modelo GBC2C, referencia SGBC2C3316, equipada con tres transformadores de intensidad y tres de tensión, entrada y salida por cable seco, según características detalladas en memoria, instalados.		6.858,00
1	Transformador reductor de llenado integral, marca Schneider Electric, de interior y en baño de aceite mineral (según Norma UNE 21428). Potencia nominal: 500 kVA. Relación: 13.2/0.42 KV. Tensión secundaria vacío: 420 V. Tensión cortocircuito: 4 %. Regulación: +/-2,5%, +/-5%. Grupo conexión: Dyn11. Referencia: JLJ1UN0250EZ		14.327,00
1	Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en Al con sus correspondientes elementos de conexión.		720,00
1	Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de Al, de 1x600mm ² para las fases y de 1x300mm ² para el neutro y demás características según memoria.		1.213,00
1	Termómetro para protección térmica de transformador, incorporado en el mismo, y sus conexiones a la alimentación y al elemento disparador de la protección correspondiente, debidamente protegidas contra sobreintensidades, instalados.		315,00
1	Cuadro contador tarifador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.		5.130,00
2	Punto de luz simple estanco, instalado con cable de cobre de 1,5mm ² , empotrado y aislado con tubo de 16mm ² . Includa instalación.	36,00	72,00
1	Emergencia hermética combinada Normalux mod. DEC2-150EX de 150 lúmenes. Includos sujeción y montaje.		156,43
1	Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.		144,00
1	Banqueta aislante para maniobrar aparata.menta.		188,00
2	Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	16,00	32,00
1	Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.		16,00
		continua	46.074,32



Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
		viene de atrás	46.074,32
1	Armario Schneider Electric mod. Prisma Plus G IP30 de 27 módulos con 1 puerta plena. Incluye accesorios de sujeción y accesorios de montaje. Incluido montaje.		903,75
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. NSX630N de 630A con unidad de control micrologic 2.3.		3.708,64
1	Rele diferencial Schneider Electric mod. RH99 con toroidal separado tipo GA300		2.105,30
1	Interruptor diferencial Schneider Electric 2 polos 25A, 300mA		121,70
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H curva C, 6A	51,52	103,04
1	Circuito alumbrado centro de transformación monofásico de 3x1,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 2 conductores de 2x1,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHR (libre halógenos rígido) empotrado de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta cuadro de centro de transformación, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		50,00
1	Circuito alumbrado de emergencia monofásico de 2x1,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 2 conductores de 2x1,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHR (libre halógenos rígido) empotrado de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		35,00
11	m. de tubo de canalización ODI-BAKAR de polietileno de 315mm ² . Incluido replanteo e instalación según proyecto.	25,60	281,60
96	m. cable de aluminio PRYSMIAN Al Voltalene XZ1(S) 0,6/1kV 1x300mm ² . Instalado bajo tubo desde centro de transformación a cuadro general.	36,00	3.456,00
TOTAL CAP. 2 CENTRO DE TRANSFORMACION			56.839,35€

6.1.3 CAPITULO 3. INSTALACION DE PARARRAYOS

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Cabezal de pararrayos con dispositivo de cebado marca CIRPROTEC, modelo Nimbus CPT-3, montado e instalado según proyecto.		1.618,92
1	Pieza de adaptación de para pararrayos Nimbus a mástil, montado e instalado según proyecto.		56,96
1	Mástil para pararrayos de 6 metros de hierro galvanizado. Separado en 2 tramos de 3 metros, montado e instalado según proyecto.		245,00
2	Juego de anclaje para mástil, montado e instalado según proyecto.	111,46	222,92
50	Soportes de latón para cable de bajante con tirafondo y taco, montado e instalado según proyecto.	6,81	340,50
1	Manguito de unión con derivación en T, montado e instalado según proyecto.		28,75
57	m. cable de cobre desnudo de 50mm ² , para bajantes hasta caja de seccionamiento. Montado e instalado según proyecto.	7,62	434,60
2	Tubo de protección para bajante de 3 metros, montado e instalado según proyecto.	67,62	135,24
2	Arqueta de registro cuadrada de polipropileno de 300x300 con regleta equipotencial incluida y 3 terminales brida. Montado e instalado según proyecto.	193,79	387,58
1	Contador de impactos de rayo marca CIRPROTEC, modelo CDR 2000, montado e instalado según proyecto.		319,99
2	Instalación de tierras para bajante compuesta por 5 picas de acero recubierto de cobre de 14mm de diámetro y 2 m. de longitud, cable de cobre desnudo de 50mm ² , conexiones aluminotérmicas y unión a tierra general del edificio con arqueta para seccionamiento, instalado según se describe en el proyecto.	694,80	1.389,60
TOTAL CAP. 3 INSTALACION DE PARARRAYOS			5.180,06€

6.1.4 CAPITULO 4. CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
79	m. bandeja metálica perforada de acero galvanizado (h=75mm, a=200mm, l=3000mm) Incluye accesorios de sujeción, empalme y curvas necesarias	14,95	1.181,05
4	m. bandeja metálica perforada de acero galvanizado (h=100mm, a=300mm, l=3000mm) Incluye accesorios de sujeción, empalme y curvas necesarias	24,51	98,04
138	m. cable de cobre de 120mm ² , tipo RV 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX Flex (RZ1-K). Incluida instalación sobre bandeja desde cuadro general a cuadros auxiliares.	56,43	7.787,34
352	m. cable de cobre de 70mm ² , tipo RV 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX Flex (RZ1-K). Incluida instalación sobre bandeja desde cuadro general a cuadros auxiliares.	34,03	11.978,56
102	m. cable de cobre de 35mm ² , tipo RV 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX Flex (RZ1-K). Incluida instalación sobre bandeja desde cuadro general a cuadros auxiliares.	18,15	1.851,30
159	m. cable de cobre de 16mm ² , tipo RV 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX Flex (RZ1-K). Incluida instalación sobre bandeja desde cuadro general a cuadros auxiliares.	8,07	1.283,13
81	m. cable de cobre de 6mm ² , tipo RV 0.6/1 kV PRYSMIAN AFUMEX Flex (RZ1-K). Incluida instalación sobre bandeja desde cuadro general a cuadros auxiliares.56,43	3,43	277,83
5	m. tubo rígido blindado ODI-BAKAR de 63mm. Incluye accesorios de sujeción, empalme y curvas necesarias.	8,74	43,70
15	m. tubo rígido blindado ODI-BAKAR de 50mm. Incluye accesorios de sujeción, empalme y curvas necesarias.	6,81	102,15
5	m. tubo rígido blindado ODI-BAKAR de 20mm. Incluye accesorios de sujeción, empalme y curvas necesarias.	2,10	10,50
16	m. tubo libre de halógenos flexible ODI-BAKAR LHE de 32mm. Incluye accesorios de sujeción, empalme montaje.	2,30	36,80
1	Armario cofret Schneider Electric mod. Prisma Plus G IP30 de 27 módulos con 2 puertas plena. Incluye accesorios de sujeción y accesorios de montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		1.883,05
1	Interruptor seccionador en carga Schneider Electric mod. INS630 4P, de 630A, con maneta roja.		539,93
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD1 25r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. NG125 de 80A, curva C y 4P, Poder de corte 25kA.		1.340,31
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. NSX250F de 250A con unidad de control micrologic 2.2. , curva C, Poder de corte 36kA.	1.989,26	3.978,52
3	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. NG125 de 125A, curva C, Poder de corte 25kA.	379,01	1.137,03
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. NG125 de 50A, curva C, Poder de corte 25kA.	326,33	652,66
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. NG125 de 25A, curva C, Poder de corte 25kA.		285,59
8	Rele diferencial Schneider Electric mod. RH99M para toroidal	226,42	1.811,38
2	Toroidal separado tipo MA120	324,85	649,70
3	Toroidal separado tipo IA80	168,91	506,74
3	Toroidal separado tipo TA30	79,54	238,61
TOTAL CAP. 4 CUADRO GEN. DE DISTRIBUCION			37.673,92€



6.1.5 CAPITULO 5. C. AUX. DE COMP. DE F. DE POTENCIA

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Batería de condensador automático marca Schneider Electric, modelo Varsset classic C 400 415V 165KVAr 50Hz, escalones 15+5x30KVA. Incluye cofret, interruptor automático de protección y montaje.		5400,00
TOTAL CAP. 5 CUADRO AUX. DE COMP. DE F.P.			5.400,00€

6.1.6 CAPITULO 6. C. AUX. 1 Y CONEXIONES A RECEPTORES

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Armario de distribución de 96 elementos, Schneider Electric mod. Pragma 24 de 4 filas con puerta transparente de superficie. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		521,78
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 125A, curva B, Poder de corte 15kA.		383,56
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 4 polos, de 32A, curva C, Poder de corte 10kA.		110,29
4	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 4 polos, de 16A, curva C, Poder de corte 10kA.	99,21	396,85
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 4 polos, de 6A, curva C, Poder de corte 10kA.		103,99
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 6A, curva C, Poder de corte 10kA.	51,52	103,04
1	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 63A, 300mA clase AC		262,96
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 40A, 300mA clase AC	199,44	398,88
1	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 25A, 30mA clase AC		226,86
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD 40r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. C60L de 40A, curva C y 4P, Poder de corte 15kA.		497,06
2	Contactador monofásico Schneider Electric mod. CT 16A 2NA 230/240 VCA.	40,55	81,10
2	Instalación de mando de extractores de ventilación-extracción. Formado por 1 pulsador de encendido, 1 pulsador de apagado y 1 piloto de señalización de encendido. Montado en puerta de armario de distribución. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.	84,71	169,42
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 1) de 5x4mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x4mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 25mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		115,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 2) de 5x1,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x1,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		95,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 16) de 5x4mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x4mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 25mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		75,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 17) de 5x4mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x4mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 25mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		175,00
1	Circuito tomas trifasicas cuadro auxiliar 1, de 5x10mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 5 conductores de 5x10mm ² de sección, instalado en tubo rígido blindado de 32mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		60,00
1	Circuito tomas monofasicas cuadro auxiliar 1, de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 3 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		40,00

continua

3.815,79



Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
		viene de atrás	3.815,79
1	Circuito fuerza monofasico (máquina 30) de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		190,00
1	Circuito fuerza monofasico (máquina 31) de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		105,00
1	Cofret estanco IP67 Schneider Electric mod. Kaedra para 6 elementos, con 2 tomas monofasicas, 2 tomas CETAC trifasicas de 32A 3P+N+T, 1 toma CETAC monofasica de 16A 2P+T y 1 tapa ciega. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.		199,24
2	Ventilador axial mural con helice de aluminio S&P mod. HCBB/4-560/H, IP65, boca de extracción de 560mm., monofásico, potencia absorbida de 980W, caudal de extracción de 12480m ³ /h y nivel sonoro de 71dB. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.	997,35	1.994,70
TOTAL CAP. 6 CUADRO AUX. 1 Y CONEXIÓN A RECEPTORES			6.304,73€

6.1.7 CAPITULO 7. C. AUX. 2 Y CONEXIONES A RECEPTORES

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Armario de distribución de 96 elementos, Schneider Electric mod. Pragma 24 de 4 filas con puerta transparente de superficie. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		521,78
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 125A, curva B, Poder de corte 15kA.		383,56
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 50A, curva C, Poder de corte 15kA.		177,48
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 32A, curva C, Poder de corte 15kA.		110,29
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 16A, curva C, Poder de corte 15kA.		99,21
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 10A, curva C, Poder de corte 15kA.		97,26
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60L, 4 polos, de 6A, curva C, Poder de corte 25kA.	103,99	207,98
1	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 63A, 300mA clase AC		262,96
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 40A, 300mA clase AC	199,44	398,88
1	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 25A, 30mA clase AC		226,86
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD 40r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. C120H de 40A, curva C y 4P, Poder de corte 15kA.		497,06
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 3) de (3x25+2x16)mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de (3x25+2x16)mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 50mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		83,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 4) de 5x1,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x1,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		55,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 5) de 5x1,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x1,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		60,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 29) 5x1,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x1,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		70,00
1	Circuito tomas trifasicas cuadro auxiliar 1, de 5x10mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 5 conductores de 5x10mm ² de sección, instalado en tubo rígido blindado de 32mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		60,00

continua

3.311,32



Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
		viene de atrás	3.311,32
1	Circuito tomas monofasicas cuadro auxiliar 1,de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 3 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		40,00
1	Cofret estanco IP67 Schneider Electric mod. Kaedra para 6 elementos, con 2 tomas monofasicas, 2 tomas CETAC trifasicas de 32A 3P+N+T, 1 toma CETAC monofasica de 16A 2P+T y 1 tapa ciega. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.		199,24
TOTAL CAP. 7 CUADRO AUX. 2 Y CONEXIÓN A RECEPTORES			3.550,56€

6.1.8 CAPITULO 8. C. AUX. 3 Y CONEXIONES A RECEPTORES

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Armario de distribución de 96 elementos, Schneider Electric mod. Pragma 24 de 4 filas con puerta transparente de superficie. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		521,78
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 125A, curva B, Poder de corte 15kA.		383,56
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 50A, curva C, Poder de corte 15kA.		177,48
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 32A, curva C, Poder de corte 15kA.		110,29
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 20A, curva C, Poder de corte 15kA.		102,08
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 16A, curva C, Poder de corte 15kA.		99,21
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60L, 4 polos, de 6A, curva C, Poder de corte 25kA.	103,99	207,98
1	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 63A, 300mA clase AC		262,96
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 40A, 300mA clase AC	199,44	398,88
1	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 25A, 30mA clase AC		226,86
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD 40r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. C60H de 40A, curva C y 4P.		497,06
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 6) de 5x1,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x1,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		50,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 7) de 5x1,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x1,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		70,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 8) de 5x4mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x4mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		140,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 9) (3x25+2x16)mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de (3x25+2x16)mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 50mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		249,00
1	Circuito tomas trifasicas cuadro auxiliar 1, de 5x10mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 5 conductores de 5x10mm ² de sección, instalado en tubo rígido blindado de 32mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		60,00

continua

3.557,14



Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
		viene de atrás	3557,14
1	Circuito tomas monofasicas cuadro auxiliar 1,de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 3 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		40,00
1	Cofret estanco IP67 Schneider Electric mod. Kaedra para 6 elementos, con 2 tomas monofasicas, 2 tomas CETAC trifasicas de 32A 3P+N+T, 1 toma CETAC monofasica de 16A 2P+T y 1 tapa ciega. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.		199,24
TOTAL CAP. 8 CUADRO AUX. 3 Y CONEXIÓN A RECEPTORES			3.796,38€



6.1.9 CAPITULO 9. C. AUX. 4 Y CONEXIONES A RECEPTORES

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Armario cofret Schneider Electric mod. Prisma Plus G IP30 de 24 módulos con puerta plena. Incluye accesorios de sujeción y accesorios de montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		953,89
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. NSX250F de 250A con unidad de control micrologic 2.2. , curva B, Poder de corte 36kA.		1989,26
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 32A, curva C, Poder de corte 15kA.		110,29
4	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 25A, curva C, Poder de corte 15kA.	103,99	415,95
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 20A, curva C, Poder de corte 15kA.		102,08
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C120H, 4 polos, de 16A, curva C, Poder de corte 15kA.	99,21	198,42
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 63A, 300mA clase AC	262,96	525,93
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 40A, 300mA clase AC	199,44	398,88
1	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 25A, 30mA clase AC		226,86
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD 40r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. C60H de 40A, curva C y 4P.		497,06
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 10) de 5x10mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x10mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 32mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		80,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 11) de 5x6mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x6mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 25mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		130,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 12) de 5x4mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x4mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 25mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		130,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 13) de 5x4mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x4mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 25mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		150,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 14) de 5x10mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x10mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 32mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		160,00
1	Circuito fuerza trifásico (máquina 15) de 5x10mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x10mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 32mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		190,00

continua

6.258,62



Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
		viene de atrás	6.258,62
1	Circuito tomas trifasicas cuadro auxiliar 1, de 5x10mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 5 conductores de 5x10mm ² de sección, instalado en tubo rígido blindado de 32mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		60,00
1	Circuito tomas monofasicas cuadro auxiliar 1, de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 3 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		40,00
1	Cofret estanco IP67 Schneider Electric mod. Kaedra para 6 elementos, con 2 tomas monofasicas, 2 tomas CETAC trifasicas de 32A 3P+N+T, 1 toma CETAC monofasica de 16A 2P+T y 1 tapa ciega. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.		199,24
TOTAL CAP. 9 CUADRO AUX. 4 Y CONEXIÓN A RECEPTORES			6.557,86€

6.1.10 CAPITULO 10. C. AUX. 5, RECEPTORES E ILUMINACION

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Armario de distribución de 96 elementos, Schneider Electric mod. Pragma 24 de 4 filas con puerta transparente de superficie. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		585,93
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 4 polos, de 25A, curva B, Poder de corte 10kA.		118,97
5	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 4 polos, de 10A, curva C, Poder de corte 10kA.	97,26	486,29
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 10A, curva C, Poder de corte 10kA.		47,13
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 6A, curva C, Poder de corte 10kA.		51,52
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 40A, 30mA clase AC	235,84	471,68
2	Diferencial automático Schneider Electric 2 polos, 25A, 30mA clase AC	121,70	243,40
5	Contacto trifásico Schneider Electric mod. CT 25A 4NA 230/240 VCA.	66,80	334,00
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD 40r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. C60H de 40A, curva C y 4P.		497,06
5	Circuito alumbrado trifásico de 5x2,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 5 conductores de 5x2,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo rígido blindado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.	301,5	1.507,50
1	Circuito alumbrado de emergencia monofásico de 2x1,5mm ² , con cable de cobre tipo RV-K de 2 conductores de 2x1,5mm ² de sección, instalado sobre bandeja y tubo de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		175,00
1	Circuito alumbrado centro de transformación monofásico de 3x1,5mm ² , con cable de cobre tipo H07V-K de 3 conductores de 3x1,5mm ² de sección, con tubo de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta cuadro de centro de transformación, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		80,00
1	Cuadro de pulsadores con 5 pulsadores NA verdes de encendido, 5 pulsadores NC rojos de apagado y 5 pilotos verdes de señalización de encendido. Con líneas de mando para pulsadores con tubo rígido blindado de 25mm ² ø. Incluidos sujeción, instalación y montaje.		418,60
18	Pendular industrial Philips HPK 150 con equipo de arranque y lámpara Philips HPI-P 400W BU. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.	268,00	4.824,00
1	Cuadro de pulsadores con 5 pulsadores NA verdes de encendido, 5 pulsadores NC rojos de apagado y 5 pilotos verdes de señalización de encendido. Incluidos sujeción y montaje.		418,60
5	Emergencia estanca combinada Normalux mod. MESFL36P de 836 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.	253,25	1.266,25
2	Emergencia combinada Normalux mod. DC-200 de 200 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.	105,64	211,28
TOTAL CAP. 10 CUADRO AUX. 5, RECEPTORES E ILUMINACION NAVE			11.737,21€

6.1.11 CAPITULO 11. C. AUX. 6, INS. VESTUARIOS-ALMACEN

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Armario de distribución de 54 elementos, Schneider Electric mod. Pragma 18 de 3 filas con puerta plena de empotrar. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		250,23
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 4 polos, de 50A, curva B, Poder de corte 10kA.		209,00
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 16A, curva C, Poder de corte 10kA.	47,13	141,39
3	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 10A, curva C, Poder de corte 10kA.	53,13	159,39
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 6A, curva C, Poder de corte 10kA.		51,52
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 40A, 30mA clase AC	235,84	471,68
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD 40r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. C60H de 40A, curva C y 4P.		497,06
3	Circuito de alumbrado de 3x1,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 3 conductores de 3x1,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHC (libre halógenos corrugado) empotrado de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.	60,00	180,00
2	Circuito de tomas monofásicas de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 3 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHC (libre halógenos corrugado) empotrado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.	75,00	150,00
1	Circuito alumbrado de emergencia monofásico de 2x1,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 2 conductores de 2x1,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHC (libre halógenos corrugado) empotrado de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		45,00
9	Punto de enchufe de 16A Schneider Electric mod. Unica Basic, instalado con cable de cobre de 1,5mm ² , empotrado y aislado con tubo de 16mm ² . Incluida instalación.	20,00	180,00
3	Punto de luz simple Schneider Electric mod. Unica Basic, instalado con cable de cobre de 1,5mm ² , empotrado y aislado con tubo de 16mm ² . Incluida instalación.	21,00	63,00
3	Punto de luz conmutado Schneider Electric mod. Unica Basic, instalado con cable de cobre de 1,5mm ² , empotrado y aislado con tubo de 16mm ² . Incluida instalación.	36,00	108,00
9	Luminaria Philips estanca mod. TCW 215 de 2x36W con balastro electrónico. Incluidos tubos fluorescentes de 36W, accesorios de sujeción y montaje.	94,80	853,20
1	Luminaria Philips empotrable en techo mod. TBS330 de 2x36W con balastro electrónico y difusor de aluminio. Incluidos tubos fluorescentes de 36W, accesorios de sujeción y montaje.		192,00
3	Hublot Philips estanco con bombilla de 60W. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.	30,00	90,00
1	Emergencia estanca combinada Normalux mod. MESFL18P de 526 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.		233,25
1	Emergencia combinada Normalux mod. DC-200 de 200 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.		105,64
1	Emergencia combinada Normalux mod. DC-150 de 150 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.		89,64
TOTAL CAP. 11 CUADRO AUX. 6 E INSTAL. VESTUARIOS Y ALMACEN			4.070,00€

6.1.12 CAPITULO 12. CUADRO AUX. 7, INSTALAC. OFICINA

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
1	Armario de distribución de 54 elementos, Schneider Electric mod. Pragma 18 de 3 filas con puerta plena de empotrar. Incluidos accesorios de sujeción y montaje. Incluido montaje del cuadro con las protecciones descritas en proyecto.		250,23
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 4 polos, de 50A, curva B, Poder de corte 10kA.		209,00
2	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 16A, curva C, Poder de corte 10kA.	48,07	96,14
4	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 10A, curva C, Poder de corte 10kA.	47,13	188,52
1	Interruptor automático magnetotérmico Schneider Electric mod. C60H, 2 polos, de 6A, curva C, Poder de corte 10kA.		51,52
2	Diferencial automático Schneider Electric 4 polos, 40A, 30mA clase AC	235,84	471,68
1	Diferencial automático Schneider Electric 2 polos, 25A, 30mA clase AC		121,70
1	Limitador de sobretensiones Schneider Electric mod. PRD 40r, 3+N; con interruptor automático de desconexión Schneider Electric mod. C60H de 40A, curva C y 4P.		497,06
4	Circuito de alumbrado de 3x1,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 3 conductores de 3x1,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHC (libre halógenos corrugado) empotrado de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.	60,00	240,00
2	Circuito de tomas monofásicas de 3x2,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 3 conductores de 3x2,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHC (libre halógenos corrugado) empotrado de 20mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.	75,00	150,00
1	Circuito alumbrado de emergencia monofásico de 2x1,5mm ² , con cable de cobre tipo ES07Z1-K (AS) de 2 conductores de 2x1,5mm ² de sección, instalado bajo tubo LHC (libre halógenos corrugado) empotrado de 16mm ² ø, medida la longitud desde cuadro auxiliar hasta conexión, incluidas cajas y regletas de conexión necesarias e instalación.		45,00
9	Punto de enchufe de 16A Schneider Electric mod. Unica Basic, instalado con cable de cobre de 1,5mm ² , empotrado y aislado con tubo de 16mm ² . Incluida instalación.	20,00	180,00
8	Punto de luz simple Schneider Electric mod. Unica Basic, instalado con cable de cobre de 1,5mm ² , empotrado y aislado con tubo de 16mm ² . Incluida instalación.	21,00	168,00
9	Luminaria Philips empotrable en techo mod. TBS330 de 2x58W con balastro electrónico y difusor de aluminio. Incluidos tubos fluorescentes de 58W, accesorios de sujeción y montaje.	205,00	1.845,00
2	Luminaria Philips empotrable en techo mod. TBS330 de 2x36W con balastro electrónico y difusor de aluminio. Incluidos tubos fluorescentes de 36W, accesorios de sujeción y montaje.	192,00	384,00
3	Hublot Philips estanco con bombilla de 60W. Incluidos accesorios de sujeción y montaje.	30,00	90,00
2	Emergencia combinada Normalux mod. DC-200 de 200 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.	105,64	211,30
1	Emergencia combinada Normalux mod. DC-150 de 150 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.		89,64
2	Emergencia combinada Normalux mod. DC-60 de 60 lúmenes. Incluidos sujeción y montaje.	73,64	147,28
TOTAL CAP. 12 CUADRO AUX. 7 E INSTAL. OFICINA			5.436,07€



6.1.13 CAPITULO 13. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Unidades	Concepto	Precio unidad	Precio total
6	Casco de seguridad con arnés de adaptación. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	6,63	39,78
6	Casco de seguridad dieléctrico con pantalla para protección de descargas eléctricas. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	7,60	45,60
6	Gafas antipolvo, antiempañables, panorámicas. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	4,20	25,20
6	Semi-mascarilla antipolvo de un filtro. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	7,91	47,46
6	Cascos protectores auditivos con arnés a la nuca. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	5,93	35,58
6	Juego de tapones antirruído de silicona ajustables. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	1,05	6,30
6	Faja de protección lumbar. Certificado CE EN385 s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	10,35	62,10
6	Cinturón portaherramientas. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	6,95	41,70
6	Par de botas aislantes para electricista hasta 5kV de tensión, con puntera y suela de fibra. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	57,00	342,00
6	Par de guantes de uso general de lona. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	3,55	21,30
3	Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión de hasta 20kV. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	25,15	75,45
3	Arnés de seguridad con cuerda y mosquetón para trabajos en altura. Certificado CE s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	47,25	141,75
2	Botiquín de emergencia básico para primeros auxilios.	60,15	120,30
2	Alquiler de carretilla elevadora para trabajos en altura.	825,00	1.650,00
100	m. cinta de balizamiento bicolor rojo/blanco de material plástico, incluso colocación y montaje. s/R.D. 485/97.	0,76	76,00
100	m. cinta de balizamiento amarilla de indicación de presencia de tensión de material plástico, incluso colocación y montaje. s/R.D. 485/97.	0,76	76,00
78	Vallado trasladable de reja metálica de 3,5x2m con pie de hormigón	40,00	3.120,00
2	Cartel de prohibición de entrada a las personas ajenas a la obra e indicación de protecciones a usar en el interior de la misma	15,00	30,00
TOTAL CAP. 13 ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD			5.956,52€



6.2. RESUMEN DE MEDICIONES

CAPITULO	CONCEPTO	PRECIO
6.1.1	TOMATIERRAS	5.314,85€
6.1.2	CENTRO DE TRANSFORMACION	56.839,35€
6.1.3	INSTALACION DE PARARRAYOS	5.180,06€
6.1.4	CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCION	37.673,92€
6.1.5	CUADRO DE COMPENSACION DE F. DE POTENCIA	5.400,00€
6.1.6	CUADRO AUX. 1 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.304,73€
6.1.7	CUADRO AUX. 2 Y CONEXIONES A RECEPTORES	3.550,36€
6.1.8	CUADRO AUX. 3 Y CONEXIONES A RECEPTORES	3.796,38€
6.1.9	CUADRO AUX. 4 Y CONEXIONES A RECEPTORES	6.557,86€
6.1.10	CUADRO AUX. 5 RECEPTORES E ILUMINACION	11.737,21€
6.1.11	CUADRO AUX. 6, INSTAL. VESTUARIOS-ALMACEN	4.070,00€
6.1.12	CUADRO AUX. 7, INSTALACION OFICINA	5.436,07€
6.1.13	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	5.956,52€
RESUMEN MEDICIONES		157.817,31€



6.3. RESUMEN FINAL PRESUPUESTO

PRESUPUESTO DE LOS MATERIALES CON MANO DE OBRA INCLUIDA	TOTAL:	157.817,31€
IMPREVISTOS		9.015,18€
	TOTAL:	166.832,49€
IVA APLICABLE 16%		26.693,20€
BENEFICIO INDUSTRIAL (10% MATER)		15.781,73€
PRESUPUESTO DE LA OBRA	TOTAL:	209.307,42€
HONORARIOS Y DERECHOS DE REDACCIÓN DE LA OBRA 5% TOTAL		10.465,37€
HONORARIOS Y DERECHOS DE DIRECCIÓN DE OBRA 3% TOTAL		6.279,22€
PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA		226.052,01€

Corella, 29 Abril de 2.010
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Iván Bienzobas Rupérez



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Título del proyecto:

INSTALACION ELÉCTRICA EN NAVE INDUSTRIAL
DEDICADA A TALLER DE CARPINTERÍA METÁLICA CON
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROPIO

7. BIBLIOGRAFIA

Iván Bienzobas Rupérez

José Javier Crespo Ganuza

Pamplona, 29 Abril 2010



INDICE:

7.1. LIBROS	7.3
7.2. NORMATIVA	7.4-7.5
7.2.1 ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD	7.4
7.2.2 CENTRO DE TRANSFORMACION	7.4
7.2.3 INSTALACION ELECTRICA NAVE	7.5
7.3. CATALOGOS	7.6
7.4. ARTICULOS TECNICOS	7.7
7.5. INTERNET	7.8
7.6. ANEXO FOTOCOPIAS	



7.1. LIBROS

- Instalaciones Eléctricas de Enlace y Centros de Transformación. Ed. Paraninfo. Toledano y Sanz.
- Desarrollo de Instalaciones Eléctricas de Distribución. Ed. Paraninfo. Trashorras.
- Tecnología eléctrica. Ed. Síntesis. Carlos Folch, Riera Guasp y Martín Roldan.
- Manual de instalaciones eléctricas. (Adaptado al CTE y al Nuevo REBT). AMV Ediciones. Franco Martín Sánchez.
- Código Técnico de la Edificación. Ed. Ministerio de Vivienda.
- Apuntes de las asignaturas de Instalaciones Eléctricas.
- Manual práctico de iluminación. AMV Ediciones. Franco Martín Sánchez.
- Cálculos y medidas en luminotecnia. Ed. Paraninfo. H.A.E. Keitz.
- Manual de luminotecnia. Osram.
- Introducción al alumbrado. Philips.
- Instalaciones eléctricas en media y baja Tensión. Ed. Paraninfo. José García Trasancos.
- Puestas a tierra en edificios y en instalaciones eléctricas. Ed. Paraninfo. Toledano Gasca.
- Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación. Ed. UNESA.
- Manual de cables para baja tensión. Ed. AENOR.
- Reglamento electrotécnico de para baja tensión. Ed. Fundación para el fomento de la Innovación Industrial. Ministerio de ciencia y tecnología.
- Guía técnica para la integración de la prevención de riesgos laborales. Ed. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



7.2 NORMATIVA

7.2.1 REFERENTE AL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

- Ley de prevención de riesgos laborales. Ministerio de Trabajo. Ley 31/95 de 08 de Noviembre de 1995.
- Modificación leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio. Ministerio de Trabajo. Ley 25/09, de 22 de Diciembre de 2009.
- Reglamento de los servicios de prevención. Ministerio de Trabajo. Real Decreto 39/97, de 17 de Enero de 1997.
- Modificación reglamento servicios de prevención, regulación de la subcontratación y disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras. Ministerio de Trabajo. Real Decreto 337/10, de 19 de marzo de 2010.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para utilización de los equipos de trabajo (transposición Directiva 89/656/CEE). Ministerio de Trabajo. Real Decreto 1215/97, de 18 de Julio de 1997.
- Disposiciones mínimas de seg. y salud de equipos de protección individual (transposición Directiva 89/656/CEE). Ministerio de Trabajo. Real Decreto 773/97, de 30 de Mayo de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras. Ministerio de Trabajo. Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Ministerio de Trabajo. Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual. Ministerio de Trabajo. Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997.

7.2.1 REFERENTE AL CENTRO DE TRANSFORMACION

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión con sus instrucciones complementarias. Ministerio de Industria. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía Eléctrica. Ministerio de Industria. Real Decreto 1725/1984, de 18 de Julio de 1984.
- Normas UNE y Recomendaciones UNESA que sean de aplicación.
- Normas particulares de IBERDROLA.



7.2.3 REFERENTE A LA INSTALACION ELECTRICA DE LA NAVE

- Normas técnicas particulares para instalaciones de la compañía suministradora de energía. (Iberdrola)
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión con sus instrucciones complementarias. Ministerio de Industria. Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002.
- Guía técnica de aplicación del REBT. Ministerio de Industria. Última actualización en febrero de 2009.
- Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y Centros de Transformación. Ministerio de Industria. Real Decreto 3275/1982 de 12 de noviembre de 1982.
- Código Técnico de la Edificación. Ministerio de vivienda. Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo de 2006.
- Modificación del Código Técnico de la Edificación. Ministerio de vivienda. Real Decreto 173/2010, de 19 de febrero de 2010.



7.3. CATALOGOS

- Distribución eléctrica en media tensión, centros de transformación 24kV MT/BT. Schneider Electric.
- Aparamenta modular, Cofrets Modulares y Tomas Industriales en baja tensión terminal. Schneider Electric.
- Interruptores automáticos en caja moldeada, NSX 100 a 630A. Schneider Electric.
- Pequeño material eléctrico. Schneider Electric.
- Luminarias. Philips.
- Lámparas y equipos de iluminación. Philips.
- Equipos y luminarias de emergencia. Normalux.
- Protección exterior. Pararrayos Nimbus. Cirprotec.
- Cables y accesorios para baja tensión. Prysmian cables and systems.
- Cables y accesorios para media tensión. Prysmian cables and systems.
- Cables baja tensión. General Cable.
- Cables normalizados por las compañías eléctricas. General Cable.
- Bandejas y canales. Pemsa.
- Tubería. Odi-Bakar.
- Sistemas de ventilación. Soler & Palau.



7.4. ARTICULOS TECNICOS

- La protección contra el rayo es responsabilidad de todos. Mari Cruz Quesada. Octubre 2008.
- Protección contra sobretensiones. Cirprotec S.L. Octubre 2008.
- Todo lo que hay que saber sobre las sobretensiones. Luis Serrano. Octubre 2008
- Protección contra sobretensiones. Merlin Gerin.
- Protección contra sobretensiones. Nueva gama de limitadores PRD, QPF y PF. Schneider Electric.
- Revista Conéct@te. ABM-Rexel. Mensual.
- Revista Electra. Revista técnica y de innovación eléctrica, iluminación y telecomunicaciones. Grupo el instalador S.L. Bimensual.
- Boletín técnico nº1. Hormilec. Marzo 2004.
- Boletín técnico nº2. Hormilec. Mayo 2004.
- Boletín técnico nº3. Hormilec. Julio 2004.
- Boletín técnico nº4. Hormilec. Septiembre 2004.
- Boletín técnico nº5. Hormilec. Noviembre 2004.
- Boletín técnico nº7. Hormilec. Marzo 2005.
- Boletín técnico nº8. Hormilec. Mayo 2005.



7.5. INTERNET

www.voltimum.es

www.schneiderelectric.es

www.cirprotec.es

www.solerpalau.es/

http://www.lighting.philips.com/es_es/index.php

www.es.prysmian.com

www.generalcable.es

www.hispanofil.es

www.alvarezbeltran.com

www.normalux.com

www.pemsa-rejiband.com

www.mviv.es/es/index.php?option=com_content&task=view&id=552&Itemid=226

www.mityc.es/industria/es-ES/Legislacion/Paginas/Legislacion.aspx

www.ffii.nova.es/

www.insht.es



7.6. ANEXO FOTOCOPIAS

Fotocopias de los catálogos de los materiales empleados para el desarrollo del proyecto.

Corella, 29 Abril de 2.010
El Ingeniero Técnico Industrial

Fdo: Iván Bienzobas Rupérez