



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALCIÓ ELÈCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALÚRGICO**

**TITULACIÓ:** Ingeniería Técnica Industrial en Electricidad

**AUTOR:** David Gómez Ruiz .  
**DIRECTOR:** Pedro Santibáñez Huertas .

**FECHA:** Junio del 2012



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALCI3N ELÈCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **VOLUMEN I**

### **1. ÍNDICE GENERAL**

La propiedad:

**HIERROS PREFORMADOS, S.A**

Autor:

**David Gómez Ruiz**

1. ÍNDICE GENERAL.....	2
2. MEMORIA .....	15
2.0 Hoja de Identificación .....	16
ÍNDICE MEMORIA .....	17
2.1 OBJETIVO.....	21
2.2 ALCANCE.....	21
2.3 ANTECEDENTES.....	21
2.4 NORMAS Y REFERENCIAS .....	22
2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas. ....	22
2.4.2 Bibliografía y documentación.....	23
2.4.3 Programas de cálculo.....	23
2.4.4 Plan de gestión de la calidad aplicada durante la redacción del proyecto. ....	23
2.4.5 Otras referencias.....	23
2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS. ....	23
2.6 REQUISITOS DE DISEÑO.....	24
2.6.1 Emplazamiento de la actividad. ....	24
2.6.2 Descripción de la edificación.....	24
2.6.3 Clasificación de la instalación eléctrica. ....	25
2.6.4 Descripción de la actividad.....	26
2.6.4.1 Proceso Industrial. ....	26
2.6.4.2 Relación de maquinaria. ....	27
2.6.4.3 Clasificación de la actividad. ....	28
2.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	28
2.7.1 Descripción de la Instalación en Baja Tensión. ....	28
2.7.2 Previsión de Potencia y Suministro. ....	28
2.7.3 Tipo de transformador .....	29
2.7.4 Características generales del centro de transformación.....	30
2.7.5 Sistemas de alumbrado. ....	30
2.7.5.1 Sistemas de Iluminación. ....	31
2.7.5.2 Métodos de alumbrado .....	32
2.7.5.3 Tipos de Lámparas .....	33
2.7.5.4 Condiciones generales de la instalación.....	33
2.7.5.5 Condiciones mínimas de iluminación en los espacios interiores.....	33
2.7.5.6 Descripción Alumbrado de Emergencia de Evacuación y de seguridad .....	35
2.7.6 Línea General de Alimentación .....	36
2.7.7 Medida de la energía eléctrica .....	36

2.7.8 Derivación Individual .....	36
2.7.9 Cables .....	37
2.7.10 Mecanismo y cajas .....	37
2.7.11 Canalizaciones .....	37
2.7.12 Protección contra Sobreintensidades .....	40
2.7.13 Protección contra los Contactos Indirectos .....	40
2.7.14 Instalación en locales que contienen duchas .....	41
2.7.14.1 Clasificación de los volúmenes.....	41
2.7.15 Interruptores automáticos .....	42
2.7.16 Interruptor diferencial.....	44
2.7.17 Red de Tierras .....	44
2.7.18 Instalación de Aire Comprimido.....	45
2.7.19 Compensación de Energía Reactiva.....	46
2.7.19.1 Naturaleza de la energía reactiva .....	46
2.7.19.2 Ventajas de la Compensación .....	46
2.7.19.3. Formas de compensación de energía reactiva .....	47
2.7.19.3.1 Compensación Global.....	47
2.7.19.3.2 Compensación Parcial .....	47
2.7.19.3.3 Compensación Individual .....	48
2.7.19.3.4 Compensación Mixta .....	48
2.7.19.3.5 Tipos de compensación de energía reactiva .....	48
2.7.19.3.6 Compensación Fija .....	48
2.7.19.3.7 Compensación Automática .....	48
2.7.19.3.8 Compensación escogida.....	49
2.7.20 Ventilación .....	49
2.7.21 Climatización .....	50
2.7.22 Instalación Protección Contra Incendios.....	50
2.7.22.1 Sistemas de protección contra incendios.....	51
2.7.22.2 Sistemas de alumbrado de emergencia. ....	52
2.7.22.3 Señalización.....	53
2.8 RESULTADOS FINALES.....	53
2.8.1 Instalación de alumbrado .....	53
2.8.2 Descripción de la instalación del Centro de Transformación .....	54
2.8.2.1 Características Generales del C.T .....	54
2.8.2.2 Programa de Necesidades y Potencia Instalada. ....	54
2.8.2.3 Obra civil .....	55

2.8.2.3.1 Local.....	55
2.8.2.3.2 Edificio del Centro de Transformación.....	55
2.8.2.3.3 Cimentación.....	55
2.8.2.3.4 Solera, pavimento y cerramientos exteriores. ....	56
2.8.2.3.5 Cubierta .....	56
2.8.2.3.6 Varios .....	56
2.8.2.4 Instalación eléctrica .....	57
2.8.2.4.1 Características de la red de alimentación .....	57
2.8.2.4.2 Características de la aparamenta de Media Tensión.....	57
2.8.2.4.3 Características de la aparamenta de Baja Tensión .....	59
2.8.2.4.4 Medida de la Energía Eléctrica. ....	59
2.8.2.4.5 Puesta a Tierra del Centro de Transformación. ....	59
2.8.2.4.6 Instalaciones Secundarias .....	60
2.8.2.4.6.1 Alumbrado.....	60
2.8.2.4.6.2 Protección Contra Incendios .....	60
2.8.2.4.6.3 Ventilación .....	60
2.8.2.4.6.4 Medidas de Seguridad.....	61
2.8.3 Descripción de la instalación de Baja Tensión .....	62
2.8.3.1 Cuadros de mando y protección.....	63
2.8.3.2 Conductores y canalizaciones .....	64
2.8.3.3 Criterios de diseño .....	64
2.8.3.3.1 Esquema de distribución.....	64
2.8.3.3.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica .....	65
2.8.3.3.3 Trazado de las líneas.....	65
2.8.3.3.4 Reparto de cargas.....	65
2.8.3.3.5 Selectividad .....	65
2.8.4 Descripción de los cuadros eléctricos .....	66
2.8.4.1 Cuadro de Distribución.....	66
2.8.4.2 Distribución de cuadros y subcuadros. ....	66
2.8.4.3 Receptores .....	68
2.8.4.3.1 Receptores de Alumbrado.....	68
2.8.4.3.2 Receptores motores.....	68
2.8.4.3.3 Receptores Fuerza.....	69
2.8.5 Red de Tierras de la nave .....	69
2.8.5.1 Tomas de Tierra.....	69
2.8.5.2 Conductor de Tierra.....	70

2.8.5.3 Puente de Prueba .....	70
2.8.5.4 Conductor de Protección.....	70
2.8.5.5 Solución adoptada .....	70
2.8.6 Compensación de Reactiva.....	70
2.8.8.1 Características del equipo .....	72
2.8.7 Instalación solar térmica para ACS.....	73
2.8.6.1 Agua Caliente Sanitaria. ....	73
2.8.6.2 Normas básicas para la Instalación .....	76
2.8.6.3 Cálculo del diámetro del circuito solar. ....	77
2.8.8 Instalación de Protección Contra Incendios.....	78
2.8.7.1 Medidas Contra Incendios .....	78
2.8.7.1.1 Caracterización de los establecimientos industriales con relación a la seguridad contra incendios.....	78
2.8.7.1.1.1 Caracterización del establecimiento industrial por su configuración .....	78
2.8.7.1.1.2 Caracterización del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco	78
2.8.7.1.1.2 Caracterización de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.....	80
2.8.7.1.1.2.1 Sectorización de los establecimientos industriales .....	80
2.8.7.1.1.2.2 Materiales .....	81
2.8.7.1.1.2.3 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos de sustento.....	81
2.8.7.1.1.2.4 Resistencia al fuego de los elementos constructivos .....	82
2.8.7.1.1.2.5 Evacuación de los establecimientos industriales.....	82
2.8.7.1.1.2.6 Instalaciones técnicas de servicio de los establecimientos industriales .....	86
2.8.7.1.1.3 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los .....	86
2.8.9 Planificación.....	88
2.8.10 Orden de prioridad entre los Documentos Básicos .....	90
3. ANEXOS .....	91
ÍNDICE ANEXOS .....	92
3.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA .....	94
3.2 CALCULOS.....	94
3.2.1 Instalación Baja Tensión .....	94
3.2.1.1 Descripción de la instalación .....	94
3.2.1.2 Descripción de las Fórmulas .....	96
3.2.1.3 Demanda de Potencias .....	101
3.2.1.4 Consideraciones de cálculo.....	102
3.2.1.5 CGBT 1 .....	109

3.2.1.6	CGBT2 .....	126
3.2.1.7	Tablas Resumen de los resultados obtenidos .....	200
3.2.2	Instalación Alta Tensión .....	206
3.2.2.1.	Intensidad en Alta Tensión .....	206
3.2.2.2	Intensidad en Baja Tensión.....	206
3.2.2.3	Cortocircuitos .....	206
3.2.2.4	Dimensionado del Embarrado.....	207
3.2.2.5	Selección de las Protecciones de Alta y Baja Tensión .....	208
3.2.2.6	Dimensionado de la Ventilación del C.T .....	210
3.2.2.7	Dimensionado del Pozo Apaga Fuegos.....	210
3.2.2.8	Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra .....	211
3.2.2.9	Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	213
3.2.2.10	Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación. ....	214
3.2.2.11	Cálculo de las tensiones aplicadas. ....	214
3.2.3	Calculo de Tierras .....	216
3.2.5.1	Red de Tierras general .....	216
3.2.4	Calculo Compensación de Reactiva.....	218
3.2.5	Cálculos Lumínicos .....	220
3.2.4.1	Luminarias del proyecto .....	220
3.2.4.2	Listado de cálculos lumínicos de interior.....	223
3.2.4.2.1	Hall-Distribuidor-Oficinas PB .....	223
3.2.4.2.2	Despacho 1 .....	225
3.2.4.2.3	Mecanica .....	227
3.2.4.2.4	Comedor .....	229
3.2.4.2.5	Limpieza-ACS.....	231
3.2.4.2.6	Pasillo .....	233
3.2.4.2.7	Sala de visitas .....	235
3.2.4.2.8	Vestuario hombres .....	237
3.2.4.2.9	Vestuario mujeres .....	239
3.2.4.2.10	Wc's .....	241
3.2.4.2.11	Despacho 2 .....	243
3.2.4.2.12	Despacho 3 .....	245
3.2.4.2.13	Despacho 4 .....	247
3.2.4.2.14	Despacho 5 .....	249
3.2.4.2.15	Despacho 6 .....	251
3.2.4.2.16	Despacho 7 .....	253

3.2.4.2.17 Distribuidor .....	255
3.2.4.2.18 Office P1.....	257
3.2.4.2.19 Oficinas .....	259
3.2.4.2.20 Sala de juntas .....	261
3.2.4.2.21 Sala de formación .....	263
3.2.4.2.22 Servicio.....	265
3.2.4.2.23 Servidor .....	266
3.2.4.2.24 Vestidor .....	268
4. PLANOS .....	271
ÍNDICE PLANOS.....	272
4.1 Situación.....	273
4.2 Emplazamiento.....	274
4.3 Electricidad Oficina PB .....	275
4.4 Electricidad Oficina P1 .....	276
4.5 Planta Nave Maquinaria .....	277
4.6 Planta Nave Electricidad .....	278
4.7 Planta Nave Contra Incendio y Anti robo.....	279
4.8 Esquema Unifilar CGBT1 .....	280
4.9 Esquema Unifilar CGBT2 1/3 .....	281
4.10 Esquema Unifilar CGBT2 2/3 .....	282
4.11 Esquema Unifilar CGBT2 3/3 .....	283
4.12 Esquema Unifilar SC1/SC2/SC3/SC4 .....	284
4.12 Esquema Unifilar SC1/SC2/SC3/SC4 .....	285
4.12 Esquema Unifilar SC1/SC2/SC3/SC4 .....	286
4.13 Esquema Unifilar SC5/SC6/SC7/SC8 .....	287
4.14 Esquema Unifilar SC9/SC10 .....	288
4.15 Esquema Unifilar SC11/SC12/SC13/SC14 .....	289
4.16 Esquema Unifilar SC15/SC16/SC17/SC18 .....	290
4.17 Esquema Unifilar SC19/SC20/SC21/SC22 .....	291
4.18 Esquema Unifilar SC23 1/4.....	292
4.19 Esquema Unifilar SC23 2/4.....	293
4.20 Esquema Unifilar SC23 3/4.....	294
4.21 Esquema Unifilar SC23 4/4.....	295
4.22 Esquema Unifilar SC24/SC25 .....	296
4.23 Detalle Exterior C.T .....	297
4.24 Detalle Interior C.T .....	298

4.25 Esquema Unifilar A.T .....	299
4.26 Esquema Puesta a Tierra del C.T.....	300
4.27 Esquema Batería de Condensadores .....	301
4.28 Esquema Puesta a Tierra de la Nave.....	302
4.29 Cuadro relación Maquinaria .....	303
5. PLIEGO DE CONDICIONES .....	304
ÍNDICE PLIEGO CONDICIONES .....	305
5.1 Disposiciones Generales.....	309
5.1.1 Naturalezay objeto del Pliego de Condiciones.....	309
5.1.2 Documentación del contrato de Obra .....	309
5.2 Condiciones Facultativas.....	309
5.2.1 Tecnico Director de Obra .....	309
5.2.2 Constructor o Instalador .....	310
5.2.3 Verificación de los Documentos del Proyecto .....	311
5.2.4 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo .....	311
5.2.5 Presencia del Constructor o Instalador en la obra .....	311
5.2.6 Trabajos no estipulados expresamente.....	311
5.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los Documentos del Proyecto .....	312
5.2.8 Reclamaciones contra las ordenes de la Direccion Facultativa .....	312
5.2.9 Faltas de personal .....	313
5.2.10 Caminos y accesos.....	313
5.2.11 Replanteo.....	313
5.2.12 Comienzo de la obra. Ritmode ejecución en los trabajos .....	313
5.2.13 Orden de los trabajos .....	314
5.2.14 Facilidades para otro contratista .....	314
5.2.15 Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor .....	314
5.2.16 Prórroga por causas de fuerza mayor .....	314
5.2.17 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra .....	314
5.2.18 Condiciones Generales de la ejecución de los trabajos .....	315
5.2.19 Obras ocultas .....	315
5.2.20 Trabajos defectuosos .....	315
5.2.21 Vicios ocultos .....	315
5.2.22 Procedencia de los materiales y aparatos .....	316
5.2.23 Materiales no utilizables .....	316
5.2.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos .....	316
5.2.25 Limpieza de las obras .....	316

5.2.26 Documentación final de la obra .....	317
5.2.27 Plazo de Garantía.....	317
5.2.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente .....	317
5.2.29 De la recepción definitiva.....	317
5.2.30 Prórroga del plazo de garantía .....	318
5.2.31 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida .....	318
5.3 Condiciones Económicas.....	318
5.3.1 Composición de los receptores unitarios .....	318
5.3.2 Precio de contrata. Importe de contrata .....	319
5.3.3 Precios contradictorios .....	319
5.3.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas .....	320
5.3.5 De la revisión de los precios contratados.....	320
5.3.6 Acopio de materiales .....	320
5.3.7 Responsabilidad del Constructor o Instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores .....	320
5.3.8 Relaciones Valoradas y Certificadas .....	321
5.3.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas .....	322
5.3.10 Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada .....	322
5.3.11 Pagos .....	322
5.3.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de la obra .....	323
5.3.13 Demora de los pagos .....	323
5.3.14 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios .....	323
5.3.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables .....	323
5.3.16 Seguro de las obras.....	324
5.3.17 Conservación de la obra .....	324
5.3.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario .....	325
5.4 Condiciones Técnicas de la instalación eléctrica en baja tensión .....	325
5.4.1 Condiciones Generales .....	325
5.4.2 Canalizaciones eléctricas .....	326
5.4.2.1 Conductores aislados bajo tubosprotectores .....	326
5.4.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre pared .....	331
5.4.2.3 Conductores aislados enterrados.....	332
5.4.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.....	332
5.4.2.5 Conductores aislados en el interior de la construcción.....	332
5.4.2.6 Conductores aislados bajo canales protectoras. ....	333

5.4.2.7 Conductores aislados bajo molduras .....	334
5.4.2.8 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas .....	335
5.4.2.9 Normas de instalaciones en presencia de otras canalizaciones no eléctricas .....	335
5.4.2.10 La accesibilidad de las instalaciones .....	336
5.4.3 Conductores.....	336
5.4.3.1 Materiales .....	336
5.4.3.2 Dimensionado.....	337
5.4.3.3 Identificación de las instalaciones .....	338
5.4.3.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dielectrica.....	338
5.4.4 Cajas de empalmes .....	338
5.4.5 Mecanismos y tomas de corriente.....	339
5.4.6 Aparato de mando y protección .....	340
5.4.6.1 Cajas eléctricas .....	340
5.4.6.2 Interruptores automáticos .....	341
5.4.6.3 Guardamotores .....	342
5.4.6.4 Fusibles.....	342
5.4.6.5 Interruptores diferenciales .....	342
5.4.6.6 Seccionadores .....	344
5.4.6.7 Embarrados.....	344
5.4.6.8 Prensaestopas y etiquetas.....	344
5.4.7 Receptores de Alumbrado .....	345
5.4.8 Receptores a Motor.....	346
5.4.9 Puesta a Tierra .....	349
5.4.9.1 Uniones a Tierra .....	349
5.4.10 Inspecciones y pruebas en fábrica.....	351
5.4.11 Control.....	352
5.4.13 Limpieza.....	353
5.4.14 Mantenimiento.....	353
5.4.15 Criterios de medición .....	353
5.5 Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados .....	354
5.5.1 Obra Civil.....	354
5.5.1.1 Emplazamiento .....	354
5.5.1.2 Excavación .....	355
5.5.1.3 Acondicionamiento.....	355
5.5.1.4 Edificio Prefabricado de hormigón .....	355

5.5.1.5 Evacuación y extinción del aceite aislante .....	356
5.5.1.6 Ventilación .....	357
5.5.2 Instalación eléctrica .....	357
5.5.2.1 Aparamentre A.T .....	357
5.5.2.2 Transformadores .....	359
5.5.2.4 Acometidas subterranas .....	360
5.5.2.5 Alumbrado .....	360
5.5.2.6 Puesta a Tierra .....	361
5.5.3 Normas de ejecución de las instalaciones .....	361
5.5.4 Pruebas reglamentarias .....	362
5.5.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	362
5.5.5.1 Prevenciones Generales .....	362
5.5.5.2 Puesta en servicio .....	363
5.5.5.3 Separación de servicio .....	364
5.5.5.4 Mantenimiento .....	364
5.5.6 Certificados y Documentación .....	364
5.5.7 Libro de ordenes .....	365
5.5.8 Recepción de la obra .....	365
6. MEDICIONES .....	366
ÍNDICE MEDICIONES .....	367
6.1 Capítulo C01 Instalación de Alta Tensión .....	368
6.2 Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión .....	371
6.2.1 Canalizaciones y conductores .....	371
6.2.2 Cuadros y maquinaria .....	375
6.2.3 Luminarias .....	382
6.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios. ....	383
6.4 Capítulo C03 Energía Solar. ....	385
6.5 Capítulo C04 Varios .....	386
7. PRESUPUESTO .....	387
ÍNDICE PRESUPUESTO .....	388
7.1. PRECIOS .....	389
7.1.1 Capítulo C02 Instalación de Alta Tensión .....	389
7.1.2 Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión .....	391
7.1.2.1 Canalizaciones y conductores .....	391
7.1.2.2 Cuadros y maquinaria .....	396
7.1.2.3 Luminarias .....	402

7.1.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios. ....	403
7.1.4 Capítulo C03 Energía Solar. ....	405
7.1.5 Capítulo C04 Varios. ....	406
7.2.PRESUPUESTO .....	407
7.2.1 Capítulo C02 Instalación de Alta Tensión .....	407
7.2.2 Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión.....	410
7.2.2.1 Canalizaciones y conductores .....	410
7.2.2.2 Cuadros y maquinaria.....	414
7.2.2.3 Luminarias.....	420
7.2.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios. ....	421
7.2.4 Capítulo C04 Energía Solar. ....	423
7.2.5 Capítulo C05 Varios. ....	424
7.3 RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	425
8. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA.....	426
8.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	429
8.1.1 Introducción .....	429
8.1.2 Derechos y Obligaciones .....	429
8.1.2.1 Derecho a la protección frente a los Riesgos laborales .....	429
8.1.2.2 Principios de la Acción Preventiva .....	429
8.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS. ....	430
8.1.2.4 Equipos de trabajo y medios de protección.....	431
8.1.2.5 Información, consulta y participación de los trabajadores .....	431
8.1.2.6 Formación de los trabajadores .....	432
8.1.2.7 Medidas de Emergencia.....	432
8.1.2.8 Riesgo grave e inminente.....	432
8.1.2.9 Vigilancia de la Salud.....	432
8.1.2.10 Documentación.....	432
8.1.2.11 Coordinación de actividades empresariales .....	433
8.1.2.12 Protección de los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos ..	433
8.1.2.13 Protección de la Maternidad. ....	433
8.1.2.14 Protección de los menores. ....	433
8.1.2.15 Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.....	433
8.1.2.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos. ....	434
8.1.3. Servicios de Prevención.....	434
8.1.3.1 Protección y Prevención de Riesgos Profesionales .....	434

8.1.3.2 Servicios de Prevención.....	435
8.1.4 Consulta y participacion de los trabajadores.....	435
8.1.4.1 Consulta de los trabajadores .....	435
8.1.4.2 Derechos de participación y representación.....	435
8.1.4.3 Delegados de Prevención.....	435
8.2 Disposiciones minimas en materia de señalizacion de Seguridad y Salud en el trabajo .....	436
8.2.1 Introduccion .....	436
8.2.2 Obligacion general del empresario .....	436
8.3 Disposiciones minimas de seguridad y salud en los puestos de trabajo .....	437
8.3.1. Introducción .....	437
8.3.2 Obligacion general del empresario .....	438
8.3.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo. ....	438
8.3.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo moviles. ..	439
8.3.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevacion de cargas.....	440
8.3.2.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general .....	440
8.3.2.5 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta.....	442
8.4 Disposiciones minimas de seguridad y salud en las obras de construccion .....	443
8.4.1 Introduccion .....	443
8.4.2 Estudio Basico de Seguridad y Salud .....	444
8.4.2.1 Riesgos mas frecuentes en las obras de construccion .....	444
8.4.2.2 Medidas preventivas de carácter general .....	445
8.4.2.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.....	447
8.4.2.4 Medidas especificas para trabajos en la proximidad de instalaciones electricas de alta tension .....	453
8.4.3 Disposiciones especificas de seguridad y salud durante la ejecucion de las obras .....	456
8.5 Disposiciones minimas de seguridad y salud relativas a la utilizacion por los trabajadores de equipos de proteccion individual.....	457
8.5.1 Introduccion .....	457
8.5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO .....	457
8.5.2.1 Protectores de la cabeza.....	457
8.5.2.2 Protectores de manos y brazos.....	457
8.5.2.3 Protectores de pies y piernas.....	458
8.5.2.4 Protectores del cuerpo .....	458
8.5.2.5 Equipos adicionales de proteccion para trabajos en la proximidad de instalaciones electricas de alta tension.....	458



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **2. MEMORIA**

La propiedad:

HIERROS PREFORMADOS, S.A

Autor:

David Gómez Ruiz

## 2.0 HOJA DE IDENTIFICACIÓN

Proyecto de: INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO.

El emplazamiento geográfico de este proyecto está ubicado en Tarragona en el polígono Riu Clar, entre la calle del Cobre y del Carbón.

TITULAR del proyecto:

Reus 10 de Junio del 2012

Fdo.: D. Xavier Tapiador Fortuny

HIERROS PREFORMADOS, S.A  
Xavier Tapiador Fortuny.

NIF 39999999-X

Paseo Mata nº 112, Bajos, Reus

Tarragona.

Telf. 977398765

AUTOR del proyecto:

David Gómez Ruiz

Reus 10 de Junio de 2012

Ingeniero Técnico Eléctrico

Fdo.: D. David Gómez Ruiz

Número de colegiado: 1234

DNI 39922725-S

AV/ Païssos Catalans 77 esc A 3º 1ª, Reus

Tarragona

Telf. 619342829

**ÍNDICE MEMORIA**

2. MEMORIA .....	15
2.0 Hoja de Identificación .....	16
2.1 OBJETIVO.....	21
2.2 ALCANCE.....	21
2.3 ANTECEDENTES.....	21
2.4 NORMAS Y REFERENCIAS .....	22
2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas. ....	22
2.4.2 Bibliografía y documentación.....	23
2.4.3 Programas de cálculo.....	23
2.4.4 Plan de gestión de la calidad aplicada durante la redacción del proyecto. ....	23
2.4.5 Otras referencias.....	23
2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	23
2.6 REQUISITOS DE DISEÑO.....	24
2.6.1 Emplazamiento de la actividad. ....	24
2.6.2 Descripción de la edificación.....	24
2.6.3 Clasificación de la instalación eléctrica. ....	25
2.6.4 Descripción de la actividad.....	26
2.6.4.1 Proceso Industrial. ....	26
2.6.4.2 Relación de maquinaria. ....	27
2.6.4.3 Clasificación de la actividad.....	28
2.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES.....	28
2.7.1 Descripción de la Instalación en Baja Tensión. ....	28
2.7.2 Previsión de Potencia y Suministro. ....	28
2.7.3 Tipo de transformador .....	29
2.7.4 Características generales del centro de transformación.....	30
2.7.5 Sistemas de alumbrado. ....	30
2.7.5.1 Sistemas de Iluminación. ....	31
2.7.5.2 Métodos de alumbrado .....	32
2.7.5.3 Tipos de Lámparas .....	33
2.7.5.4 Condiciones generales de la instalación.....	33
2.7.5.5 Condiciones mínimas de iluminación en los espacios interiores.....	33
2.7.5.6 Descripción Alumbrado de Emergencia de Evacuación y de seguridad .....	35
2.7.6 Línea General de Alimentación .....	36
2.7.7 Medida de la energía eléctrica .....	36
2.7.8 Derivación Individual .....	36

2.7.9 Cables .....	37
2.7.10 Mecanismo y cajas .....	37
2.7.11 Canalizaciones .....	37
2.7.12 Protección contra Sobreintensidades .....	40
2.7.13 Protección contra los Contactos Indirectos .....	40
2.7.14 Instalación en locales que contienen duchas .....	41
2.7.14.1 Clasificación de los volúmenes.....	41
2.7.15 Interruptores automáticos .....	42
2.7.16 Interruptor diferencial.....	44
2.7.17 Red de Tierras .....	44
2.7.18 Instalación de Aire Comprimido.....	45
2.7.19 Compensación de Energía Reactiva.....	46
2.7.19.1 Naturaleza de la energía reactiva .....	46
2.7.19.2 Ventajas de la Compensación .....	46
2.7.19.3. Formas de compensación de energía reactiva .....	47
2.7.19.3.1 Compensación Global.....	47
2.7.19.3.2 Compensación Parcial .....	47
2.7.19.3.3 Compensación Individual .....	48
2.7.19.3.4 Compensación Mixta .....	48
2.7.19.3.5 Tipos de compensación de energía reactiva .....	48
2.7.19.3.6 Compensación Fija .....	48
2.7.19.3.7 Compensación Automática .....	48
2.7.19.3.8 Compensación escogida.....	49
2.7.20 Ventilación .....	49
2.7.21 Climatización .....	50
2.7.22 Instalación Protección Contra Incendios.....	50
2.7.22.1 Sistemas de protección contra incendios.....	51
2.7.22.2 Sistemas de alumbrado de emergencia. ....	52
2.7.22.3 Señalización.....	53
2.8 RESULTADOS FINALES.....	53
2.8.1 Instalación de alumbrado.....	53
2.8.2 Descripción de la instalación del Centro de Transformación.....	54
2.8.2.1 Características Generales del C.T .....	54
2.8.2.2 Programa de Necesidades y Potencia Instalada. ....	54
2.8.2.3 Obra civil.....	55
2.8.2.3.1 Local.....	55

2.8.2.3.2 Edificio del Centro de Transformación .....	55
2.8.2.3.3 Cimentación.....	55
2.8.2.3.4 Solera, pavimento y cerramientos exteriores. ....	56
2.8.2.3.5 Cubierta .....	56
2.8.2.3.6 Varios .....	56
2.8.2.4 Instalación eléctrica .....	57
2.8.2.4.1 Características de la red de alimentación .....	57
2.8.2.4.2 Características de la aparamenta de Media Tensión.....	57
2.8.2.4.3 Características de la aparamenta de Baja Tensión .....	59
2.8.2.4.4 Medida de la Energía Eléctrica. ....	59
2.8.2.4.5 Puesta a Tierra del Centro de Transformación. ....	59
2.8.2.4.6 Instalaciones Secundarias .....	60
2.8.2.4.6.1 Alumbrado.....	60
2.8.2.4.6.2 Protección Contra Incendios .....	60
2.8.2.4.6.3 Ventilación .....	60
2.8.2.4.6.4 Medidas de Seguridad.....	61
2.8.3 Descripción de la instalación de BajaTensión .....	62
2.8.3.1 Cuadros de mando y protección.....	63
2.8.3.2 Conductores y canalizaciones .....	64
2.8.3.3 Criterios de diseño .....	64
2.8.3.3.1 Esquema de distribución.....	64
2.8.3.3.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.....	65
2.8.3.3.3 Trazado de las líneas.....	65
2.8.3.3.4 Reparto de cargas.....	65
2.8.3.3.5 Selectividad .....	65
2.8.4 Descripción de los cuadros eléctricos .....	66
2.8.4.1Cuadro de Distribución.....	66
2.8.4.2 Distribución de cuadros y subcuadros. ....	66
2.8.4.3 Receptores .....	68
2.8.4.3.1 Receptores de Alumbrado.....	68
2.8.4.3.2 Receptores motores.....	68
2.8.4.3.3 Receptores Fuerza.....	69
2.8.5 Red de Tierras de la nave .....	69
2.8.5.1 Tomas de Tierra.....	69
2.8.5.2 Conductor de Tierra.....	70
2.8.5.3 Puente de Prueba .....	70

2.8.5.4 Conductor de Protección.....	70
2.8.5.5 Solución adoptada .....	70
2.8.6 Compensación de Reactiva.....	70
2.8.8.1 Características del equipo .....	72
2.8.7 Instalación solar térmica para ACS.....	73
2.8.6.1 Agua Caliente Sanitaria. ....	73
2.8.6.2 Normas básicas para la Instalación .....	76
2.8.6.3 Cálculo del diámetro del circuito solar. ....	77
2.8.8 Instalación de Protección Contra Incendios.....	78
2.8.7.1 Medidas Contra Incendios .....	78
2.8.7.1.1 Caracterización de los establecimientos industriales con relación a la seguridad contra incendios.....	78
2.8.7.1.1.1 Caracterización del establecimiento industrial por su configuración .....	78
2.8.7.1.1.2 Caracterización del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco	78
2.8.7.1.2 Caracterización de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco.....	80
2.8.7.1.2.1 Sectorización de los establecimientos industriales .....	80
2.8.7.1.2.2 Materiales .....	81
2.8.7.1.2.3 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos de sustento.....	81
2.8.7.1.2.4 Resistencia al fuego de los elementos constructivos .....	82
2.8.7.1.2.5 Evacuación de los establecimientos industriales.....	82
2.8.7.1.2.6 Instalaciones técnicas de servicio de los establecimientos industriales .....	86
2.8.7.1.3 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los .....	86
2.8.9 Planificación.....	88
2.8.10 Orden de prioridad entre los Documentos Básicos .....	90

## 2.1 OBJETIVO

El objetivo del presente proyecto es el diseño y cálculo de los elementos que componen la instalación eléctrica, y captación solar para agua caliente sanitaria, así como su configuración, de acuerdo con las necesidades de la nave, las normas, reglamentación y disposiciones oficiales y particulares establecidas por la compañía suministradora, para su posterior aprobación por la consejería de Industria y Energía de Cataluña y así poder obtener el suministro de energía eléctrica.

## 2.2 ALCANCE

El ámbito de aplicación del proyecto se encuentra en la totalidad de la instalación eléctrica de la nave industrial, sistema de aire comprimido, sistema contra incendio y en la captación solar e instalación del agua caliente sanitaria. Teniendo siempre en cuenta las normas vigentes de aplicación en beneficio siempre de las personas que trabajan en estas instalaciones, durante los trabajos de instalación y su posterior normal funcionamiento.

Esto implica el diseño de:

- Cálculo y diseño del C.T.
- Cálculo y diseño del alumbrado interior.
- Cálculo y diseño del alumbrado exterior.
- Cálculo y diseño del alumbrado de emergencia.
- Cálculo de las secciones de los conductores.
- Cálculo de protecciones.
- Cálculo de puesta a tierra
- Cuadros de distribución.
- Cálculo sistema solar térmico para ACS.
- Compensación energía reactiva.
- Sistema de protección contra incendios.

Queda así definido el alcance y ámbito de aplicación del proyecto. De igual modo queda excluida la red de alimentación al centro de transformación.

La propiedad nos facilitará las características constructivas de la nave, también la actividad que se desempeñará en ella y la maquinaria que albergará.

## 2.3 ANTECEDENTES

La empresa HIERROS PREFORMADOS, S.A , a la cual, de ahora en adelante la denominaremos, “La Propiedad”. Tiene el objetivo de ampliar sus instalaciones, dejando de lado la actual y construyendo una nueva, más grande y moderna para poder llevar a cabo su actividad dedicada a la elaboración de armaduras pasivas de acero para el hormigón estructural.

La construcción de esta nueva nave tendrá lugar en los terrenos adquiridos por la propiedad en el polígono industrial Riu Clar en Tarragona. La situación de ésta concretamente se encuentra entre la C/ del Coure y C/ del Carbó.

La situación de la nave en este polígono es clave, ya que está situado entre la AP-7, la A-7 y la N-240. Tiene rápida vía de acceso desde a la AP-7, teniendo un peaje justo al lado de una de la entradas al polígono. A apenas 3min del emplazamiento de la empresa.

Estar situados en este polígono también nos asegura el suministro eléctrico para satisfacer las necesidades de una actividad industrial.

Teniendo en cuenta que la mayoría de equipos a instalar incorporan bobinas con su respectivo consumo de reactiva, es necesario energética y económicamente hacer un estudio de mejora del factor de potencia.

## **2.4 NORMAS Y REFERENCIAS**

### **2.4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas.**

- R.D nº 8442/2002, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- R.D nº 3275/01982 de 12 de noviembre sobre de Condiciones Técnicas y Garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de transformación, así como las Órdenes d 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.
- Normas particulares y normalización de la empresa suministradora de energía eléctrica.
- Normas tecnológicas de la edificación, instalaciones IEB: Baja Tensión; IEI: Alumbrado interior; IEP: Puestas a tierra.
- R.D nº 486/ 1997, de 14 de abril Anexo IV: Reglamentación de alumbrado en los lugares de trabajo.
- R.D nº 1955/ 2000 de 1 de diciembre, por la que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Decreto 363/ 2004, de 24 de Agosto por el cual se regula el procedimiento administrativo para la aplicación del reglamento electrotécnico de baja tensión.
- R.D nº 2267/ 2004 de 3 de diciembre de 2004, sobre la seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D nº 1942/01993, reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D nº 3147 2006, de 17 de marzo, por el cual se aprueba Código Técnico de la Edificación, CTE . BOE nº 74, de 28 de marzo.
- R.D nº 1027/ 2007, 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Ley 31/ 1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 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.
- R.D. 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.

#### **2.4.2 Bibliografía y documentación.**

- REBT 2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. CEYSA Editorial Técnica.
- Cálculo de Instalaciones y Sistema Eléctricos. Tomo I y II. Serie TECNICA, Diego Carmona Fernández.

Páginas web visitadas:

- [www.voltimum.es](http://www.voltimum.es)
- [www.tuveras.com](http://www.tuveras.com)
- [www.ormazabal.com](http://www.ormazabal.com)
- [www.circuitor.com](http://www.circuitor.com)
- [www.endesa.es](http://www.endesa.es)
- [www.philips.com](http://www.philips.com)
- [www.dialux.com](http://www.dialux.com)
- [www.schneiderelectric.es](http://www.schneiderelectric.es)

#### **2.4.3 Programas de cálculo.**

- Dialux, cálculos lumínicos interiores.
- Calculux, cálculos lumínicos exteriores.
- Dmlect CIEBT, CT, para cálculos eléctricos.
- SISvar, calculo compensación energía reactiva.
- WiCa, cálculo instalación solar térmica.
- Mediciones y Presupuesto, base de datos ITEC.

#### **2.4.4 Plan de gestión de la calidad aplicada durante la redacción del proyecto.**

Para garantizar la correcta redacción del proyecto se ha seguido la norma UNE 157001, sobre los criterios generales de elaboración de proyectos. También se ha tenido en cuenta los programas de cálculo. Son de una fuente fiable y están totalmente en vigor y optimizados, los cálculos son de lo más exacto.

#### **2.4.5 Otras referencias.**

No es de aplicación en este proyecto.

### **2.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS**

No es de aplicación en este proyecto. No contiene ninguna abreviatura o definición que pueda dar lugar a confusiones o equivocaciones a la hora de interpretarlo.

## 2.6 REQUISITOS DE DISEÑO

### 2.6.1 Emplazamiento de la actividad.

Como ya se ha comentado con anterioridad y también si puede comprobar en los planos de situación y emplazamiento. La nave se situará en los terrenos que la propiedad tiene en el Polígono Riu Clar en Tarragona.

### 2.6.2 Descripción de la edificación.

El edificio donde se implanta la actividad es una nave industrial de una única planta, de forma rectangular, de 10 m. de altura, con diversas puertas de acceso desde el exterior, que dan dentro de la parcela de la misma propiedad. Se instalarán 4 puentes grúa que van de extremo a extremo de la nave en toda su anchura. Tiene un edificio anexo al frontal de la nave visto desde la calle del Carbó. Este espacio consta de dos alturas, y comunicado interiormente por una escalera y un ascensor. Dispone de ventanas directas al exterior.

La superficie destinada a la actividad quedará distribuida del siguiente modo:

<b>RELACIÓN DE SUPERFÍCIES</b>	
<i>Nave General</i>	
Taller	7.573,00 m <sup>2</sup>
Oficinas taller	26,74 m <sup>2</sup>
<b>Total Nave general</b>	<b>7.599,74 m<sup>2</sup></b>
<i>Planta baja Oficinas</i>	
Acceso y recepción	53,94 m <sup>2</sup>
Sala visitas	11,85 m <sup>2</sup>
Despacho 1	18,37 m <sup>2</sup>
Oficinas	145,68 m <sup>2</sup>
Lavabo	9,96 m <sup>2</sup>
Paso	31,42 m <sup>2</sup>
Comedor	92,38 m <sup>2</sup>
Limpieza	4,01 m <sup>2</sup>
Vestuario hombres	57,93 m <sup>2</sup>
Vestuario mujeres	33,57 m <sup>2</sup>
Mecanica	27,94 m <sup>2</sup>
<b>Total P.B. Oficinas</b>	<b>487,05 m<sup>2</sup></b>
<i>Planta primera Oficinas</i>	
Distribuidor i paso	53,95 m <sup>2</sup>
Vestidor	10,85 m <sup>2</sup>
Despacho 2	30,48 m <sup>2</sup>
Despacho 3	23,26 m <sup>2</sup>
Despacho 4	23,43 m <sup>2</sup>
Despacho 5	25,47 m <sup>2</sup>
Oficinas	107,81 m <sup>2</sup>

Lavabo	10,49	m <sup>2</sup>
Despacho 6	15,95	m <sup>2</sup>
Despacho 7	16,21	m <sup>2</sup>
Despacho 8	32,17	m <sup>2</sup>
Despacho 9	28,42	m <sup>2</sup>
Sala visitas	16,03	m <sup>2</sup>
Office	29,20	m <sup>2</sup>
Servidor	9,60	m <sup>2</sup>
Archivo general	40,55	m <sup>2</sup>
<b>Total P.1 Oficinas</b>	<b>473,87</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUPERFICIE ÚTIL</b>		
	<b>8.560,66</b>	<b>m<sup>2</sup></b>
<b>TOTAL SUPERFICIE CONSTRUIDA</b>		
	<b>8.790,83</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Las distintas alturas en estas superficies serán las siguientes:

- Altura total de la nave: 10m.
- Altura libre de la planta baja de oficinas hasta el faso techo: 3,45m.
- Altura libre de la planta primera de oficinas hasta el falso techo: 3,25m.

### 2.6.3 Clasificación de la instalación eléctrica.

Según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias, la instalación eléctrica del TALLER no se encuentra clasificada según ITC-BT 28 (instalación en locales de pública concurrencia), tampoco se encuentra clasificada según ITC-BT 29 como instalación en Locales con riesgo de incendio o explosión. Así mismo dicha instalación no se ve afectada por la clasificación según la ITC-BT 30 como instalación en locales de características especiales.

Por tanto, el material eléctrico utilizado y su colocación deberán cumplir con todo lo prescrito en la ITC-BT para este tipo de instalaciones sin clasificación especial.

Respecto a las OFICINAS, la instalación eléctrica se puede clasificar como instalación en locales de pública concurrencia, según ITC-BT 28, apartado 1- local de trabajo, concretamente “ *oficinas con presencia de público con una ocupación prevista de más de 50 personas*”, con lo que el material eléctrico y su instalación deberán cumplir con lo exigido en dicha instrucción.

## 2.6.4 Descripción de la actividad.

La actividad llevada a cabo por la empresa estará diferenciada con los siguientes espacios:

*Taller de metalistería.* Este espacio se dedicará a la elaboración de armaduras pasivas de acero para el hormigón estructural, y dispondrá de la maquinaria de trabajo pertinente. Ocupará la superficie mayoritaria de la actividad y estará ubicado en la nave general en la planta baja.

*Administración, Vestuarios, Comedor.* Situados en el edificio anexo a la nave general, en la planta baja y planta primera. Únicamente tendrá acceso el personal de la actividad, desde el exterior y desde el taller.

El acceso al establecimiento se hará desde la fachada principal, desde la calle C/ del Carbó, delante del edificio administrativo. Habrá accesos independientes para los camiones y los viandantes.

Para llevar a cabo la actividad de esta empresa se emplearan 40 trabajadores.

- *Taller:* 30 empleados
- *Oficinas:* 10 empleados

El horario establecido para la actividad será de las 8:00 h de la mañana hasta las 13:00 h, y desde las 15:00 hasta las 19:00, según el horario establecido para este tipo de actividad.

### 2.6.4.1 Proceso Industrial.

#### Materias primeras

- Acero corrugado en barras
- Acero corrugado en bobinas
- Mallas electro soldadas
- Alambre recocido

Estas primeras materias se reciben mediante los transportistas y se almacenan en las zonas para este fin (indicados en el plano de planta). A partir de estas materias y con la maquinaria descrita en posterior apartado, se obtiene el:

#### Producto acabado

Armaduras pasivas de acero para el hormigón estructural elaboradas y montadas listas para ser usadas.

El transporte de material por las diferentes zonas de trabajo en la nave se hace con los puentes grúa.

#### Producción anual estimada

- 10.500 T

*2.6.4.2 Relación de maquinaria.*

La maquinaria que se utilizará para llevar a cabo la actividad de metalistería será:

1. Estibadora MEP	25.000	W
2. Estibadora SCHNELL	12.000	W
3. Carro de corte SCHNELL	32.800	W
4. Fabricación de malla SCHLTER	78.000	W
5. Plegadora de malla HAMBÍ	3.000	W
6. End. Cizalla dobladora SCHNELL	45.000	W
7. Prejaulas SCHNELL	73.000	W
8. Enderezadora MECAFER	27.000	W
9. End. Cizalla dobladora PROGRESS	35.000	W
10. Estibadora PROGRESS	20.000	W
11/12/13/14. Carro de corte SCHNELL	131.800	W
15. Compresores (14+14)	28.000	W
16. Grúas BL 1 (5+5)	44.000	W
17. Grúas BL 2 (5+5)	44.000	W
18. Grúas BL 3 (5+5)	44.000	W
19. Grúas BL 4 (5+5)	44.000	W
20. Grúa patio (5)	9.950	W
21. Soldadores (3 Ud.)	18.000	W
Motores puertas nave	5.880	W
<b>TOTAL MAQUINARIA TALLER</b>	<b>720.43</b>	<b>kW</b>

### 2.6.4.3 Clasificación de la actividad.

Según el Decreto 143/2003, por el que se modifica el Decreto 136/1999, por el que se aprueba el Reglamento general de desarrollo de la Ley 3/1998, de la intervención integral de la administración ambiental, la actividad está clasificada dentro del anexo II.2, Código 3.14 “Fabricación de maquinaria y/o productos metálicos diversos con capacidad superior a 50 t/d.

De acuerdo con el Decreto 97/1995, de 21 de febrero, por el que se aprueba la “Clasificación catalana de actividades económicas de 1993 (CCAIE-93)”, en el Diario Oficial de Cataluña, número 2.034 con fecha 4 de abril de 1995, la actividad solicitada puede estar clasificada, por similitud, con la División 27, Grupo 27.1, Clase 27.10 i Subclase 27.100, “Fabricación de productos básicos de hierro, acero y hierro aleaciones”.

## 2.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En el siguiente capítulo, se analizarán únicamente aquellas posibilidades de diseño de mayor importancia, que afecte directamente a la seguridad de la actividad y de las personas. Las distintas alternativas de diseño están dentro de la normativa, y el factor decisivo entre las distintas posibilidades serán económicas y funcionales.

### 2.7.1 Descripción de la Instalación en Baja Tensión.

La instalación está compuesta por los diferentes elementos que se enumeran a continuación, cuyas características y composición de cuadros se relacionarán en capítulos posteriores:

-Cuadros:      2 *Generales*                    25 *Secundarios*.

-Circuitos:    39 *de Alumbrado*      34 *de Fuerza*                    38 *de Motor*

La tensión de servicio que proporcionará la Empresa Distribuidora en la acometida general de la instalación será de 400V trifásica a 50 Hz.

### 2.7.2 Previsión de Potencia y Suministro.

Según el uso de la instalación, su superficie y la previsión de cargas realizada de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y sobre todo las demandas de la propiedad y la experiencia en otras instalaciones de las mismas características y considerando la potencia instalada tanto en alumbrado, fuerza, y maquinaria. La potencia instalada prevista para toda la instalación es de **924.3 kW**, distribuidos en distintos circuitos y cuadros.

Se considera la instalación de **dos** transformadores de **630 kVA** cada uno. De este modo la potencia total instalada en el Centro de Transformación será de **1260 kVA**. Se precisan 2 trafos para no dejar fuera de servicio la nave en su totalidad, en caso de avería en alguno de los trafos. También para dar una cobertura más desahogada a la instalación sin saturar los trafos, y en caso de posible ampliación de la instalación disponer de potencia sin tener que hacer grandes cambios.

Se descarta la posibilidad de instalar un grupo electrógeno. Ya que para el tipo de actividad que nos ocupa no es necesario. En caso de interrupción del suministro, no se pone en peligro ninguna vida, ni la cadena de producción, al no disponer de hornos de fundición donde un corte en el suministro podrían resultar consecuencias graves.

La energía estará suministrada por la compañía Fecsa- Endesa a la tensión trifásica de 25 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

### 2.7.3 Tipo de transformador

El centro de transformación contendrá dos transformadores ORMAZABAL de 630 kVA cada uno de ellos. Estos transformadores cumplen las siguientes características:

- Transformadores trifásicos, 50 Hz para instalación interior.
- Herméticos de llenado integral.
- Sumergidos en Aceite mineral de acuerdo con la norma UNE 21428.
- Refrigeración ONAN.

Las características eléctricas de los trafos se muestran a continuación:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS			
Potencia (kVA)			630
Nivel de aislamiento(kV)			36
Tensión Primario (kV)			25
Tensión secundario (V) en vacío			420
Grupo de conexión			Dyn11
Pérdidas en vacío (W)			1300
Pérdidas en carga (W)			6500
Impedancia de CC % a 75°			4.5
Nivel de Potencia Acústica LwA (dB)			6.7
c.d.t a plena carga (%)		Cosφ=1	1.13
		Cosφ=0.8	3.50
Rendimiento (%)	Carga 100%	Cosφ 1	98.78
		Cosφ 0.8	98.48
	Carga 75%	Cosφ 1	98.96
		Cosφ 0.8	98.71

#### 2.7.4 Características generales del centro de transformación



El centro de transformación estará ubicado en una caseta independiente dedicada únicamente a esta finalidad.

El centro de Transformación se dimensiona lo suficientemente amplio para poder alojar los transformadores, los equipos de protección y aparellaje.

El edificio esta ensayado para transformadores de hasta 36 kV y 1000kVA. Dispone de puerta frontal individual para cada transformador.

El transformador se encuentra delimitado mediante defensa de seguridad.

Contiene fosos de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanci, diseñados y dimensionados teniendo en cuenta el volumen de dieléctrico líquido que puedan recibir.

Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.

La ventilación, por circulación natural de aire, conseguida mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador. Esta optimiza la vida útil de los mismos.

Para el acceso del peatón, se dispondrán puerta/s frontal/es para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.

Para la entrada y salida de cables de MT y BT se dispone de unos orificios en la base del edificio (frontal/lateral). También dispone de entrada auxiliar de acometida en Baja tensión, situada en la pared frontal del edificio.

La energía será suministrada por la compañía Fecsa-Endesa a la tensión trifásica de 25 kV y frecuencia de 50 Hz, realizándose la acometida por medio de cables subterráneos.

#### 2.7.5 Sistemas de alumbrado.

Este apartado es de aplicación a las instalaciones receptoras de alumbrado. Los receptores para alumbrado son los equipos o dispositivos que utilizan la energía eléctrica para la iluminación, tanto de espacios interiores como exteriores.

Se tendrá en cuenta, y se utilizará siempre que se pueda la luz natural de ventanas y claraboyas. Se hará una introducción a los tipos de luminarias para así poder analizar las distintas posibilidades de iluminación de este espacio. Se tendrá en cuenta a la hora de diseñar la iluminación el tipo de actividad a realizar en ese recinto. La solución final la veremos en apartados posteriores.

Una buena iluminación, cuando se trata de iluminación en un recinto con actividad industrial, conlleva un aumento de productividad y rendimiento en los trabajadores y con ello también la seguridad.

La iluminación interior cumplirá los siguientes requisitos esenciales:

- Las luminarias a instalar se ajustarán en su rendimiento y características adecuadas para obtener un óptimo nivel de iluminación.
- Eliminar todas las causas de deslumbramiento y estar dentro de los valores definidos por el Real Decreto 486/1997.
- Prever luminarias idóneas para cada caso en particular y que aseguren una correcta distribución de los colores.
- Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. (ITC-BT 44 apartado 2.1.)
- Los tubos fluorescentes serán de marca acreditada, cumpliendo las reglamentaciones oficiales vigentes. Color de luz "LUZ DÍA".

A partir de estos requisitos, se puede escoger entre distintos sistemas de iluminación y tipos de lámparas.

#### *2.7.5.1 Sistemas de Iluminación.*

##### *Iluminación directa*

El flujo luminoso se dirige directamente a la superficie a iluminar y una pequeña parte refleja a las paredes y techos del orden del 10% y 40%. A tener en cuenta en este sistema posibilidades de deslumbramientos y sombras.

##### *Iluminación Semi directa*

El flujo luminoso se dirige directamente hasta la superficie a iluminar, siendo ésta pequeña.

##### *Iluminación Mixta*

La mitad del flujo luminoso se dirige hacia abajo y la otra mitad hacia arriba, por lo que su luz se refleja a la superficie a iluminar después de reflejarse varias veces a las paredes y techos. Así de este modo se consigue eliminar sombras.

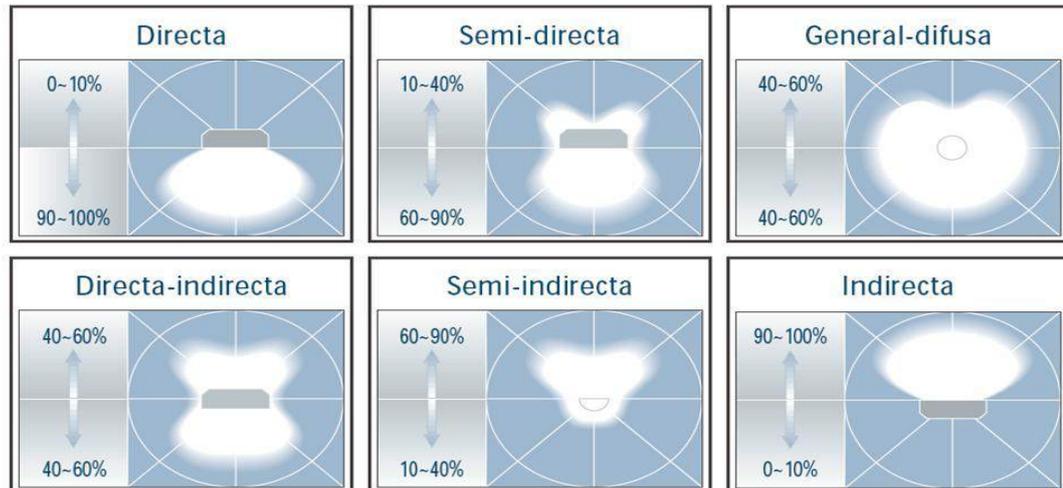
##### *Iluminación Semi indirecta*

Una parte del flujo, del orden 10-40%, se recibe directamente, y el resto de forma indirecta. El rendimiento de esta es bajo, ya que la luz se refleja sucesivamente antes de reflejarse a la superficie a iluminar.

### Iluminación indirecta

La mayor parte del flujo luminoso se dirige hacia arriba, indirectamente a la superficie a iluminar.

Esta opción es la menos económica, pero el efecto luminoso que se consigue es mejor, ya que no da lugar a deslumbramientos ni a sombras laterales. Siendo también la más semejante a la luz natural.



#### 2.7.5.2 Métodos de alumbrado

##### Alumbrado General

Distribución uniforme del nivel de iluminación, se consigue así, un nivel lumínico uniforme por todas las distintas superficies. Es el método más utilizado en aulas, oficinas, etc.

##### Alumbrado General Localizado

Centra los niveles de iluminación dependiendo de las necesidades en una y otras zonas. No es necesario mantener un nivel uniforme de iluminación.

##### Alumbrado Individual

Se utiliza cuando se precisa una alta iluminación en la zona de trabajo individual, dado por la dificultad y precisión del trabajo desempeñado en esa zona.

Como podría ser el caso en el proyecto que nos cierne, en la zona de trabajos a mano en el taller, es un trabajo más preciso el que se realiza y se necesita más flujo luminoso.

##### Alumbrado combinado

Se emplean combinaciones de distintos métodos de alumbrado, obteniendo así mejores resultados. Teniendo en cuenta la relación de luminancia entre zonas de trabajo no puede exceder de diez a 1.

### 2.7.5.3 Tipos de Lámparas

#### Incandescencia

Tipo de lámpara formada por una botella de vidrio, en su interior alberga un filamento metálico, que produce luz por incandescencia al pasar corriente eléctrica. Se encuentran en diferentes potencias, pero tienen un muy bajo rendimiento luminoso y una vida corta. En la gama de halógenos el vidrio se sustituye por un compuesto de cuarzo. Este soporta más el calor, mejorando así el rendimiento y la vida útil.

#### Fluorescencia

Tipo de lámpara formada por un tubo o bulbo de cristal fino revestido interiormente con un recubrimiento que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz visible al recibir radiación ultravioleta. Tienen un alto rendimiento, durabilidad y buena distribución de la luz, precisa elementos auxiliares para su servicio.

#### Descarga de Gases.

Consiste en la descarga eléctrica en un tubo de vapor de sodio, se produce una radiación monocromática característica formada por rayas en el espectro.

La eficacia y la vida de este tipo de lámparas es muy alta. Son adecuadas para instalaciones de alumbrado exterior, si tiempo de arrancado son de 10 min.

### 2.7.5.4 Condiciones generales de la instalación

Todas las luminarias se instalarán con su condensador correspondiente para rectificar su factor de potencia hasta como mínimo 0,9 y no se admitirá compensación del conjunto del grupo de lámparas en una instalación de régimen de carga variable, según la ITC-BT 044 apdo. 3.1.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de clase II o III, tendrán que conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesible aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT 024.

En la instalación de iluminación con luz de descarga realizada en zonas en las cuales funcionen máquinas con movimiento rotativo o alternativo, se tendrá que adoptar las medidas convenientes para evitar los posibles accidentes provocados por el efecto óptico estroboscópico.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista será 1,8 veces la potencia de consumo de la lámpara.

En el caso de distribución monofásica, el conductor neutro tendrá la misma sección que el de fase.

### 2.7.5.5 Condiciones mínimas de iluminación en los espacios interiores

La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir las disposiciones del Anexo IV del Real Decreto 486/1997.

1. La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- a) Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.
- b) Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

2. Siempre que sea posible, los lugares de trabajo tendrán una iluminación natural, que deberá complementarse con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no garantice las condiciones de visibilidad adecuadas. En tales casos se utilizará preferentemente la iluminación artificial general, complementada a su vez con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.

3. Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo serán los establecidos en la siguiente tabla:

ZONA O PARTE DEL LUGAR DE TRABAJO (*)	NIVEL MÍNIMO DE ILUMINACIÓN (Lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1° Bajas exigencias visuales	100
2° Exigencias visuales moderadas	200
3° Exigencias visuales altas	500
4° Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

(\*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se medirá a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
- b) En las zonas donde se efectúen tareas, cuando un error de apreciación visual durante la realización de las mismas pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

No obstante lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no serán aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

4. La iluminación de los lugares de trabajo deberá cumplir, además, en cuanto a su distribución y otras características, las siguientes condiciones:

- a) La distribución de los niveles de iluminación será lo más uniforme posible.
- b) Se procurará mantener unos niveles y contrastes de luminancia adecuados a las exigencias visuales de la tarea, evitando variaciones bruscas de luminancia dentro de la zona de operación y entre ésta y sus alrededores.
- c) Se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia. En ningún caso éstas se colocarán sin protección en el campo visual del trabajador.
- d) Se evitarán, asimismo, los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.
- e) No se utilizarán sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de los contrastes, de la profundidad o de la distancia entre objetos en la zona de trabajo, que produzcan una impresión visual de intermitencia o que puedan dar lugar a efectos estroboscópicos.

5. Los lugares de trabajo, o parte de los mismos, en los que un fallo del alumbrado normal suponga un riesgo para la seguridad de los trabajadores dispondrán de un alumbrado de emergencia de evacuación y de seguridad.

6. Los sistemas de iluminación utilizados no deben originar riesgos eléctricos, de incendio o de explosión, cumpliendo, a tal efecto, lo dispuesto en la normativa específica vigente.

#### *2.7.5.6 Descripción Alumbrado de Emergencia de Evacuación y de seguridad*

El *alumbrado de emergencia* tiene por objeto asegurar, en caso de fallo de la alimentación al alumbrado normal, la iluminación de los locales y accesos hasta las salidas, para una eventual evacuación, o iluminar puntos de conveniente señalización.

Según los diferentes apartados de la ITC-BT 28, ap. 3.3.1, es obligatoria la instalación de “Alumbrado de seguridad” en los recorridos de evacuación, en los aseos generales, en las salidas de emergencia y en las señales de seguridad reglamentarias, en los cuadros de distribución.

Este *alumbrado* llamado *de seguridad* estará previsto para entrar en funcionamiento automáticamente cuando se produce el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70 %. En este tipo de alumbrado tendríamos el de evacuación y el alumbrado ambiente o anti-pánico.

El *alumbrado de evacuación* está previsto para garantizar el reconocimiento y la utilización de los medios o rutas de evacuación. En las mencionadas rutas el alumbrado deberá proporcionar, a nivel del suelo y en el eje de los pasos principales, una iluminancia horizontal mínima de 1 lux. Así mismo, en los puntos de situación de instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y cuadros de distribución el alumbrado deberá proporcionar una iluminancia mínima de 5 lux.

El *alumbrado ambiente o anti-pánico* está previsto para evitar todo riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiente adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación e identificar los obstáculos. Éste deberá proporcionar una iluminación horizontal mínima de 0,5 lux en todo el espacio considerado, desde el suelo hasta una altura de 1 metro.

El cálculo para la instalación de un correcto alumbrado de emergencia lo realizaremos a razón de 5 lúmenes/m<sup>2</sup>, con lo que se cumplirá con los mínimos expuestos en este apartado.

Las luminarias de emergencia autónomas o alimentadas por fuente central, deberán cumplir con la norma UNE-EN 60.598-2-22 y la norma UNE 20.392 para lámparas fluorescentes y la Norma UNE 20 062 si la lámparas son de incandescencia.

Para su instalación se deberá cumplir con lo prescrito en la ITC-BT 28, apartado 3.4.2, con lo cual no se podrán conectar más de 12 luminarias por línea y el Pía de éste no podrá sobrepasar los 10 A. Además, si el número de luminarias a instalar es superior a 1, aunque sea inferior a doce, se repartirán al menos entre dos líneas diferentes.

La nave dispondrá de alumbrado de emergencia, habiéndose instalado las luminarias de emergencia según consta en los planos de planta adjuntos a la presente memoria.

#### **2.7.6 Línea General de Alimentación**

La línea General de alimentación es aquella que enlaza la Caja General de Protección con el cuadro de acometida o centralización de contadores, no existiendo en este caso.

#### **2.7.7 Medida de la energía eléctrica**

La medidate la energía eléctrica se realizara mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad i de tensión de la celda de medida.

Conjunto de medida de energía, que incluye el contador III QUANTUM-STQ (activa – reactiva – máxímetro) programable, activa clase 0,2 4 hilos 27500/V3:110/v3, 2075<sup>a</sup>, con registro y modem y la regleta de comprobación, armario de doble aislamiento y el conductor para los circuitos de intensidad y tensión.

#### **2.7.8 Derivación Individual**

La línea o derivación individual enlazará el contador del abonado con los dispositivos privados de mando y protección. En este caso, se consideran las 2 líneas de salida en Baja Tensión desde la Estación Transformadora, que dan suministro cada una a un cuadro general de distribución. Estas líneas son con cable de cobre bajo tubo con aislamiento de 0,6/1 kV XLPE, de sección cada una 4 x (3x240+120) mm<sup>2</sup>, siendo éste no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida. Discurrirán enterradas desde la salida de la Estación Transformadora por el exterior de la nave hasta llegar a ésta, donde saldrán vistas hasta los respectivos cuadros generales.

Tendrán una longitud cada una de aproximadamente 12 m y la caída de tensión será inferior al 1,5 % máximo permitido según ITC-BT-15, al ser el servicio para un único usuario.

### 2.7.9 Cables

Los conductores y cables serán de cobre y aislados, las intensidades máximas admisibles se regirán en su totalidad según UNE 20.460-5-523 (ITC-BT 19).

En este caso se utilizarán cables de tensión asignada no inferior a 450/750 V y de 0,6/1 kV, aislados bajo tubos protectores, con lo que cumplirán con lo establecido en la ITC-BT 21.

Cumplirán con la UNE 21.123 los de tensión asignada 450/750 kV, y con la UNE 21.1002 los de tensión asignada 0,6/1 kV.

Los cables a utilizar en las oficinas serán no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, según establece el apartado 4.f) de la ITC-BT 28.

Los conductores deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección, mediante los colores que presenten sus aislamientos.

conductor	coloración		
neutro (o previsión de que un conductor de fase pase posteriormente a neutro)	azul 		
protección	verde-amarillo 		
fase	marrón 	negro 	gris 

### 2.7.10 Mecanismo y cajas

Los empalmes siempre se realizarán utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo regletas de conexión, siempre en el interior de cajas de empalme o derivación (ITC-BT 19).

Las bases de toma de corriente serán del tipo indicado en la norma UNE 20315.

### 2.7.11 Canalizaciones

Las canalizaciones que se emplearán en la instalación proyectada serán de 2 tipos, cumpliendo con la ITC-BT 21:

- Tubo aislante rígido, curvable o flexible en montaje empotrado en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos), para la zona de OFICINAS, discurriendo por canal en falso techo, y tendrá las siguientes características mínimas:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera = 320 N
Resistencia al impacto	2	Ligera = 1 J
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60° C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos $D \geq 1$ mm
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendida	0	<i>No declarada</i>

- Tubo aislante rígido según UNE EN 50.086-2 1 en montaje en canalización superficial fija, para el TALLER, discurriendo sobre bandeja Rejiband, y tendrá las siguientes características mínimas:

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte/1250 N
Resistencia al impacto	3	Media/2J
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable

<i>Propiedades eléctricas</i>	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	<i>Contra objetos D&gt;1mm</i>
Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua cayendo verticalmente cuando el sistema de tubos está inclinado 15°
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

-Tubo flexible según UNE EN 50.086-2-4 en montaje en canalización enterrada, para la acometida, y tendrá las siguientes características mínimas:

<b>Característica</b>	<b>Código</b>	<b>Grado</b>
Resistencia a la compresión	NA	250 N/450 N/750 N
Resistencia al impacto	NA	Ligero/Normal/Normal
Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
Resistencia al curvado	1-2 -3-4	Cualquiera de las especificadas
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D>1mm
Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra el agua en forma de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

### 2.7.12 Protección contra Sobreintensidades

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.

El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortocircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

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. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

En el apartado de cálculos adjunto se detallan los cálculos de la intensidad de cortocircuito para cada circuito.

### 2.7.13 Protección contra los Contactos Indirectos

- *Protección contra contactos indirectos.* Esta protección se consigue mediante la protección por corte automático de la alimentación, el cual lo realizará el interruptor diferencial.

El corte automático de la alimentación después de la aparición de un fallo está destinado a impedir que una tensión de contacto de valor suficiente, se mantenga durante un tiempo tal que puede dar como resultado un riesgo.

Debe existir una adecuada coordinación entre el esquema de conexiones a tierra de la instalación utilizado de entre los descritos en la **ITC-BT-08** y las características de los dispositivos de protección.

El corte automático de la alimentación está prescrito cuando puede producirse un efecto peligroso en las personas o animales domésticos en caso de defecto, debido al valor y duración de la tensión de contacto. Se utilizará como referencia lo indicado en la norma UNE 20572 -1.

La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales. En ciertas condiciones pueden especificarse valores menos elevados, como por ejemplo, 24 V para las instalaciones de alumbrado público contempladas en la **ITC-BT-09, apartado 10**.

*-Protección contra contactos directos.* Esta protección consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Salvo indicación contraria, los medios a utilizar vienen expuestos y definidos en la Norma 20460 -4 -41, que son habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

En este caso, se realiza por la protección por aislamiento de las partes activas, además de la protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

- Protección por aislamiento de las partes activas

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

Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no se considera que constituyan un aislamiento suficiente en el marco de la protección contra los contactos directos.

- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual

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

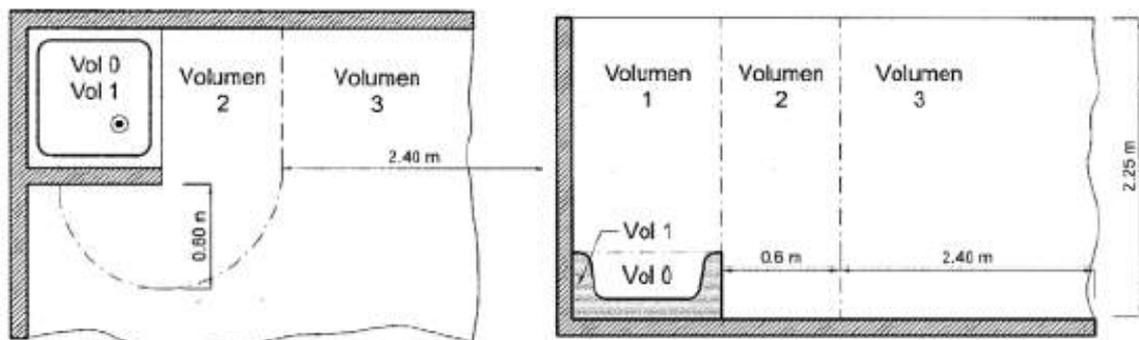
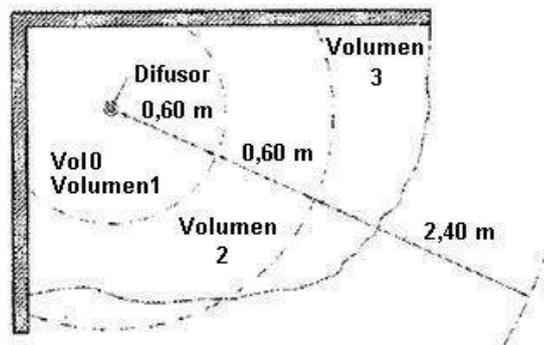
El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia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

La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección completa y requiere el empleo de una de las medidas de protección enunciadas en los apartados 3.1 a 3.4 de la presente instrucción.

## **2.7.14 Instalación en locales que contienen duchas**

### **2.7.14.1 Clasificación de los volúmenes**

Para las instalaciones de estos locales (vestuarios) se tendrán en cuenta los cuatro volúmenes 0, 1, 2 y 3 que define la ITC-BT 27 del Reglamento, según las figuras aclaratorias siguientes:

*Figura 4 – DUCHA CON PARED FIJA**Figura 5 – DUCHA SIN PLATO*

No se ha instalado ningún mecanismo dentro de los volúmenes 1 y 2.

### 2.7.15 Interruptores automáticos

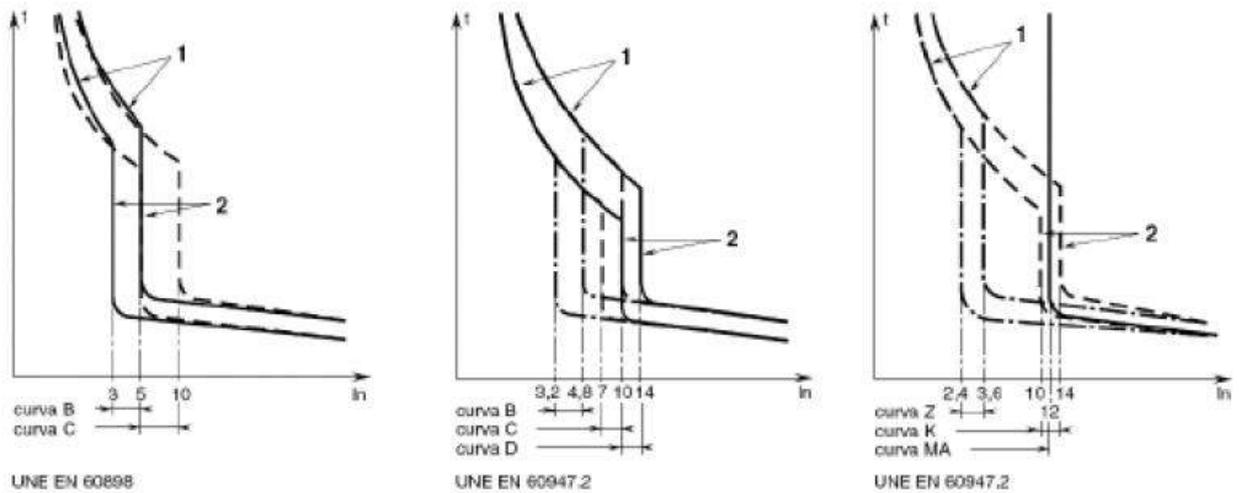
Utilizaremos interruptores automáticos, como medida de protección de todos los circuitos que parten de cuadros generales y subcuadros a todos los consumidores que hay por toda la nave.

Serán bipolares o tetrapolares según la naturaleza del consumidor.

El escalonamiento selectivo de los diferentes niveles de protección contra sobrecargas y circuitos de esta instalación se ha considerado bajo el mismo criterio, provocar el corte del circuito a los elementos más cercanos al defecto.

La curva de disparo de los interruptores será de tipo C, para todos los receptores menos para los motores, donde las curvas de disparo serán del tipo D.

Para un interruptor automático de una intensidad nominal dada ( $I_n$ ), podemos tener las siguientes curvas electromagnéticas asociadas a las corrientes de cortocircuito:



El disparador electromagnético actúa del siguiente modo para las distintas curvas:

Curva	Intensidad	Tiempo de disparo (s)
B	3 In	No Dispara
C	5 In	No Dispara
D y MA	10 In	No Dispara
B	5 In	Dispara t 0,1 s.
C	10 In	Dispara t 0,1 s.
D y MA	20 In	Dispara t 0,1 s.

De aquí se deduce unaimportante cuestión, es el hecho de, dada una línea o conductor con una sección determinada a un calentamiento y a una c.d.t, y dado un interruptor automatico con una In elegida adecuadamente a sobrecargas, esta línea puede quedar perfectamente protegida a c.c si se verifican dos condiciones:

1) La  $I_{pccF}(A)$  al final del conductor ha de ser mayor o igual a la IMAG para alguna de las curvas señaladas, y para un interruptor de intensidad In.

- B  $I_{pccF}(A) \geq 5In$
- C  $I_{pccf}(A) \geq 10In$
- Dy MA  $I_{pccF}(A) \geq 20In$

En este caso, tendremos la seguridad que dicho interruptor (In) abrirá en un tiempo inferior a 0,1 s.

2) De la condición anterior se deduce que, en las circunstancias señaladas, el defecto durará menos de 0,1 s.

Si no se verifica la 2ª condición ( $t_{micc} \geq 0,1s$ ), significa que no podemos asegurr con certeza que el conductor soporte la  $I_{pccF}$ , con lo cual se puede producir un sobre calentamiento en su aislamiento y como consecuencia producirse arcos eléctricos y posibles incendios.

### 2.7.16 Interruptor diferencial

Se emplearan Interruptores diferenciales de la casa HAGER, la sensibilidad de los cuales dependerá de los circuitos de utilización. Pudiendo ser de una sensibilidad de 30 mA o 300mA.

### 2.7.17 Red de Tierras

El sistema de puesta a tierra exige definir y calcular los siguientes apartados:

1. Características del terreno: lo que nos proporcionará, entre otras magnitudes, la resistividad del terreno.
2. Toma de Tierra: que consiste a su vez, en delimitar los electrodos a emplear, las secciones de las líneas de enlace con tierra y el número y ubicación de los puntos de puesta a tierra.
3. Línea principal de tierra.
4. Derivaciones de la línea principal de tierra.
5. Conductores de protección.

El cálculo del sistema de puesta a tierra consiste en determinar cuántas picas, placas y/o metros de conductor desnudo hay que enterrar en el terreno para conseguir una resistencia de difusión a tierra determinada que garantice la seguridad de las personas.

Terreno: del terreno nos interesa conocer la resistividad de este, entre otros datos, como puede ser: la humedad, salinidad, estratificación, etc. Para poder cuantificar la variabilidad que podría sufrir la resistividad del terreno en una época u otra. Puesto que de ella dependerá el número de picas o placas a enterrar y los metros de conductor a emplear para alcanzar la resistencia de puesta a tierra deseada.

En la tabla 3 de la ITC-BT 18 encontramos valores orientativos de la resistividad en función del tipo de terreno.

Toma de Tierra: electrodos. Son los tres elementos que se utilizan para crear el electrodo de puesta a tierra: picas, placas verticales, y conductor desnudo con alguna de las anteriores, o si la resistencia conseguida resulta suficiente, dispuesto directamente enterrado sin ellas.

Las resistencias máximas de partida para la puesta a tierra suelen ser, en función de la existencia o no de pararrayos y del tipo de local, las que figuran a continuación:

**RESISTENCIAS DE PUESTA A TIERRA**

<i>Tipo de local</i>	<i>Resistencia máx. en <math>\Omega</math></i>
Edificio destinado a viviendas	80
Edificio con para rayos	15
Instalaciones de máxima seguridad	2 a 5
Instalaciones de ordenadores	1 a 2

Línea principal de tierra: el conductor de la línea principal de tierra va a agruparse con los de la línea repartidora, y se emplea para poner a tierra todos los elementos del sistema.

Derivaciones de la línea principal de tierra: estas derivaciones van a agruparse con las derivaciones individuales, y se emplean para poner a tierra todos los conductores de protección del interior del edificio, así como las masas de los aparatos y elementos del edificio.

Conductores de protección: serán de sección mínima de 2,5mm. Para su dimensionado se consultará la tabla 2 de la ITC-BT 18

**2.7.18 Instalación de Aire Comprimido**

Para cubrir las necesidades de la instalación de aire comprimido se ha de suministrar un caudal de 7170 l/min. Se hará mediante dos compresores de aire comprimido de 14 kW cada uno. A continuación se muestra las máquinas que precisan de este servicio y los consumos de cada una de ellas.

- 1x Fabricación malla	2000 lit/min
- 2 x End. Cizalla Dobladora	400 lit/min
- 1 x End. Cizalla Dobladora	85lit/min
- 1 x Estibadora Progress	200 lit/min.
- 3 x Estribadora Schnell	15 lit/min.
- 2 x Prejaulas Schnell	360 lit/min.
- 1 x Carro de Corte	80 lit/min.
- 2 x Schnell Robomaster	350 lit/min.
- 2 x Schnell VRP 12/2	370 lit/min.
- 1 x Carro de Corte	300 lit/min.
- 1 x Schnell Megagenios	1500 lit/min.

Las tuberías y demás accesorios producen unas pérdidas de carga que se reducen en una pérdida de presión y caudal, no obstante las pérdidas tanto de las tuberías como de los aparatos auxiliares tan solo se reducen a un margen inferior al 1%, ya que la longitud de las tuberías es corta.

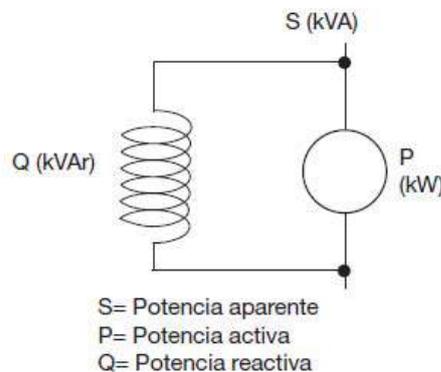
La valvulería instalada, se considera estándar, es decir, en la práctica las instalaciones se reducen a una pérdida de carga con un margen 0.05%. por lo tanto consideramos un sobredimensionado de un 0.5% en las pérdidas de carga.

## 2.7.19 Compensación de Energía Reactiva

### 2.7.19.1 Naturaleza de la energía reactiva

Todas las maquinas eléctricas alimentadas en corriente alterna necesita para su funcionamiento dos tipos de energía:

- *Energía activa:* Es la que transforma íntegramente en trabajo o en calor (pérdidas). Se mide en kWh.
- *Energía Reactiva:* Se pone de manifiesto cuando existe un trasiego de energía activa entre la fuente y la carga. Generalmente está asociada a los campos magnéticos internos de los motores, arrancadores y transformadores. Se mide en kvar·h. Como esta energía provoca sobrecarga en las líneas transformadoras y generadoras, sin producir un trabajo útil, es necesario neutralizarla o compensarla.



Los capacitores generan energía reactiva de sentido inverso a la consumida en la instalación. La aplicación de éstos neutraliza el efecto de las pérdidas por campos magnéticos.

Al instalar condensadores, se reduce el consumo total de energía (activa + reactiva), de lo cual se obtienen varias ventajas.

### 2.7.19.2 Ventajas de la Compensación

*Reducción de los recargos.* Las compañías eléctricas penalizan el consumo de energía reactiva con el objetivo de incentivar su corrección.

*Reducción de las Caídas de Tensión.* La instalación de condensadores permite reducir la energía reactiva transportada disminuyendo las caídas de tensión en la línea.

*Reducción de la sección de los conductores.* Al igual que en el caso anterior, la instalación de condensadores permite reducir la energía reactiva transportada, y en consecuencia es posible, a nivel de proyecto, disminuir la sección de los conductores a instalar.

*Disminución de las Pérdidas.* Permite reducir las pérdidas por efecto Joule que se producen en los conductores y transformadores. Con ello reducimos también los costes en la facturación de la energía consumida, ya que estas pérdidas contabilizan como energía activa consumida.

$$\frac{P_{cu \text{ final}}}{2aP_{cu \text{ inicial}}} = \frac{\cos\phi^2_{\text{inicial}}}{\cos\phi^2_{\text{final}}}$$

*Aumento de la Potencia disponible en la Instalación.* La instalación de condensadores permite aumentar la potencia disponible en una instalación sin necesidad de ampliar los equipos como cables, aparatos y transformadores.

Esto es consecuencia de la reducción de la intensidad de corriente que se produce al mejorar el factor de potencia.

Para corregir este tipo de consumo se instalarán condensadores entre la fuente y los receptores, que reducen la utilización de reactiva de carácter inductivo.

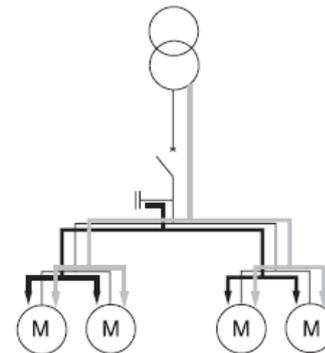
Todas las luminarias de fluorescencia se instalarán con su condensador correspondiente para rectificar su factor de potencia hasta como mínimo 0,9 y no se admitirá compensación del conjunto del grupo de lámparas en una instalación de régimen de carga variable, según la ITC-BT 44 apdo. 3.1.

Por otro lado la compensación del factor de potencia de la maquinaria se estudiará más a fondo en los anexos.

### 2.7.19.3. Formas de compensación de energía reactiva

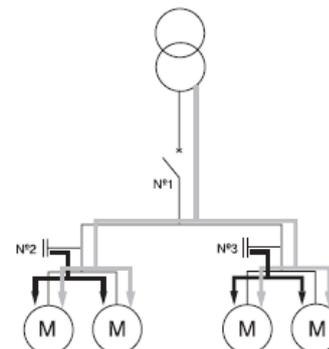
#### 2.7.19.3.1 Compensación Global

Consiste en la instalación de una batería de condensadores en el embarrado general del cuadro eléctrico principal.



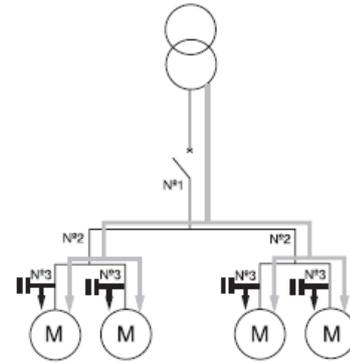
#### 2.7.19.3.2 Compensación Parcial

Consiste en la instalación de un grupo de condensadores en cada sección de la instalación eléctrica en caso de tener una instalación eléctrica derivada en secciones, se compensará cada sección por separado.



### 2.7.19.3.3 *Compensación Individual*

Consiste en la instalación de un condensador en los bornes de cada receptor de carácter inductivo.



### 2.7.19.3.4 *Compensación Mixta*

De acuerdo al tipo de instalación y de receptores, coexisten la compensación individual y la parcial o global.

### 2.7.19.3.5 *Tipos de compensación de energía reactiva*

En función de cuál sea la necesidad de regulación de este tipo de compensación, y la complejidad de las cargas a compensar, es conveniente realizar una elección entre compensación *fija* o *automática*.

### 2.7.19.3.6 *Compensación Fija*

Es aquella en la que suministramos a la instalación, de manera constante, la misma potencia reactiva. Debe utilizarse cuando se necesite compensar una instalación donde la demanda reactiva sea constante. Es recomendable en aquellas instalaciones en las que la potencia reactiva a compensar no supere el 15% de la potencia nominal del transformador ( $S_n$ ).

### 2.7.19.3.7 *Compensación Automática*

Es aquella en la que suministramos la potencia reactiva según las necesidades de la instalación a cada momento. Debe utilizarse cuando nos encontremos ante una instalación donde la demanda de reactiva sea variable a cada momento.

Según ITC-BT 47 aptd. 2.7 se podrá realizar la compensación de la energía reactiva pero en ningún momento la energía absorbida por la red podrá ser capacitiva.

Para compensar la totalidad de una instalación, o partes de la misma que no funcionen simultáneamente, se deberá realizar una compensación automática, de forma que se asegure un factor de potencia compensado con variaciones no superiores al  $\pm 10\%$  del valor medio medido en un tiempo determinado.

### *2.7.19.3.8 Compensación escogida*

Después de exponer las formas y tipos de compensación y teniendo en cuenta el tipo de receptores que irán instalados en la actividad que nos cierne. Se opta por una compensación global con una batería de condensadores automática, puesto que todas las máquinas del taller tienen un factor de potencia de 0,8 aprox

Las cargas inductivas del taller de metalisteria a parte de la iluminación, que son más predecibles, las componen motores asíncronos cuya simultaneidad global es fluctuante entre unos márgenes más o menos conocidos. En definitiva la carga de energía reactiva es variable en el tiempo, por lo que la mejor opción es un sistema automatizado de compensación.

Desde el punto de vista de la forma de compensación, se elige la compensación global puesto que la instalación eléctrica para este tipo de actividad, no centraliza su distribución de energía en un punto, sino que parte de un cuadro general y reparte las cargas en numerosas zonas, controladas cada una de ellas por un subcuadro. Tratar de compensar cada zona implica un desembolso económico importante en número de equipos. Más adelante se detalla este tipo de compensación.

### **2.7.20 Ventilación**

La renovación de aire del establecimiento se conseguirá de manera natural mediante las puertas y ventanas existentes, y realizando también la renovación de aire forzado para oficinas y vestuarios.

#### Producción

La ventilación será natural por las diversas puertas de acceso de camiones a la nave, que permanecerán abiertas durante el ejercicio de la actividad.

#### Oficinas

Se hará una aportación de aire exterior natural y una extracción forzada, estando los motores de extracción en la cubierta, habiendo 1 motor para cada planta. La aportación de aire limpio se hará directamente a los fancoils de aire acondicionado, por el pre-tratamiento del aire, y la extracción de aire viciado se hará desde las rejillas de retorno. El aire irá conducido desde los ventiladores.

#### Servicios

La renovación de aire se hará por depresión, con la conexión de las bocas de extracción instaladas a cada wáter al mismo conducto de la extracción de las oficinas.

### Vestuarios

Se hará una aportación de aire exterior a un ventilador para cada vestuario, situado dentro del falso techo del distribuidor común, que tienen cada uno una batería eléctrica, haciendo una impulsión de aire caliente con la red de conductos, y una extracción forzada con otra red de conductos embocados a un extractor. Los extractores están instalados en el techo de cada vestuario. Al entrada y salida de aire se conducirá hasta la cubierta.

#### **2.7.21 Climatización**

La climatización se hará únicamente para el edificio de oficinas, mediante la instalación de una bomba de calor invertir VRV II con recuperación de calor, de tipo partido, sistema aire/aire, marca DAIKIN modelo REYQ48M8 con una potencia frigorífica de 134kW y calorífica de 150kW.

La unidad condensadora, formada por 3 módulos, se ha instalado en la cubierta, apoyada sobre muelles anti vibratorios. Está conectada con las tuberías frigoríficas mediante un sistema con derivadores y cajas inversoras para la recuperación de calor con las diferentes unidades evaporadoras, siendo estas unidades de conductos instalados en el interior del falso techo.

Desde las unidades de conductos se hacen las impulsiones de aire frío/caliente mediante una red de conductos que discurren por el interior del falso techo hasta llegar a las rejillas o a los diversos difusores que están encastados en el falso techo. El retorno de aire hacia las evaporadoras se hace con una rejilla de retorno de lamas fijas situada en el otro extremo de la sala, que se emboca al conducto hasta la parte posterior de la maquina.

Cada sala dispondrá de un termostato independiente para la regular la temperatura.

#### **2.7.22 Instalación Protección Contra Incendios**

El Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. BOE nº 74, de 28 de marzo, derogando la Norma Básica de la Edificación "NBE-CPI/96: condiciones de Protección Contra Incendios en los Edificios", aprobada por Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, establece las condiciones que deben reunir los edificios, excluidos los de uso industrial, para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos originados por un incendio y para prevenir daños a terceros.

Por ello se ha tenido en cuenta el Real Decreto 2276/2004 de 3 de diciembre, Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, para el cálculo de las instalaciones de protección contra incendios, con el objeto de establecer y definir los requisitos que deben satisfacer y las condiciones que debe cumplir la presente nave, para evitar la aparición de incendio y, caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda provoca a personas o bienes materiales.

Según la normativa se escogerán todos los aparatos, sistemas, equipos y componentes de las instalaciones de protección contra incendios. A continuación se muestran diferentes sistemas y las características en que se han de aplicar.

### 2.7.22.1 *Sistemas de protección contra incendios.*

- **Extintores:** se dotaran de extintores todo edificio, excepto en las viviendas unifamiliares, se dispondrá del número suficiente de extintores para que el recorrido real en cada planta desde cualquier origen de evacuación hasta el extintor no supere los 15m. en grandes recintos en que no hay apartamento o soporte en que se puedan fijar los extintores conforme a la distancia requerida, estos se dispondrán a razón de uno por cada 300m<sup>2</sup> de superficie construida y convenientemente distribuidos. Cada uno de los extintores tendrá una eficacia como mínimo 21A-113B. Los extintores se dispondrán de manera que puedan ser utilizados de manera rápida y fácil. Siempre que sea posible, se situaran en las paramentas de manera que la parte superior del extintor se encuentre a menos de 1,70 m del suelo. Para evitar que el extintor entorpezca la evacuación en las escaleras y los pasillos es recomendable su colocación en ángulos muertos.
  
- **Instalación de columna seca:** estarán dotados con una instalación de columna seca todos los edificios y los establecimientos los cuales su altura de evacuación sea mayor a 24m. No obstante, los municipios podrán sustituir esta exigencia por la de una instalación de bocas de incendio equipadas cuando, para el emplazamiento de un edificio o por el nivel de dotación de los servicios públicos de extinción existentes, no queden garantizada la utilización de la instalación de columna seca.
  
- **Instalación debocas de incendio:** los edificios, los establecimientos y las zonas de los usos que se indican a continuación deberán de estar protegidos por la instalación de bocas de incendio equipadas.
  - Hospitalario, en cualquier caso.
  - Administrativo y docente, la superficie total construida se mayor a 2000m<sup>2</sup>.
  - Residencial la superficie total construida sea mayor a 1000m<sup>2</sup> o que estén previstos para alojar a mas de 50 personas.
  - Garaje o aparcamiento para más de 30 vehículos.
  
- **Instalación y detección de alarma:** esta instalación hace posible la transmisión de una señal (automáticamente mediando detectores o manualmente mediando pulsadores de pánico) desde el lugar en que se produzca el incendio hasta una central vigilada, así como la posterior transmisión de la alarma desde esta central a los ocupantes, se puede activar esta alarma automáticamente y manualmente. Contaran con una instalación de detección de alarma, los edificios, los establecimiento y las zonas destinadas a los siguientes usos:
  - Viviendas, si su altura de evacuación del edificio es >50m.
  - Hospitalario, en cualquier cas
  - Administrativo y comercial, si la superficie total construida es > 2000m<sup>2</sup>
  - Docente, si la superficie total construida es > 5000m<sup>2</sup>
  - Residencial, si la superficie total construida es > 500m<sup>2</sup>.

- Aparcamiento, si dispone de ventilación forzada para la evacuación de humos en caso de incendio y, en cualquier caso, si la superficie total construida es  $> 500\text{m}^2$ .
- Recintos de densidad de ocupación elevada, si la ocupación es  $> 500$  personas.

No hace falta disponer de detectores térmicos cuando hay una instalación de rociadores automáticos de agua.

➤ **Instalación de rociadores automáticos de agua:** estarán dotados de instalación de rociadores automáticos de agua los establecimientos y las zonas destinadas a los siguientes usos:

- Residencial, la altura de evacuación exceda de 28m.
- Comercial en que la superficie total construida sea mayor a  $1500\text{m}^2$ . en que la densidad de carga de fuego ponderada y corregida aportada por los productos comercializados en las áreas públicas de venta sea mayor a  $500\text{ MJ/m}^2$ .
- Uso administrativo, en los edificios y en los establecimientos la superficie construida sea mayor a  $5000\text{m}^2$ , se dispondrá una instalación de rociadores automáticos de agua en los locales siguientes:

Archivos de documentación, banco de datos y almacén de material de oficina en el que se prevea la existencia de un volumen de materia combustibles más grandes de  $100\text{ m}^3$ .

Locales de imprenta o de reprografía, almacenes de mobiliario y talleres de mantenimiento en que se prevea la manipulación de productos combustibles, el volumen sea más grande de  $500\text{m}^3$ .

#### 2.7.22.2 *Sistemas de alumbrado de emergencia.*

Dispondrá de alumbrado de emergencia las vías de evacuación en los sectores de incendio de los edificios industriales cuando:

- Estén situados en planta -1.
- Estén situados en cualquier planta sobre rasante, cuando la ocupación, P, sea igual  $\geq$  a 10 personas y sean de riesgo intrínseco medio o alto.
- En cualquier caso, que la ocupación, P, sea  $\geq$  a 25 personas.

Dispondrán de una instalación de alumbrado de emergencia:

- Los locales o espacios donde hayan instalados cuadros, centros de control o mando de las instalaciones técnicas de servicios o del proceso que se desarrolla en el establecimiento industrial.
- Los locales o espacios donde estén instalados los equipos centrales o los cuadros de control de los sistemas de protección contra incendios.

La instalación de los sistemas de alumbrado de emergencia tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- Tendrá que ser fija, estar provista de fuente propia de energía y entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo del 70% de su tensión nominal de servicio.
  - Tendrá que mantener las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo, desde el momento de la desconexión.
  - Tendrá que proporcionar una iluminancia de 1 lux, como mínimo a nivel del suelo a lo largo de los recorridos de evacuación.
  - La iluminancia tendrá que ser, como mínimo, de 5 lux en el espacio donde se hallen instalados los cuadros eléctricos, y equipos centrales, etc...
  - La uniformidad de iluminación proporcionada en los diferentes puntos de cada zona será tal que cociente entre la iluminancia máxima y la mínima sea  $< 40$ .
- 
- Los niveles de iluminación establecidos han de obtenerse considerando nulo el factor de reflexión de paredes, techos y suelos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la depreciación de flujo luminoso.

#### 2.7.22.3 Señalización

Se procederá a la señalización de las salidas de uso habitual o de emergencia, así como los medios de protección contra incendios de utilización manual, cuando no sean fácilmente localizables desde algún punto de la zona protegida, teniendo en cuenta el Reglamento de señalización de los centros de trabajo, aprobado por el RD 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud de trabajo.

## 2.8 RESULTADOS FINALES

Después de haber realizado el estudio de las soluciones y requisitos referentes a los diferentes sistemas de la nave, en los siguientes apartados se procederá a llevar a cabo una selección final de los sistemas a adoptar.

En algunos casos los sistemas de la nave industrial, para poder determinar algunos datos, características, modelos, fabricantes, etc, requieren de diversos cálculos y estudios. Véase los apartados de anexo para diferentes sistemas.

### 2.8.1 Instalación de alumbrado

La solución elegida en cada caso, se ha tenido en cuenta la zona de uso donde se quería instalar, teniendo en cuenta que es un recinto interior, pero con diversas actividades.

El alumbrado general del establecimiento se conseguirá de la siguiente forma:

- Taller: luminarias fluorescentes estancas de 2 x 58 W suspendidas del techo de la nave.
- Oficinas: regletas fluorescentes de 4 x 18 W empotradas en el falso techo, y luminarias de bajo consumo tipo Downlight de 2 x 26 W.
- Vestuarios y archivo: luminarias fluorescentes estancas de 1 x 58 W
- Patio exterior: proyectores adosados con brazos a la fachada con lámparas de 400 W de halogenuros metálicos

Todas las luminarias se instalarán con su condensador correspondiente para rectificar su factor de potencia hasta como mínimo 0,9 y no se admitirá compensación del conjunto del grupo de lámparas en una instalación de régimen de carga variable, según la ITC-BT 044 apdo. 3.1.

#### *- Luminarias*

Las luminarias a instalar se ajustarán en su rendimiento y características adecuadas para obtener un óptimo nivel de iluminación.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598. (ITC-BT 44 apartado 2.1.)

#### *- Tubos fluorescentes*

Serán de marca acreditada, cumpliendo las reglamentaciones oficiales vigentes. Color de luz "LUZ DÍA".

## **2.8.2 Descripción de la instalación del Centro de Transformación**

### *2.8.2.1 Características Generales del C.T*

El centro de transformación objeto del presente proyecto será prefabricado de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica.

La acometida al mismo será subterránea y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 25 kV y una frecuencia de 50 Hz, siendo la Compañía Eléctrica suministradora de Electricidad Fecsa-Endesa.

Las celdas a emplear serán modulares de aislamiento y corte en hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

### *2.8.2.2 Programa de Necesidades y Potencia Instalada.*

Se precisa el suministro de energía eléctrica para la alimentación, a una tensión de 400/230 V y con una potencia máxima demanda de 925 kW.

Para atender a las necesidades arriba indicadas, se dispondrán 2 trafos de 630 kVA cada uno de ellos, para así tener selectividad encaso de avería de uno de los trafos, no dejar toda la instalación inopertiva y también. Otro de los motivos por los cuales instalamos 2 trafos es debido a la carga tan fluctuante debido al tipo de maquinaria y actividad que nos ocupa. De este modo nos aseguramos de dar total servicio a la nave y en caso de posible ampliación ya dispondremos de potencia para ello. La potencia total instalada en este centro de transformación es de 1260 kVA.

### *2.8.2.3 Obra civil*

#### *2.8.2.3.1 Local*

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

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

#### *2.8.2.3.2 Edificio del Centro de Transformación*

El edificio prefabricado de hormigón de la casa ORMAZABAL modelo PFU-5, está formado por las siguientes piezas principales: una que aglutina la base y las paredes, otra que forma la solera y una tercera que forma el techo. La estanquidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de  $300 \text{ kg/cm}^2$ . La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.

Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 ohmios respecto de la tierra de la envolvente.

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

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

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.

Detalles del Centro de Transformación en los planos N° 23, 24y 25.

#### *2.8.2.3.3 Cimentación*

Para la ubicación del centro de transformación prefabricado se realizará una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm<sup>2</sup>, de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

#### *2.8.2.3.4 Solera, pavimento y cerramientos exteriores.*

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación.

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. Las rejillas están formadas por lamas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Los CT tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales.

#### *2.8.2.3.5 Cubierta*

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

#### *2.8.2.3.6 Varios*

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

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

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

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m<sup>2</sup> (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m<sup>2</sup>.

#### *2.8.2.4 Instalación eléctrica*

##### *2.8.2.4.1 Características de la red de alimentación*

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 25 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz. Esta no forma parte del proyecto en cuestión, depende de la compañía.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 500 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 11,5 kA eficaces.

##### *2.8.2.4.2 Características de la apartamentada de Media Tensión*

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc).

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles.

En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o apartamentada del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.

- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal ( $U_n$ ):

#### $U_n \geq 20$ kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

#### $20$ kV < $U_n \leq 30$ kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

El transformador es trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural en aceite. Se dispone de una rejilla metálica para defensa del trafo.

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de  $10(D+d)$ , siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

#### *2.8.2.4.3 Características de la aparamenta de Baja Tensión*

El cuadro de baja tensión tipo UNESA posee en su zona superior un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar que evita la entrada de agua al interior. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida (4). Esta protección se encomienda a fusibles dispuestos en bases trifásicas pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

Cuando son necesarias más de 4 salidas en B.T. se permite ampliar el cuadro reseñado mediante módulos de las mismas características, pero sin compartimento superior de acometida.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm<sup>2</sup>.

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

#### *2.8.2.4.4 Medida de la Energía Eléctrica.*

En centros de transformación tipo "abonado" la medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida. En centros de distribución pública no se efectúa medida de energía en media tensión.

#### *2.8.2.4.5 Puesta a Tierra del Centro de Transformación.*

##### TIERRA DE PROTECCION.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc, así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

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

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

### TIERRA DE SERVICIO.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm<sup>2</sup> de cobre aislado 0,6/1 kV.

Detalle de la puesta a tierra del C.T en el plano N° 26.

#### *2.8.2.4.6 Instalaciones Secundarias*

##### *2.8.2.4.6.1 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.

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

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

##### *2.8.2.4.6.2 Protección Contra Incendios*

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de materiales de suelos, paredes y techos M0 según Norma UNE 23727.

##### *2.8.2.4.6.3 Ventilación*

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

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.

#### 2.8.2.4.6.4 *Medidas de Seguridad*

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

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

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de media tensión y baja tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección, llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislante y pértiga.

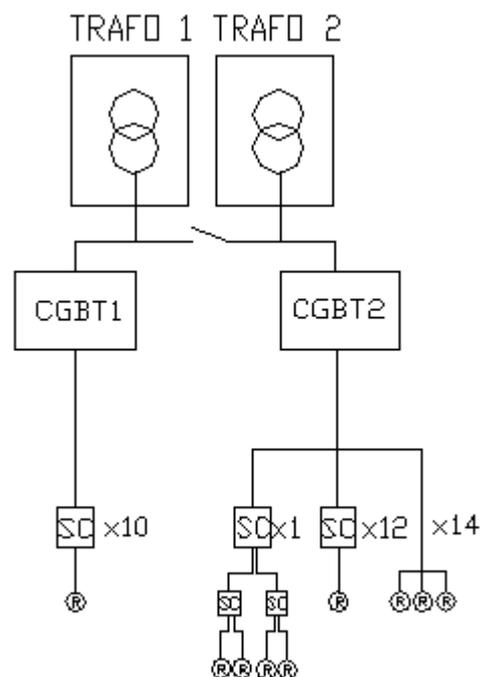
El C.T cuenta con un armario de primeros auxilios, que contendrá todo lo necesario para realizar los primeros cuidados en caso de accidente.

### 2.8.3 Descripción de la instalación de Baja Tensión

La instalación objeto del presente Proyecto está compuesta por los diferentes elementos que enumeramos a continuación, cuyas características y composición de cuadros se relacionarán en capítulos posteriores:

- Cuadros: **2 Generales - 25 Secundarios -**
- Circuitos: **39 de Alumbrado - 34 de Fuerza - 38 de Motor**

La tensión de servicio que proporcionará la Empresa Distribuidora en la acometida general de la instalación será de **400 V trifásica a 50 Hz.**



En el capítulo de planos se muestran los esquemas en detalle.

La Potencia total prevista en la instalación, cuyo cálculo se detallará en el capítulo correspondiente de previsión de potencia instalada, es de **925 kW** con  $\text{Cos}\phi$  0,8 sin rectificar. De los cuales 429kW CGBT1 y 496kW CGBT2. Una vez rectificado el  $\text{Cos}\phi$  a 0.95 y teniendo en cuenta los coeficientes, la potencia calculada para CGBT1= 428,6 kW, CGBT2= 433,04kW. Por lo tanto  $S_1= 368,24$  kVA  $S_2= 455,83$  kVA La aparente total será de **S= 824,07kVA.**

Al disponer dos trafos de 630 kVA, estamos aplicando un coeficiente de ampliación mayor de 1,3. Para posibles sobrecargas en el sistema y posibles ampliaciones futuras de la instalación.

Los circuitos que componen la Instalación está previsto que funcionen con una simultaneidad del **77,5 %**, factor que aplicaremos al cálculo.

Todos los coeficientes utilizados (coef. Simultaneidad, mayorización, utilización,..) en los cálculos de esta instalación son algo mayores a los recomendados por reglamento. Se han determinado según datos de la experiencia en instalaciones similares. Así lo precisa la propiedad en concreto. Al tratarse de este tipo de actividad y maquinaria, el uso y rendimiento de las cuales oscila permanentemente, no sería adecuado aplicar el coeficiente de simultaneidad de 0,6 que según reglamento, en nuestro caso sería el de aplicación, por ejemplo. En resumen, todos los coeficientes de aplicación son mayores a los que corresponderían. Tendremos una instalación algo sobre dimensionada si se tratase de otro tipo de actividad o nos rigiésemos por Reglamento.

### *2.8.3.1 Cuadros de mando y protección*

Atendiendo a la **ITC-BT-17**, el cuadro general lo situaremos lo más cercano posible a la entrada del local y todos los cuadros irán situados a una altura superior a **1 m**.

Se coloca una caja con un interruptor de control de potencia, inmediatamente antes del resto de dispositivos en un compartimento independiente y además precintable.

Los cuadros y subcuadros de la instalación serán de la marca HAGER y los modelos QUADRO 5 y QUADRO PLUS.

Las envolventes de los cuadros se ajustan a las normas **UNE 20451** y **UNE-EN 60439-3**, teniendo un grado de protección mínimo **IP 30** según **UNE 20324** e **IK07** según **UNE-EN 50102**. La envolvente del **ICP** será precintable y sus características y tipo corresponden a un modelo aprobado.

Las cajas llevarán placas identificadoras con:

- a) Nombre del instalador o empresa instaladora
- b) Fecha de la instalación
- c) Intensidad del interruptor general

Estarán provistos de:

-Un **interruptor general automático** de corte omnipolar que permita su accionamiento manual, dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, según las **ITC-BT-22** y **23**. Tendrá un poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación y que será como mínimo de **4500 A**. Será independiente del interruptor de control de potencia.

-Un **interruptor diferencial** destinado a la protección contra contactos indirectos, cuyas capacidades se definirán en el capítulo de cálculo, así como su sensibilidad, que en todo momento, se ajustará a las prescripciones de la **ITC-BT-24**, llevando una placa

indicadora del circuito al que pertenecen y con la definición de la intensidad y sensibilidad del mismo.

- **Dispositivos de corte omnipolar**, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada una de las líneas interiores que partan del cuadro, según las **ITC-BT-22 y 23**. Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos, tendrán protegidos los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores de dicho circuito.

La instalación lleva su correspondiente puesta a tierra de la forma dispuesta por la **ITC-BT-18**.

La distribución de cuadros se puede observar en el documento de planos que adjuntamos a la memoria, pero también se describen en el capítulo de Previsión de Cargas de la misma, donde se especifica el tipo de línea que se empleará en cada uno de los circuitos, todos dentro del reglamento vigente en la fecha de redacción de esta Memoria.

### 2.8.3.2 Conductores y canalizaciones

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida con características similares a las definidas en las normas **UNE 21123-4 o -5 y UNE 211002**

Los elementos de conducción de cables cumplirán con todo lo especificado en la **ITC-BT 21** y serán no propagadores de la llama de acuerdo con las normas **UNE-EN 50085 y UNE-EN 50086-1**.

El número de conductores vendrá fijado por el de fases necesarias para la utilización de los receptores del circuito correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección.

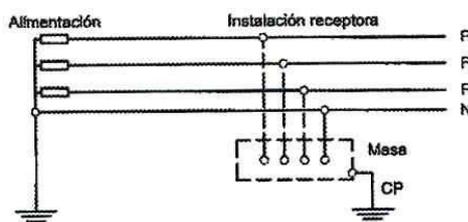
Las especificaciones de estos según planos.

### 2.8.3.3 Criterios de diseño

#### 2.8.3.3.1 Esquema de distribución

El esquema utilizado en esta instalación es el TT

#### Esquema de distribución tipo TT



El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado 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.

#### 2.8.3.3.2 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones tendrán que tener una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la siguiente tabla:

Tensión nominal de la Instalación (V)	Tensión de ensayo C.C (V)	Resistencia de aislamiento (MΩ)
MBTS o MBTP	250	0,25
500	500	0,5
>500	1000	1

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los receptores, resista un minuto una prueba de tensión  $2U+1000V$  a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio en voltios, con un mínimo de 1500V.

Para todo el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que este dividida, las corrientes de fuga no serán superiores a la sensibilidad de los interruptores diferenciales instalados.

#### 2.8.3.3.3 Trazado de las líneas

Las líneas principales se han diseñado con un trazado lo más corto posible hasta llegar a su punto de alimentación, evitando de este modo caídas de tensión y con ello el uso de conductores de mayor sección.

#### 2.8.3.3.4 Reparto de cargas

Se procura que las cargas queden lo mejor repartidas posible para no desequilibrar el sistema, repartiendo estas entre sus fases y manteniendo el mejor equilibrio posible entre estas.

#### 2.8.3.3.5 Selectividad

En caso de cortocircuitos, contactos indirectos y sobrecargas en la instalación. Únicamente se cortará la alimentación del circuito en cuestión con los elementos de protección más próximos al defecto.

En el caso de avería, la instalación estará prevista de subdivisiones de tal modo que las perturbaciones que se generan, únicamente afecten a determinadas partes de la instalación. Dejando así, el resto de la instalación en normal funcionamiento.

La perfecta coordinación con los dispositivos de protección nos tendrá que permitir la rápida detección y localización de las averías y el control del asilamiento con los conductores de la instalación por sectores.

## 2.8.4 Descripción de los cuadros eléctricos

### 2.8.4.1 Cuadro de Distribución

El Taller dispone de 2 Cuadros generales de distribución, denominados CGBT-1 y CGBT-2, situados en el interior de la nave, en la zona de taller, frente al almacén de material elaborado, compuestos por los dispositivos generales e individuales de mando y protección, para la alimentación de los distintos receptores eléctricos y los cuadros secundarios. Cumpliendo así mismo con lo prescrito en la ITC-BT 17.

Los envolventes de los cuadros se ajustaran a las normas UNE 20 451 y UNE-EN 60.439-3 con un grado de protección mínimo IP 30 e IK 07.

De éstos partirán las distintas líneas para la alimentación de los receptores eléctricos y los cuadros secundarios y cuya sección se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización sea menor del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos (ITC-BT 19). En este caso al partir del secundario de los trafos., se consideran c.d.t del 4,5% y 6,5%. El dimensionado de las mismas puede verse más detallado en el punto de Cálculo de secciones, del apartado de cálculos del presente proyecto.

La composición de los mismos así como su ubicación se detalla en los planos y esquema unifilar adjuntos a la presente memoria.

### 2.8.4.2 Distribución de cuadros y subcuadros.

Aquí numero los cuadros y subcuadros que tiene el presente proyecto

#### Cuadro CGBT 1

Denominación
SC1- Estribadora 1
SC2-Estribadora 2
SC3-Carro Corte
SC4-Fabrica.Malla
SC5- Plegadora
SC6-End. cizalla
SC7- Prejaulas
SC8- Enderezadora
SC9- Carros Corte
SC10- Oficina Nave

Cuadro CGBT 2

Denominación
SC11-End. Cizalla
SC12- Estribadora
SC13- Compresores
SC14- Gruas BL 1
SC-15 Gruas BL 2
SC16- Gruas BL 3
SC17- Gruas BL 4
SC18- Grua Patio
SC19- Soldador 1
SC20- Soldador 2
SC21- Soldador 3
SC22- Clima
A1-A.Emer. Nave E1
A2- Alumb. Nave L1
A3- Alumb. Nave L2
A4- Alumb. Nave L3
A5-A.Emer. Nave E2
A6- Alumb. Nave L4
A7- Alumb. Nave L5
A8- Alumb. Nave L6
A9-A.Emer. Nave E3
A10-Alumb. Nave L7
A11-Alumb. Nave L8
A12-Alumb. Nave L9
A13-A.Emer.Nave E4
A14-Alumb.Nave L10
A15-Alumb.Nave L11
A16-Alumb.Nave L12
A17-A.Emer.Nave E5
A18-Alumb.Nave L13
A19-Alumb.Nave L14
A20-Alumb.Nave L15
A21-Alumb.ext. EX1
A22-Alumb.ext. EX2
M27- Puertas 1
M28- Puertas 2
M29- Puertas 3
M30- Puertas 4
OR1-Reserva 1
OR2- Reserva 2
OR3- Reserva 3
SC23-Oficinas

### 2.8.4.3 *Receptores*

#### 2.8.4.3.1 *Receptores de Alumbrado*

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no han de exceder de los 5 kg. Los conductores, que han de ser capaces de soportar ese peso, no han de presentar empalmes intermedios y el esfuerzo se tendrá que realizarse sobre un elemento diferente al borne de conexión. Aun así, siempre que sea posible, colgaremos las luminarias con otro elemento distinto a los cables destinados a la alimentación de estas.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias q no sean de Clase II o III, tendrán un elemento de conexión a tierra, que ira conectado de manera permanente al conductor de protección del circuito en cuestión.

El uso de lámparas de gases con descarga a alta tensión, se permitirán cuando su ubicación este fuera del alcance de las personas o tenga barreras o envolventes separadoras.

El uso de lámparas de descarga en recintos donde se encuentren maquinas que funcionen con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se tendrán que tomar medidas de seguridad necesarias para evitar posibles accidentes causados por el efecto estroboscópico.

Los circuitos estarán provistos para transportar la debida carga a los propios receptores, a sus elementos asociados y sus corrientes harmónicas de arrancada.

Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima de la línea será 1,8 la potencia de la lámpara.

En el caso de receptores con lámparas de descarga, es de obligado cumplimiento, la corrección del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

#### 2.8.4.3.2 *Receptores motores*

Los motores han de instalarse, de manera que sus partes en movimiento, no sea de fácil acceso y puedan dar lugar a accidentes. Los motores no estarán en contacto con materias combustibles, se situaran de tal modo que no puedan provocar su ignición.

Las secciones mínimas que deben tener los conductores de conexión a los receptores motores, por tal de que no se produzca un calentamiento excesivo serán:

- Para un solo motor dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.
- Para varios motores, dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de los demás.
- Para carga combinada (motores y otros receptores), deben estar previstos para la intensidad total requerida por los receptores, más la requerida por los motores, calculada según los dos apartados anteriores.

Los motores quedaran protegidos de cortocircuitos y sobrecargas en todas y cada una de sus fases, siendo esta última tal, que cubra la falta de tensión en cualquiera de sus fases. En motores con arrancada estrella- triangulo, se asegura la conexión para las dos conexiones.

Los motores quedaran protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de alimentación, que al arrancar espontáneamente el motor, como consecuencia del restablecimiento de tensión, pueda ocasionar accidentes, o perjudicar al motor.

En el caso de producirse efectos perjudiciales a la instalación o ocasionar perturbaciones al normal funcionamiento del resto de receptores de la instalación, en la arrancada del motor, se limitará la intensidad que absorbe en el arranque.

Así mismo la instalación de receptores motores deberá cumplir con lo prescrito en la ITC-BT 47.

#### *2.8.4.3.3 Receptores Fuerza*

Se han previsto tomas de corriente, todas con su respectiva toma a tierra, para la conexión de aparatos móviles. Se instalaran a una altura de 30 cm respecto del suelo.

Estas tomas de corriente serán, como mínimo, de 16A/250V, con dispositivo de seguridad.

### **2.8.5 Red de Tierras de la nave**

Se establece con el objetivo principal de limitarla la tensión que respecto a tierra se pueda presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurando la actuación de las protecciones y eliminando o disminuyendo el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

La protección contra contactos directos va incorporada en los equipos eléctricos y en la instalación, por la inaccesibilidad de las partes en tensión.

La protección contra contactos indirectos se efectúa mediante la puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por la intensidad de defecto (interruptores diferenciales).

La instalación de puestas a tierra del edificio cumple con lo especificado en la instrucción ITC-BT 018 del vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y está formada por tomas de tierra, líneas principales de tierras y equipos de protección.

#### *2.8.5.1 Tomas de Tierra*

Para las tomas de tierra se podrán emplear, barras o tubos, pletinas o conductores desnudos, placas, anillos o mallas metálicas constituidos por combinación de los elementos anteriores, o estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas. La profundidad nunca será inferior a 0,50 metros. La resistencia de las tomas de tierra o electrodo será tal que cualquier masa no puedan dar tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

La resistencia de tierra del electrodo inferior a 10 ohms.

#### 2.8.5.2 Conductor de Tierra

Desde las tomas de tierra parte la línea principal de tierra o conductor de tierra, siendo cables de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> que forman un anillo alrededor del edificio. Desde este anillo derivarán los diferentes cables que conectarán las masas metálicas, cuadros eléctricos y demás partes y equipos de la instalación. Estos cables serán de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

#### 2.8.5.3 Puente de Prueba

Es el punto donde se podrá medir la resistencia global de tierra del conjunto. Estará formada por una base a la que se fijarán dos aisladores. Sobre estos se aprisionarán los cables de entrada y salida, y también se montará la placa de cobre que actuara de puente. La caja se anclará en la pared a 50 cm del suelo aproximadamente.

#### 2.8.5.4 Conductor de Protección

Cualquier masa metálica susceptible de una puesta en tensión fortuita, se unirá a la red de tierras mediante un conductor de protección no inferior a 2,5 mm<sup>2</sup>, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Todos los conductores deberán ir señalizados con los colores propios de tierra (Amarillo y Verde).

#### 2.8.5.5 Solución adoptada

En el proyecto que nos ocupa, la resistividad del terreno es de 500Ω·m. De este modo se opta por 3 piquetas de 2 metros y 14 mm de diámetro cada una. El conductor de Cu tendrá una longitud de 340 metros, la sección del cual será de 50mm<sup>2</sup>. Por tanto, la resistencia total calculada es de 2,93Ω.

### 2.8.6 Compensación de Reactiva

Como ya se introdujo en el capítulo anterior, sobre los inconvenientes del exceso en el consumo de energía reactiva en la actividad, y como éste consumo afecta negativamente a determinados parámetros de diseño del proyecto, se entiende pues, la necesidad de compensar este tipo de energía mediante baterías de condensadores accionados de forma automática.

La energía *reactiva*, es necesaria para la creación de los campos magnéticos en el funcionamiento de ciertos receptores, como motores, reactancias del alumbrado de descarga, etc., pero no se transforma directamente en trabajo, como o hace la *energía* activa.

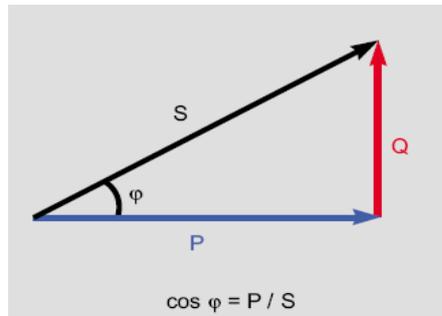
Así pues, este tipo de receptores, que de forma mayoritaria se instalan en la nave industrial proyectada, demandan o absorben de la red ésta *potencia* expresada en kvar.

La suma geométrica de la potencia *reactiva* ( $Q$ ) y la potencia *activa* ( $P$ ), dá como resultado, la *potencia aparente* ( $S$ ), expresada en kVA.

La potencia aparente  $S$  demandada por los receptores, será la entregada por la red, por el transformador o por el grupo electrógeno a dimensionar. Por esta razón, se ve la importancia de atenuar el consumo de  $(Q)$ , porque con ello, disminuye la  $(S)$  absorbida.

Para reducir la potencia aparente  $(Q)$ , se inyecta en la red, la potencia aparente suministrada por condensadores  $(-Q)$ , creando el efecto inverso.

La suma geométrica anterior dará como resultado una potencia  $(S)$  menor, al disminuir el vector de potencia reactiva  $(Q)$ .



Como se observa en la figura, el cociente entre la potencia *activa* ( $P$ ) y la *aparente* ( $Q$ ), es el factor de potencia o coseno de  $f$ . Cuanto más se aproxime éste a la unidad, más cerca se tendrá el consumo de la *potencia aparente* con el de la *potencia activa*, y por lo tanto menor sobredimensionado de los elementos de la instalación (Trafos, Secciones de conductores...).

Dispondremos de dos baterías, una para cada cuadro general, CGBT1 y CGBT2 conectadas en sus respectivos embarrados. Como se muestran en los documentos de planos.

Este sistema es capaz de adecuarse a los distintos consumos de reactiva que pueda tener la instalación según los receptores que funcionen, siempre manteniendo un factor de potencia determinado.

El equipo estará formado por tres elementos principales:

- *El Regulador*: mide el  $\cos\varphi$  de la instalación y da la orden de funcionamiento a los contactores.
- *Contactores*: Son los elementos que se encargan de realizar el conexionado de los condensadores, en paralelo, a la red.
- *Condensadores*: Son los elementos encargados en sí de compensar la reactiva.

Tras los cálculos para el dimensionado de la batería de condensadores llevados a cabo en el apartado de cálculos con la ayuda de un programa destinado a ello, de la casa Schneider. Llegamos a los resultados finales, teniendo en cuenta lo que tenemos y a donde queremos llegar, que es lo siguiente:

- Potencia activa de la instalación: CGBT1;428.6kW CGBT2;495.7kW
- $\cos\varphi$  inicial: 0.8
- $\cos\varphi$  final: 0.95
- Potencia Reactiva a compensar: CGBT1 214.23kvar CGBT2 247.6 kvar

Seleccionamos del catalogo de la casa *Schneider electric*, los equipos de compensación automático, VARSET rpd SAH 250 kvar 50+2x100 de compensación máxima de la marca Merlin Gerin. Dando cobertura más que suficiente a las necesidades del proyecto en objeto.



Los equipos de compensación se instalarán en el taller junto a los cuadros CGBT 1 y CGBT 2. Directamente a sus embarrados. Conectados tal como se muestran en los documentos de planos.

#### 2.8.8.1 Características del equipo

##### CARACTERISTICAS TECNICAS BATERÍA DE CONDENSADORES MODELO VARSET rápida SAH

##### Datos del equipo

- Potencia (kVAr): 250
- Tensión (V): 400
- Escalonamiento eléctrico: 5x50  
Cobertura de escalones: 50  
100  
150  
200  
250
- Regulador: NVarlogic
- Envolverte y dimens.: armario/2000\*800\*600

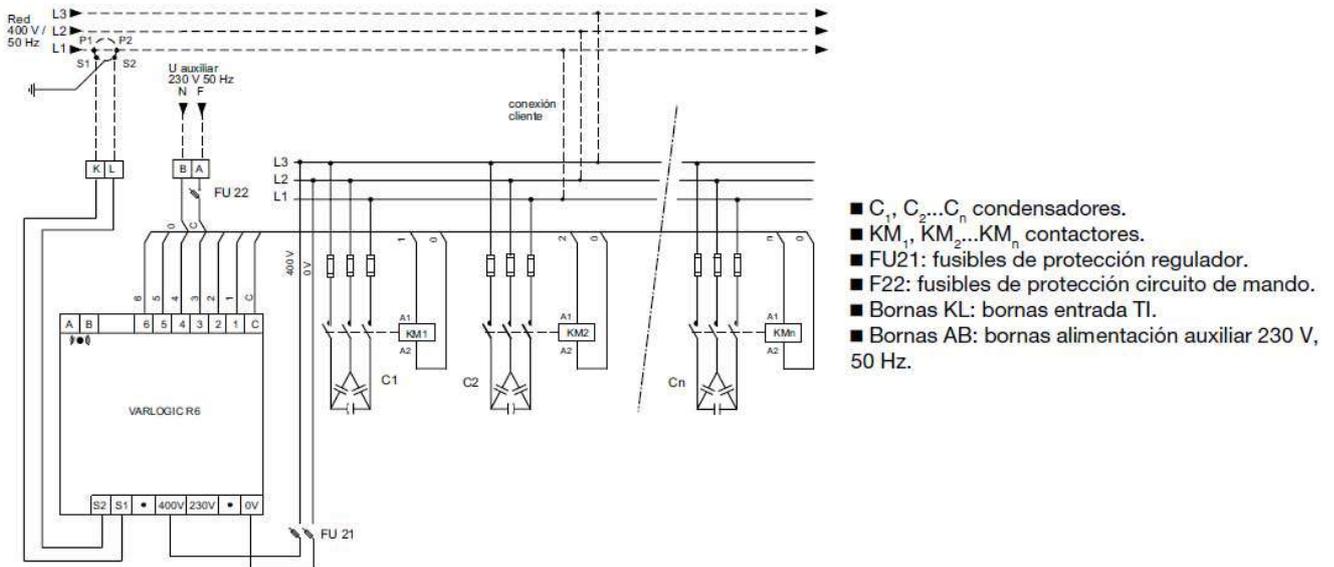
##### Características generales PRISMA

- Tensión asignada: 400V trifásicos 50 Hz
- Tensión nominal condensador VARPLUS<sup>2</sup>: 415V trifásicos 50Hz
- Tolerancia sobre la capacidad: -5 +10%
- Nivel de aislamiento: 0.66kV
- Resistencia 50 Hz 1 min: 2.5kV
- Corriente máxima admisible: 1.3 In (400V)
- Tensión máxima admisible: 456V
- Potencia de los escalones (kvar): 6.25 12.5 25 50 100

Este modelo se compone de regulador Energía Reactiva NVARLOGIC, condensador VARPLUS<sup>2</sup>, contactor Telemecanica, especifico maniobra de condensadores con resistencias de preinserción

Cuenta con un grado de protección IP 21. La temperatura máxima de funcionamiento es 40°C y la mínima -5°C. Cumple las normativas CEI 439-1, VEI 61921.

**esquema tipo baterías automáticas**



**2.8.7 Instalación solar térmica para ACS**

El objetivo es suministrar agua caliente sanitaria para la instalación de fontanería de la nave y en especial a las duchas de los vestuarios, mediante energía solar para la instalación situada en Tarragona.

*2.8.6.1 Agua Caliente Sanitaria.*

Cuadro resumen de resultados:

Para atender a las necesidades energéticas anuales para el calentamiento del consumo de ACS para la instalación de estudio se obtienen los siguientes resultados:

Superficie de captación	8.00m <sup>2</sup>
Número de captadores PS	4
Consumo medio diario a 60°C	300 l
Cobertura solar (%)	82.26

Datos del diseño de la instalación.

Se estima el consumo medio diario de ACS en **300 litros/ día**. La temperatura de consumo es de 60°C.

Los datos utilizados de radiación solar corresponden a los proporcionados por el Ministerio de Industria mientras que las temperaturas media ambiente y de temperatura del agua de red se obtienen de las tablas publicadas por Censolar.

El método de cálculo de la instalación es el de f-chart, recomendado en el pliego de condiciones técnicas en instalaciones de Baja temperatura del IDEA ( Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético) para instalaciones de energía solar térmica.

Superficie de acumulación.

En la determinación de la superficie de captación se ha respetado la ITE 10.1.3.2 del RITE que establece los siguientes márgenes de superficie de captación:

Superficie de captación MÍNIMA	5.37m <sup>2</sup>
Superficie de captación MÁXIMA	8.59 m <sup>2</sup>
Nº de captadores Roca PS	4
Superficie de captación recomendada	8.0 m <sup>2</sup>

Volumen de acumulación.

La ITE 10.1.3.2 del RITE establece los siguientes márgenes para el volumen de acumulación de cada edificación para una temperatura de 60°C:

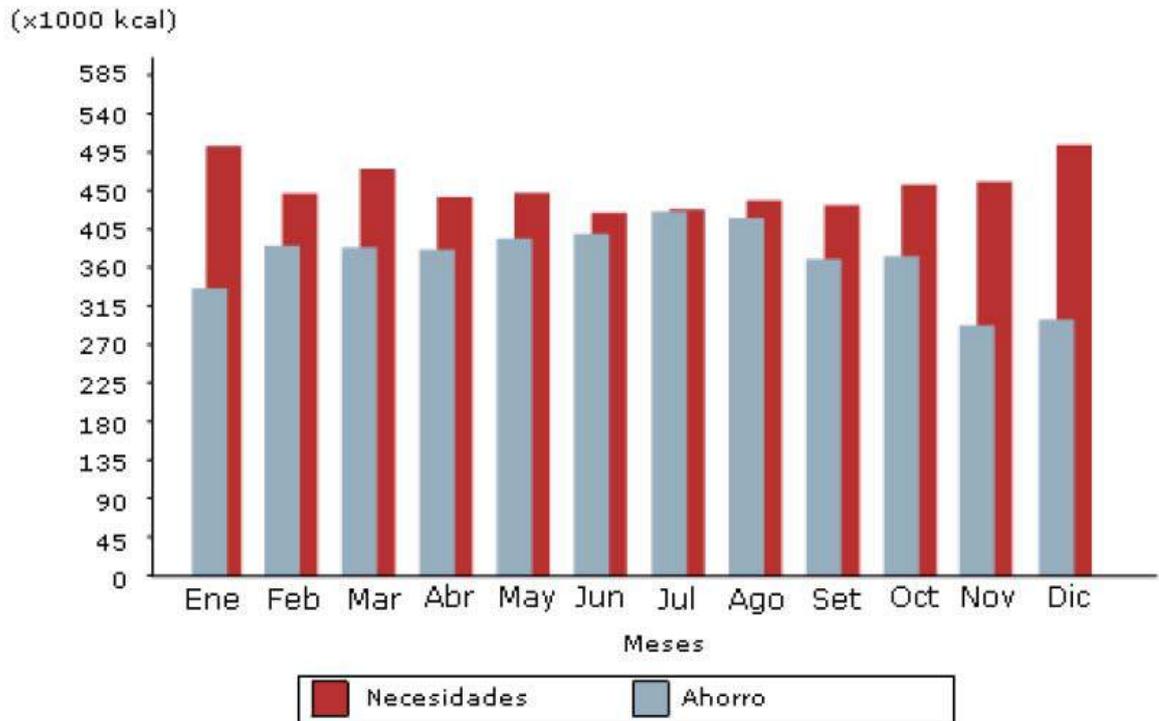
Volumen de acumulación MÍNIMO	240 l
Volumen de acumulación MÁXIMO	300 l
Volumen de acumulación TOTAL	300 l

recomienda un volumen de acumulación de **300 l**.

Cálculo de cobertura solar.

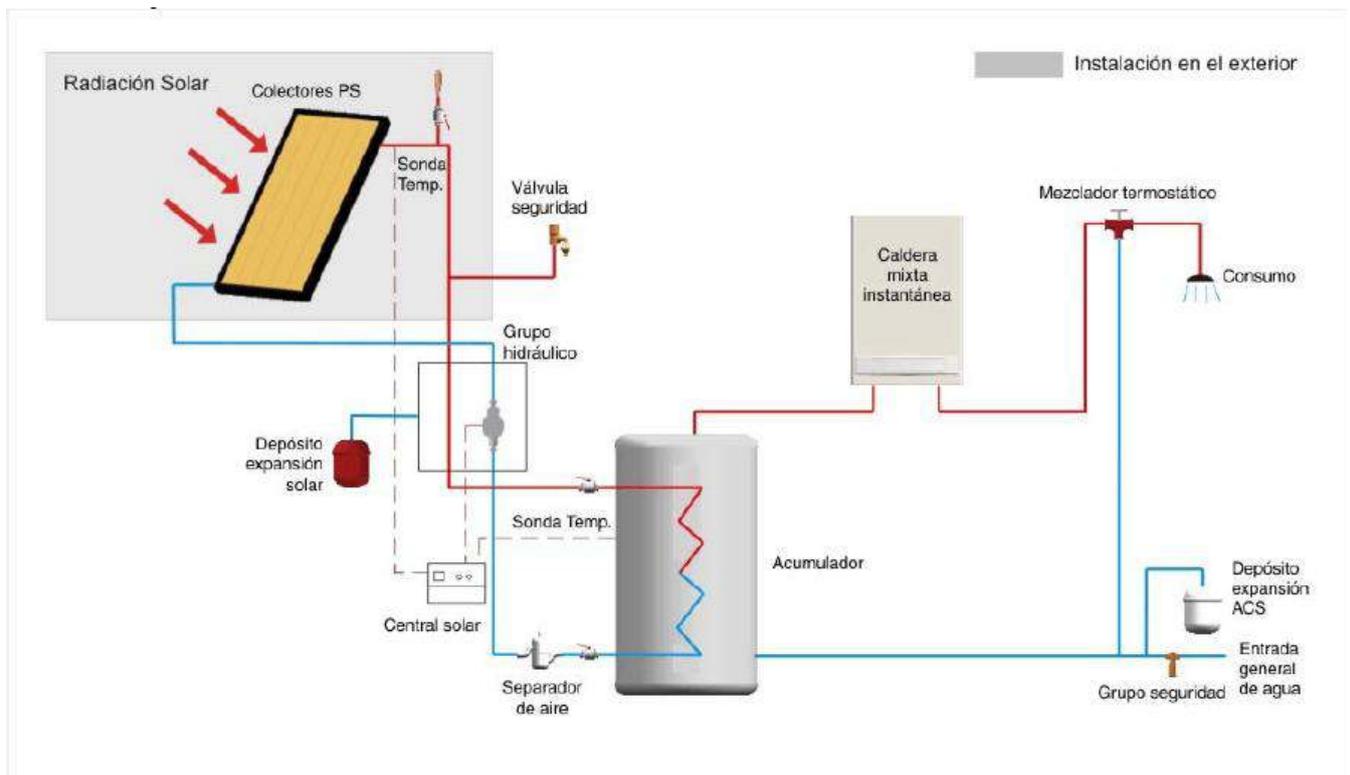
	<b>Ahorro</b> Kcal	<b>Necesidades</b> Kcal	<b>Cobertura</b> %
<b>Enero</b>	335561	502200	66.82
<b>Febrero</b>	384875	445200	86.45
<b>Marzo</b>	382696	474300	80.69
<b>Abril</b>	380052	441000	86.18
<b>Mayo</b>	393067	446400	88.05
<b>Junio</b>	398550	423000	94.22
<b>Julio</b>	424702	427800	99.28
<b>Agosto</b>	416602	437100	95.35
<b>Septiembre</b>	369200	432000	85.46
<b>Octubre</b>	372441	455700	81.73
<b>Noviembre</b>	291654	459000	63.54
<b>Diciembre</b>	298344	502200	59.41
<b>Anual</b>	<b>4447743</b>	<b>5445900</b>	<b>82.26</b>

La cobertura solar para ACS de una instalación con 4 captadores solares PS es del 82.26%.



2.8.6.2 Normas básicas para la Instalación

Esquema de la instalación.



Normativa.

Las siguientes consideraciones sobre la disposición, orientación e inclinación de los captadores y la separación entre estos y los obstáculos cercanos se basan en las normas establecidas por la ITE 10.1.3.1 del RITE.

Disposición de los colectores.

Los colectores se dispondrán en filas que deberán tener el mismo número de elementos. Las filas deben ser paralelas y estar bien alineadas.

Dentro de cada fila los colectores se conectarán en paralelo. Las filas también han de conectarse en paralelo pero con ida y retorno invertidos.

**Se recomienda una disposición en 1 fila de 4 colectores solares Roca Ps.**

Orientación e inclinación de los captadores.

La radiación solar que incide en la superficie útil del captador depende de su situación respecto al sol. Por tanto, conviene situar el captador de forma que a lo largo del periodo de captación aproveche al máximo la radiación solar incidente.

Los colectores, respetando la ITE 10.1.3.1 del RITE, se orientarán hacia **el sur geográfico** pudiéndose admitir desviaciones no mayores que 25° con respecto a dicha orientación.

En cuanto a la inclinación de los captadores se dispondrán con un ángulo de **inclinación de 40°**.

Separación entre la primera fila de captadores y los obstáculos cercanos.

Generalmente, en el día más desfavorable del periodo de utilización, el equipo no ha de tener más del 5% de la superficie útil de captadores en sombra.

Es por este motivo que la distancia entre la primera fila de colectores y los obstáculos, de altura  $a$ , que puedan crear sombras sobre las superficies captadoras será mayor que el valor obtenido mediante la siguiente expresión:

$$d = 1.879 * a$$

2.8.6.3 Cálculo del diámetro del circuito solar.

El cálculo del diámetro del circuito solar se realiza gráficamente aplicando el ábaco de pérdida de carga correspondiente para tubos de cobre. Obteniendo los siguientes resultados:

<b>Caudal a impulsar</b> Litros/hora	<b>Longitud tubo supuesta</b> M	<b>DN</b>
360	40	16/18

**2.8.8 Instalación de Protección Contra Incendios**

*2.8.7.1 Medidas Contra Incendios*

La actividad tendrá que cumplir con lo siguiente:

- El vigente Reglamento de Seguridad contra Incendios en los establecimientos industriales, aprobado por Real Decrteo 2267/ 2004, para las zonas de producción.
- El Documento Básico SI de seguridad encaso de incendios (DB SI) del código técnico de edificación, por superar los 250m<sup>2</sup>, para la zona administrativa, en particular las condiciones del uso Administrativo.

Para hacer el estudio contra incendios se seguirá el formato establecido por el RSCIEI, añadiendo en cada caso las connotaciones específicas del DB SI.

*2.8.7.1.1 Caracterización de los establecimientos industriales con relación a la seguridad contra incendios.*

*2.8.7.1.1.1 Caracterización del establecimiento industrial por su configuración*

El establecimiento esta caracterizado como de tipo C, ya que ocupa la totalidad de un edificio y está a una distancia mayor de 3 m del edificio más próximo.

*2.8.7.1.1.2 Caracterización del establecimiento industrial por su nivel de riesgo intrínseco*

Carga de fuego TALLER

Para calcular el nivel de riesgo intrínseco década uno de los sectores con uso industrial de la actividad, con el método de *tablas*, se emplea la siguiente expresión:

$$Q_s = \sum (q_{si} \times S_i \times C_i) \times R_a / A \quad (\text{Mcal/m}^2)$$

Donde:

- Q<sub>s</sub> = densidad de carga de fuego, ponderada y corregida, del sector de incendio, en Mcal/m<sup>2</sup>
- q<sub>si</sub> = densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los diferentes procesos que se realizan al sector de incendio, en Mcal/m<sup>2</sup>
- S<sub>i</sub> = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga defuego qsi diferente, en m<sup>2</sup>
- C<sub>i</sub> = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad de cada combustible
- R<sub>a</sub> = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad
- A = superficie del sector de incendio considerado

SECTOR	AREA (m <sup>2</sup> )	R <sub>a</sub>				Q <sub>si</sub> (Mcal/m <sup>2</sup> )
TALLER	7600		q <sub>si</sub>	si	Ci	
		1	19	7600	1	<b>19</b>

Por lo tanto, según la tabla 1.3 del RSCIEI, el nivel de riesgo intrínseca de la actividad es:

**Bajo -1 (100 Mcal/m<sup>2</sup> < Qs).**

Carga de fuego OFICINAS

El cálculo se hará según el Anexo SI B, apartado B.4 del Documento Básico SI de Seguridad en caso de Incendios (DB SI) del Código Técnico de Edificación. El valor de cálculo de la densidad de carga se determina en función del valor característico de la carga de fuego del sector, así como de la probabilidad de activación y de las previsibles consecuencias del incendio:

$$q_{f,d} = q_{f,k} m \delta_{q1} \delta_{q2} \delta_n \delta_c$$

Donde:

- q<sub>f,k</sub> = valor característico de la densidad de carga de fuego (según B.5)
- m = coeficiente de combustión. Material incendiado tipo celulosa m = 0,8. Otro material m= 1.
- δ<sub>q1</sub> = coeficiente de riesgo de iniciación debido al tamaño del sector
- δ<sub>q2</sub> = coeficiente de riesgo de iniciación debido de al tipo de uso o actividad
- δ<sub>n</sub> = coeficiente que tiene en cuenta las medidas voluntarias existentes. δ<sub>n</sub> = δ<sub>n1</sub> δ<sub>n2</sub> δ<sub>n3</sub>
- δ<sub>c</sub> = coeficiente de corrección según las consecuencias del incendio.

Para obtener cada valor se toman los datos indicados en las diferentes tablas de este apartado, resultando:

	SECTOR OFICINES
q <sub>f,k</sub>	520
m	0,8
δ <sub>q1</sub>	1,90
δ <sub>q2</sub>	1
δ <sub>n</sub>	0,87
δ <sub>c</sub>	1

$$q_{f,d} = 520 \times 0,8 \times 1,90 \times 1 \times 0,87 \times 1 = 687,65 \text{ MJ/m}^2 \text{ (164,51 Mcal/m}^2\text{)}$$

*2.8.7.1.2 Caracterización de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco*

*2.8.7.1.2.1 Sectorización de los establecimientos industriales*

Siendo la configuración del establecimiento tipo C, con un nivel de riesgo intrínseco Bajo(1), no hay límite de la superficie máxima permitida del sector de incendio.

Respecto al edificio de administración, al disponer de una superficie construida que supera los 250 m<sup>2</sup>, es necesario que constituya un sector de incendio diferente, y se regula por el DB SI del CTE, según se ha expuesto con anterioridad. Así,

- Sector 1. Taller. Sup.:7.599,78 m<sup>2</sup>
- Sector 2. Administración, vestidores y comedor. Sup.: 960,92 m<sup>2</sup>

Locales y Zonas de Riesgo Especial

Existen, en el edificio administrativo, los siguientes locales con Riesgo Especial, según el DB SI:

<b>LOCALES RIESGO ESPECIAL BAJO</b>			
<i>USO</i>	<i>PLANTA</i>	<i>SUPERFÍCIE (m<sup>2</sup>)</i>	<i>MOTIVO RIESGO</i>
Vestuarios personal Masculino	Baja	57,93	20 < S ≤ 100 m <sup>2</sup>
Vestuarios personal Femenino	Baja	33,57	20 < S ≤ 100 m <sup>2</sup>
Archivo	Primera	40,55	100 < V ≤ 200 m <sup>3</sup> (h: 2,80 m)

Las condiciones exigibles a los elementos constructivos de estos locales son:

<b>Característica</b>	<b>Riesgo bajo</b>
Resistencia al fuego de la estructura de soporte (*)	R 90
Resistencia al fuego de las paredes y los techos que separan la zona del resto del edificio	EI 90
Vestíbulo de independencia	--
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI <sub>2</sub> 45-C5
Máximo recorrido hasta la salida del local	≤ 25 m

(\*) será, como mínimo, la de la estructura soportante del conjunto de edificio.

### 2.8.7.1.2.2 Materiales

#### Sector 1 (TALLER)

Productos de revestimiento:

- Suelo; clase  $C_{FL-S1}$  (M2), o más favorable.
- Paredes y techo; clase Cs3 d0 (M2), o más favorable
- Revestimiento exterior de fachadas; clase C-s3 d0 o más favorable
- Otros productos situados en el falso techo o suelos elevados; clase B-s3 d0 (M1), o más favorable. Los cables serán no propagadores del incendio y con baja emisión de humos y opacidad reducida.

#### Sector 2 (ADMINISTRACIÓN)

La clase de reacción al fuego de los elementos constructivos será, como mínimo:

SITUACIÓN DEL ELEMENTO	REVESTIMIENTO DE PAREDES Y TECHOS	REVESTIMIENTO DE SUELOS
Zonas ocupables	C-s2,d0	$E_{FL}$
Recintos de riesgo especial	B-s1,d0	$B_{FL-S1}$
Espacios ocultos no estancos (falsos techos)	B-s3,d0	$B_{FL-S2}$

### 2.8.7.1.2.3 Estabilidad al fuego de los elementos constructivos de sustento

#### sector 1 (TALLER):

Planta sobre rasante; R30 (EF-30)

No se exige en la cubierta.

#### Sector 2 (ADMINISTRACIÓN):

Plantas sobre rasante; R60

La justificación conforme a los elementos estructurales cumplen, como mínimo, estos requisitos, se deduce a partir de las diferentes tablas del Anexo C del Documento Básico SI de Seguridad en Caso de Incendio:

- Muro de bloque de hormigón de 25 cm expuesto por las dos caras; REI-120 (con una  $a_m$  de 35mm como mínimo, según la tabla C.2. Elementos a Compresión.)
- Pilar de 50 cm x 60 cm; R-120 (según la tabla C.2. Elementos a Compresión, siendo la  $a_m$  de 40mm como mínimo.)
- Forjado de hormigón armado de 32cm; REI-120 ( con una  $a_m$  de 20mm como mínimo, flexión en 2 direcciones y un revestimiento inferior, según tabla C.4. Losas macizas).

#### 2.8.7.1.2.4 Resistencia al fuego de los elementos constructivos

Valores exigibles:

Resistencia al fuego de paredes medianeras y paredes y forjados que compartimentan diferentes sectores de incendios; REY-120 (con función trayendo)  
Resistencia al fuego de la cubierta en una franja de anchura de 1 m desde la medianera, o en la prolongación vertical de 1 metro; EI-60  
Resistencia al fuego de puertas de paso entre 2 sectores de incendios; EI-60

Valores disponibles:

- Según la justificación del apartado anterior, el muro que separa los 2 sectores es REY-120.
- Respecto al techo del Sector 2, según se puede comprobar a la sección adjunta, es un forjado que según se ha establecido anteriormente tiene una REY-120

Los tabiques de separación entre locales de riesgo y el resto de espacios son, *según las diferentes mesas de la Anexo F del Documento Básico SI de Seguridad en Caso de Incendios* :

- Tabique con tochana vacía de 10 cm. guarnido por las 2 caras; EI-180

#### 2.8.7.1.2.5 Evacuación de los establecimientos industriales

##### Ocupación

La ocupación por las zonas de uso industrial esta determinada según la siguiente formula:

- $P=1,10 \cdot p$ , donde p es el nombre de personas que hay en plantilla que ocupan el sector de incendio.

La ocupacion por las zonas de uso administrativo, según la tabla 2.1. Densidad de Ocupación del DB SI, se calcula a razón de:

- 1 persona/10m<sup>2</sup> por uso administrativo
- 1 persona/1,5m<sup>2</sup> en el comedor

SECTOR	CÁLCULO	OCUPANTES
1. Taller	$P = 1,1 \times 30 = 33$	33
2. Administración, vestidores y comedor	Adm. P.B.: $175,9/10 = 17,5$ Adm. P.1: $319,23/10 = 31,9$ Comedor P.B.: $92,38/1,5 = 61,58$	3 <sup>(1)</sup> 7 <sup>(1)</sup> 40 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> siendo la plantilla de la zona administrativa de 10 trabajadores, según se ha definido en uno de los apartados anteriores, estos son los ocupantes de cada espacio.

<sup>(2)</sup> El valor calculado de ocupación es superior a la plantilla de la empresa, y teniendo en cuenta que el comedor está destinado únicamente para el uso de los trabajadores de la actividad, que son 40 personas, se establece esta como ocupación máxima.

*TOTALES OCUPACIÓN:*

Taller:	33 personas
P1 Oficinas:	10 personas (contando algún visitante o cliente externo)
PB Oficinas:	45 personas (contando todos los ocupantes de comedor o plantilla de la empresa+ oficinas PB+ posibles visitantes externos)

Evacuación

La evacuación de la nave se prevé realizar mediante cualquiera de las 8 puertas de acceso de viandantes, que van a dar al paso lateral de la parcela, y de esta directamente al exterior, a la vía pública. También se puede evacuar a través de las 2 puertas que dan acceso al edificio de oficinas

La evacuación de las oficinas se hará por la puerta de acceso principal o la puerta de servicio situada al lado del comedor.

Para la evacuación de la primera planta de oficinas se dispone de una escalera que desemboca al distribuidor del hall.

Número y disposición de salidas

- SECTOR 1. Taller.  
8 puertas de acceso a la parcela exterior.  
2 puertas EI-60 de acceso al sector 2.
- SECTOR 2. Administración, vestidores y comedor.  
  
Planta Baja: 2 salidas directas al exterior.  
  
Planta Primera: Escalera.

La distancia máxima permitida del recorrido de evacuación es de:

- Taller (S1): 50 metros. Los recorridos no superan esta distancia.
- Oficinas (S2):
  - 50 m a la P. Primera ( 1 salida y menos de 25 personas). Recorrido más desfavorable de evacuación => 32 m.
  - 25 m a la P. Baja ( 1 salida y más de 25 personas). Recorrido mas desfavorable => 17 m ( para la zona de servicios)  
=> 26 m ( para la zona de oficinas)

### Disposición de escaleras y aparatos elevadores

El edificio dispone de:

- 1 escalera para evacuación descendente que comunica la primera planta a la baja, que va a dar al distribuidor delante del hall.
- 1 ascensor adaptado, situado delante del distribuidor.

### Dimensionado de salidas, pasillos y escaleras

#### Salidas:

La anchura de las puertas y pasos previstos como salida de evacuación se calcula según la fórmula:  $A=P/200$ , siendo P el número de personas asignado a salidas, resultando el valor calculado así inferior a los mínimos, que es de 0,8m.

La anchura disponible de las puertas de evacuación es de:

- SECTOR1. Taller
  - 8 puertas de 1,15 m
  - 2 puertas EI-60 de acceso al Sector2, de:
    - 0.90 m
    - 2 m.
- SECTOR 2. Administración, vestidores y comedor.
  - Planta Baja:
    - 2 puertas directas al exterior de:
      - 1,86 m, que se reduce a 1,63m
      - 0,90 m

### Escaleras

- Anchura mínima escaleras: 1m.

La anchura disponible de la escalera central es de: 1,40 m.

### Características de las puertas

Las puertas de salida serán abatibles con eje de giro vertical y el sistema de cierre será un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del que provenga la evacuación, sin tener que usar clave, ni tener que actuar sobre ningún mecanismo.

Las puertas de salida generales del establecimiento abren todas en el sentido de la evacuación, a excepción de la puerta de acceso principal al edificio de oficinas, que es de accionamiento automático. Se trata de una trapezoidal que se abre automáticamente en caso de que falle el suministro eléctrico, y queda abierta de forma fija, dejando el paso de salida libre, de tal manera que permite evacuar el local con seguridad, sin tener que actuar manualmente sobre ningún mecanismo ni ninguna hoja por la apertura.

Las puertas que sectorizan el Taller y las Oficinas serán resistentes al fuego EI-60.

Las puertas de acceso a los vestuarios y al archivo sueño todas EI-60, dado que este locales tienen la consideración de locales de riesgo especial Bajo.

#### Características de los pasillos

Los pasillos que sean recorrido de evacuación no tendrán obstáculos, aunque en ellos podrán existir elementos salientes localizados en las paredes, tal como apoyos, bajantes o elementos fijas de equipamiento, siempre que, excepto en el caso de extintores, se respete la anchura libre mínima establecida y que no se reduzca más de 10 cm la anchura calculada.

Los pasillos disponen de una anchura de como mínimo 1,50 m (superior a 1 m)

#### Características de las escaleras

Las escaleras del edificio tienen las siguientes características:

- Cada tramo tiene más 3 peldaños y no salva una altura mayor de 3,20 m. Dispone de 3 tramos de 8-6-8 peldaños, salvando una altura total de 3,85 m.
- La altura de los peldaños mide 17,5 cm (entre 13 y 18,5cm)
- La anchura de cada peldaño es de 28 cm
- Dispone de pasamanos a ambos lados de la escalera, dado que la anchura de la escalera es mayor a 1,20m.

#### Señalización de evacuación

Las salidas del establecimiento estarán debidamente señalizadas.

Se emplearan las señales de salida, de uso habitual o de emergencia, definidos por la norma UNE 23034:1988, conforme los siguientes criterios:

- Las salidas de recinto, planta o de edificio tendrán una señal de “SALIDA”.
- La señal del letrero de “Salida de emergencia” tiene que utilizarse en toda salida prevista por uso exclusivo en caso de emergencia.
- Tienen que ponerse señales indicativas de dirección en los recorridos, visibles desde todo punto de origen de evacuación desde el cual no se vean directamente las salidas o las señales indicativas, y en particular, ante toda salida de recinto con una ocupación mayor a 100 personas.
- En los puntos de recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede indicada claramente la alternativa correcta, como puede ser el caso de alguna bifurcación, o escaleras que continúen otros trazados.
- En estos recorridos, junto con las puertas que no sean de salida y que puedan inducir a error en la evacuación tiene que disponer la señal “Sin salida” en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.

- El tamaño de los letreros será:

I) 210x210 cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10m

II) 420x420 cuando la distancia de observación de la señal esté comprendida entre 10 y 20m

III) 594x594 cuando la distancia de observación de la señal esté comprendida entre 20 y 30 m.

#### Señalización de los medios de protección

Han de señalizarse los medios de protección contra incendios de utilización manual, que no sean de fácil localización desde algunos puntos de la zona protegida por este medio, de forma tal que desde este punto la señal resulte fácilmente visible. Las señales estarán definidas en la norma UNE 23 033-1:

I) 210x210 cuando la distancia de visión de la señal no exceda los 10m

II) 420x420 cuando la distancia de visión de la señal esté entre 10y 20m.

III) 594x594 cuando la distancia de visión de la señal esté entre 20 y 30m.

#### *2.8.7.1.2.6 Instalaciones técnicas de servicio de los establecimientos industriales*

La instalación eléctrica, climatización, aire comprimido, gas y aparatos elevadores de la actividad cumplirán con los requisitos establecidos por la normativa vigente que específicamente los afecta, por lo que se dispondrá de la correspondiente autorización de funcionamiento de cada instalación.

#### *2.8.7.1.3 Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales.*

#### Sistemas automáticos de detección de incendio

A pesar de que no es una instalación exigida según la caracterización de la actividad y su nivel de riesgo intrínseco, ni por el taller ni por las oficinas, se ha optado por la instalación de un sistema automático de detección de incendios al edificio de oficinas, formado por los siguientes elementos:

- detectores ópticos térmicos analógicos empotrados en el falso techo
- central de detección, colocada en el distribuidor de la planta baja

#### Sistemas manuales de alarma de incendio

Disponiendo el establecimiento industrial de una superficie construida total superior a 1.000 m<sup>2</sup>, se instalará un sistema manual de alarma de incendio mediante pulsadores de alarma analógicos, que están colocados próximos a las salidas, siendo la distancia máxima desde cualquier punto hasta un pulsador no superior a 25 m.

También se instalarán varias sirenas interiores y una exterior en la fachada principal de oficinas que emitirán la señal acústica y óptica.

### Extintores de incendio

Se instalarán extintores de incendio portátiles de 6 kg, de eficacia 21A-113B, distribuidos según consta a los planos adjuntos.

Su emplazamiento permitirá que sean fácilmente visibles y accesibles. Estarán situados próximos a los puntos donde se estime mayor probabilidad de iniciarse el incendio y su distribución será de forma que el máximo recorrido desde cualquier punto de incendio hasta el extintor no supere los 15 metros.

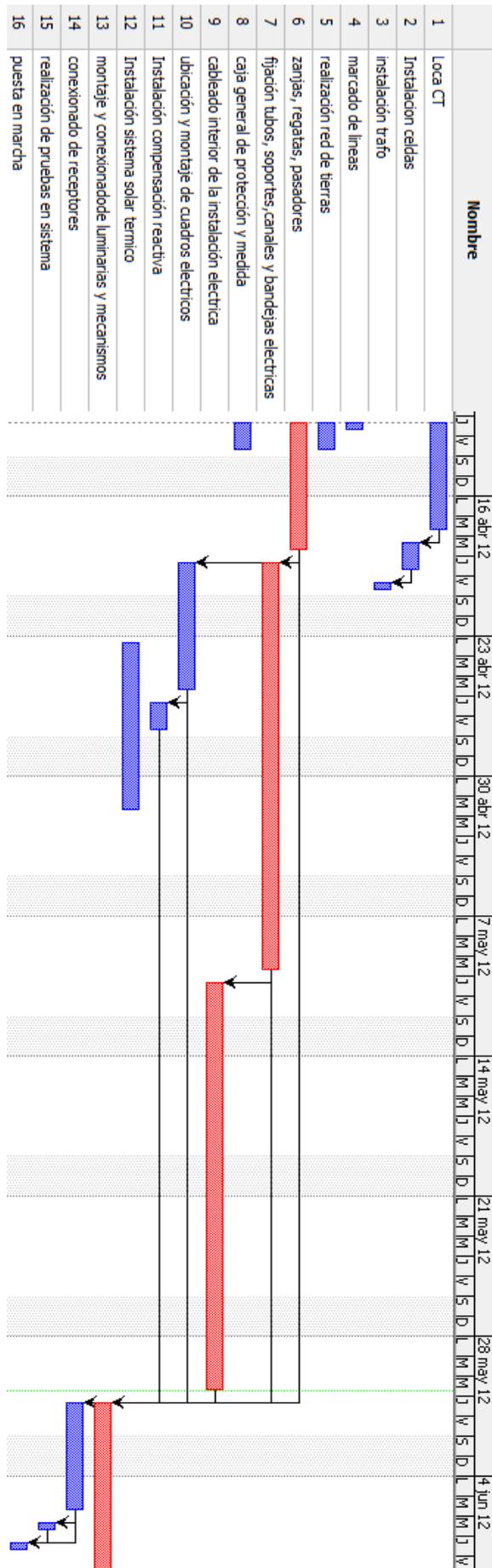
### Sistemas de alumbrado de emergencia

El establecimiento dispondrá de la instalación de alumbrado de emergencia, que cumplirá los siguientes requisitos:

- Será fija, tendrá una fuente propia de energía y entrará automáticamente en funcionamiento cuando se produzca un fallo del 70 % de su tensión nominal de servicio.
  
- Mantendrá las condiciones de servicio durante una hora, como mínimo.
  
- Proporcionará una iluminancia de 1 lux, como mínimo, a nivel de tierra en los recorridos de evacuación.
  
- La uniformidad de la iluminación a los diferentes puntos será tal que el cociente entre la iluminancia máxima y mínima sea inferior a 40.
  
- Los niveles de iluminación establecidos se tienen que obtener considerando nulo el factor de reflexión de paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que comprenda la reducción del rendimiento luminoso debido al envejecimiento de las lámparas y a la suciedad de las luminarias.

**2.8.9 Planificación**

ACTIVIDADES A REALIZAR	TIEMPO DE DURACIÓN (días)	Nº DE TRABAJADORES
1- Local CT	4	2
2- Instalacion celdas	2	2
3- instalación trafo	1	2
4- marcado de lineas	1	1
5- realización red de tierras	1	2
6- zanjas, regatas, pasadores...	5	2
7- fijación de tubos, soportes, canales y bandejas electricas	7	2 /4
8- caja general de protección y medida	2	2
9- cableado interior de la instalación electrica	15	4/6
10- ubicación y montaje de los cuadros electricos	5	2
11- Instalación compensación de Reactiva	2	2
12- Instalación sistema solar termico	7	3
13- montaje y conexionado de luminarias y mecanismos	7	4
14- conexionado de receptores	4	2
15- realizacion de pruebas en sistemas electricos.	1	2
<b>TOTALES</b>	<b>64</b>	<b>6</b>



### **2.8.10 Orden de prioridad entre los Documentos Básicos**

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

Tarragona, 30 de Mayo del 2012

El ingeniero Técnico

David Gómez Ruiz



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **3. ANEXOS**

La propiedad:

HIERROS PREFORMADOS, S.A

Autor:

David Gómez Ruiz

## ÍNDICE ANEXOS

3. ANEXOS.....	92
ÍNDICE CALCULOS.....	93
3.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA.....	94
3.2 CALCULOS.....	94
3.2.1 Instalación Baja Tensión.....	94
3.2.1.1 Descripción de la instalación.....	94
3.2.1.2 Descripción de las Fórmulas.....	96
3.2.1.3 Demanda de Potencias.....	101
3.2.1.4 Consideraciones de cálculo.....	102
3.2.1.5 CGBT 1.....	109
3.2.1.6 CGBT2.....	126
3.2.1.7 Tablas Resumen de los resultados obtenidos.....	200
3.2.2 Instalación Alta Tensión.....	206
3.2.2.1. Intensidad en Alta Tensión.....	206
3.2.2.2 Intensidad en Baja Tensión.....	206
3.2.2.3 Cortocircuitos.....	206
3.2.2.4 Dimensionado del Embarrado.....	207
3.2.2.5 Selección de las Protecciones de Alta y Baja Tensión.....	208
3.2.2.6 Dimensionado de la Ventilación del C.T.....	210
3.2.2.7 Dimensionado del Pozo Apaga Fuegos.....	210
3.2.2.8 Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra.....	211
3.2.2.9 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.....	213
3.2.2.10 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.....	214
3.2.2.11 Cálculo de las tensiones aplicadas.....	214
3.2.3 Calculo de Tierras.....	216
3.2.5.1 Red de Tierras general.....	216
3.2.4 Calculo Compensación de Reactiva.....	218
3.2.5 Cálculos Lumínicos.....	220
3.2.4.1 Luminarias del proyecto.....	220
3.2.4.2 Listado de cálculos lumínicos de interior.....	223
3.2.4.2.1 Hall-Distribuidor-Oficinas PB.....	223
3.2.4.2.2 Despacho 1.....	225
3.2.4.2.3 Mecanica.....	227

3.2.4.2.4 Comedor .....	229
3.2.4.2.5 Limpieza-ACS .....	231
3.2.4.2.6 Pasillo .....	233
3.2.4.2.7 Sala de visitas .....	235
3.2.4.2.8 Vestuario hombres .....	237
3.2.4.2.9 Vestuario mujeres .....	239
3.2.4.2.10 Wc's.....	241
3.2.4.2.11 Despacho 2 .....	243
3.2.4.2.12 Despacho 3 .....	245
3.2.4.2.13 Despacho 4 .....	247
3.2.4.2.14 Despacho 5 .....	249
3.2.4.2.15 Despacho 6 .....	251
3.2.4.2.16 Despacho 7 .....	253
3.2.4.2.17 Distribuidor.....	255
3.2.4.2.18 Office P1 .....	257
3.2.4.2.19 Oficinas.....	259
3.2.4.2.20 Sala de juntas .....	261
3.2.4.2.21 Sala de formación .....	263
3.2.4.2.22 Servicio .....	265
3.2.4.2.23 Servidor .....	266
3.2.4.2.24 Vestidor .....	268

### 3.1 DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

Para llevar a cabo los cálculos de la instalación eléctrica para la nave Industrial de taller Metalúrgico se han seguido las indicaciones, normativas y documentaciones siguientes:

- RD 842/2002: Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias.
- RD 486/1997, determinan los niveles lumínicos mínimos en cada zona de trabajo. Con la ayuda de los programas de cálculo de luminarias dialux y calculux.
- MIE RAT para los cálculos de Alta Tensión, junto con un manual para el respectivo cálculo.
- Recomendaciones y normas particulares de la empresa suministradora.

Todos los cálculos de dimensionado y calibrado de las protecciones se han realizado con la ayuda del programa informático CIEBT para cálculos eléctricos.

### 3.2 CALCULOS

#### 3.2.1 Instalación Baja Tensión

##### 3.2.1.1 Descripción de la instalación

La instalación objeto del presente Proyecto está compuesta por los diferentes elementos que enumeramos a continuación, cuyas características y composición de cuadros se relacionarán en capítulos posteriores:

Cuadros: 2 *Generales* - 25 *Secundarios* -  
Circuitos: 39 *de Alumbrado* - 34 *de Fuerza* - 38 *de Motor*

La tensión de servicio que proporcionará la Empresa Distribuidora en la acometida general de la instalación será de **400V trifásica a 50 Hz.**

La Potencia total prevista en la instalación, cuyo cálculo se detallará en el capítulo correspondiente de previsión de potencia a instalar, es de **925 kW.**

Los circuitos que componen la Instalación está previsto que funcionen con una simultaneidad del **77.5 %**, factor que aplicaremos al cálculo. Este factor de simultaneidad responde a la experiencia en instalaciones similares.

Los valores facilitados u obtenidos de las maquinarias son aproximados, como es el caso del Cosφ y el rendimiento de estas, ya que fluctúan mucho.

El régimen de utilización es muy variable, dependiendo de la demanda en la actividad, puede que necesiten gran parte de la maquinaria trabajando simultáneamente o solo sea necesaria una parte de esta. Por eso nos basamos en la experiencia de los resultados obtenidos en otras instalaciones similares.

### Cuadros de mando y protección

Atendiendo a la ITC-BT-17, el cuadro general lo situaremos lo más cercano posible a la entrada del local y todos los cuadros irán situados a una altura superior a 1 m. Se coloca una caja con un interruptor de control de potencia, inmediatamente antes del resto de dispositivos en un compartimento independiente y además precintable.

Las envolventes de los cuadros se ajustan a las normas UNE 20451 y UNE-EN 60439-3, teniendo un grado de protección mínimo IP 30 según UNE 20324 e IK07 según UNE-EN 50102.

La envolvente del ICP será precintable y sus características y tipo corresponden a un modelo aprobado.

Las cajas estarán provistos de:

- Un **interruptor general automático** de corte omnipolar que permita su accionamiento manual, dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, según las ITC-BT-22 y 23. Tendrá un poder de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación y que será como mínimo de 4500 A. Será independiente del interruptor de control de potencia.

- Un **interruptor diferencial** destinado a la protección contra contactos indirectos, cuyas capacidades se definirán en el capítulo de cálculo, así como su sensibilidad, que en todo momento, se ajustará a las prescripciones de la ITC-BT-24, llevando una placa indicadora del circuito al que pertenecen y con la definición de la intensidad y sensibilidad del mismo.

- **Dispositivos de corte omnipolar**, destinados a la protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada una de las líneas interiores que partan del cuadro, según las ITC-BT-22 y 23. Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos, tendrán protegidos los polos que correspondan al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores de dicho circuito. Las curvas de disparo serán para todos los receptores del tipo C, a excepción de los receptores motores que tendrán una curva D. Este dato el programa de cálculo lo pasa por alto, Vasa la selectividad en la Intensidad nominal del dispositivo de corte.

La instalación lleva su correspondiente puesta a tierra de la forma dispuesta por la ITC-BT-18.

La distribución de cuadros se puede observar en el esquema unifilar que adjuntamos a la memoria, pero también se describen en el capítulo de Previsión de Cargas de la misma, donde se especifica el tipo de línea que se empleará en cada uno de los circuitos, todos dentro del reglamento vigente en la fecha de redacción de esta Memoria.

Conductores y canalizaciones

Los cables serán no propagadores de incendio y con emisión de humos y opacidad reducida con características similares a las definidas en las normas UNE 21123-4 o -5 y UNE 211002

Los elementos de conducción de cables cumplirán con todo lo especificado en la ITC-BT 21 y serán no propagadores de la llama de acuerdo con las normas UNE-EN 50085 y UNE-EN 50086-1.

El número de conductores vendrá fijado por el de fases necesarias para la utilización de los receptores del circuito correspondiente y según su potencia, llevando cada línea su correspondiente conductor neutro así como el conductor de protección.

*3.2.1.2 Descripción de las Fórmulas*

Emplearemos las siguientes:

*Sistema Trifásico:*

$$I = P_c / \sqrt{3} \times U \times \cos\phi \times \eta = \text{amp (A)}$$

$$e = (L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times \eta \times \cos\phi) = \text{volt (V)}$$

este ultimo sumando es despreciable si  $L \ll$ .

$$e_{\text{total}} = \sum e \text{ en serie}$$

*Sistema Monofásico:*

$$I = P_c / U \times \cos\phi \times \eta = \text{amp (A)}$$

$$e = (2 \times L \times P_c / k \times U \times n \times S \times R) + (2 \times L \times P_c \times X_u \times \text{Sen}\phi / 1000 \times U \times n \times \eta \times \cos\phi) = \text{volts (V)}$$

En donde:

$P_c$  = Potencia de Cálculo en Watios.

$L$  = Longitud de Cálculo en metros.

$e$  = Caída de tensión en Voltios.

$K$  = Conductividad.

$I$  = Intensidad en Amperios.

$U$  = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

$S$  = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

$\cos\phi$  = Coseno de  $\phi$ . Factor de potencia.

$\eta$  = Rendimiento. (Para líneas motor).

$n$  = N° de conductores por fase.

$X_u$  = Reactancia por unidad de longitud en  $\text{mW/m}$ .

Caídas de tensión admisibles desde salida C.T; 4,5% para receptores de alumbrado y 6,5% para fuerza.

El calculo de secciones del conductorse realiza a través de la densidad de corriente y se comprueba con la caída de tensión.

**Fórmula Conductividad Eléctrica**

$$K = 1/r$$

$$r = r_{20}[1+a(T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0)(I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T.

r = Resistividad del conductor a la temperatura T.

r<sub>20</sub> = Resistividad del conductor a 20°C.

$$\text{Cu} = 0.018$$

$$\text{Al} = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T<sub>0</sub> = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T<sub>max</sub> = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I<sub>max</sub> = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

**Fórmulas Sobrecargas**

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I<sub>b</sub>: intensidad utilizada en el circuito.

I<sub>z</sub>: intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I<sub>n</sub>: intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I<sub>n</sub> es la intensidad de regulación escogida.

I<sub>2</sub>: intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

En la práctica I<sub>2</sub> se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos (1,45 I<sub>n</sub> como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles (1,6 I<sub>n</sub>).

**Fórmulas Cortocircuito**

$$I_{pccI} = C_t U / \sqrt{3} Z$$

Siendo,

$I_{pccI}$  = Intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

$C_t$  = Coeficiente de tensión.

$U$  = Tensión trifásica en V.

$Z_t$  = Impedancia total en mW, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

$I_{pccF}$  = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

$C_t$  = Coeficiente de tensión.

$U_F$  = Tensión monofásica en V.

$Z_t$  = Impedancia total en mW, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

$R_t = R_1 + R_2 + \dots + R_n$  (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$X_t = X_1 + X_2 + \dots + X_n$  (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad [m W]$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad [m W]$$

Siendo,

R = Resistencia de la línea en mohm.

X = Reactancia de la línea en mohm.

L = Longitud de la línea en m.

$C_R$  = Coeficiente de resistividad.

K = Conductividad del metal.

S = Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

Xu = Reactancia de la línea, en mohm por metro.

N = n° de conductores por fase.

$$t_{mcc} = C_c \cdot S^2 / I_{pcc} F^2$$

Siendo,

T<sub>mcc</sub> = Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I<sub>pcc</sub>.

C<sub>c</sub> = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S = Sección de la línea en mm<sup>2</sup>.

I<sub>pcc</sub>F = Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

**Curvas válidas.** (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B                      IMAG = 5 I<sub>n</sub>

CURVA C                      IMAG = 10 I<sub>n</sub>

CURVA D Y MA              IMAG = 20 I<sub>n</sub>

### Fórmulas compensación energía reactiva

$$\cos\phi = P/\sqrt{(P^2+ Q^2)}.$$

$$\text{tg}\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P_x(\text{tg}\phi_1-\text{tg}\phi_2).$$

$$C = Q_c \times 1000 / U^2 \times x_w; \text{ (Monofásico - Trifásico conexión estrella).}$$

$$C = Q_c \times 1000 / 3 \times U^2 \times x_w; \text{ (Trifásico conexión triángulo).}$$

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Qc = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

$\phi 1$  = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

$\phi 2$  = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

$\omega = 2\pi f$ ; f = 50 Hz.

C = Capacidad condensadores (F);  $\times 1000000(\mu F)$ .

## **Fórmulas Resistencia Tierra**

### Placa enterrada

$$R_t = 0,8 \cdot r / P$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

P: Perímetro de la placa (m)

### Pica vertical

$$R_t = r / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud de la pica (m)

### Conductor enterrado horizontalmente

$$R_t = 2 \cdot r / L$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

L: Longitud del conductor (m)

### Asociación en paralelo de varios electrodos

$$R_t = 1 / (L_c/2r + L_p/r + P/0,8r)$$

Siendo,

Rt: Resistencia de tierra (Ohm)

r: Resistividad del terreno (Ohm·m)

Lc: Longitud total del conductor (m)

Lp: Longitud total de las picas (m)

P: Perímetro de las placas (m)

Alumbrado

Para realizar los cálculos lumínicos se emplea el soporte informático de la casa Dialux, en concreto el programa DIALux 4.10.

Se ha tenido en cuenta las necesidades mínimas de iluminación marcadas por el CTE, y las tablas pertinentes.

Los resultados de los cálculos lumínicos se encuentran en el apartado 3.2.4.

*3.2.1.3 Demanda de Potencias*

A partir de las siguientes demandas de potencia, se extraen las potencias que intervendrán en el dimensionado de la instalación.

- Potencia total instalada:		- Potencia de cálculo:
CGBT 1	428600 W	349830 W
CGBT 2	495702.91 W	433041.03 W
<b>TOTAL....</b>	<b>924302.88 W</b>	<b>782871.03 W</b>

$924302.88/0.8 = 1155,378\text{kVA}$  sin rectificar.

Como queremos llegar a tener un  $\text{Cos}\phi = 0.95$ , lo tenemos en cuenta en los cálculos de partida.

$S_{1=}$	451.15 kVA	368.24 kVA
$S_{2=}$	521,79 kVA	455.83 kVA

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 66202.91
- Potencia Instalada Fuerza (W): 858100
- Potencia Máxima Admisible (W): 1006319.75

Así pues, los cálculos eléctricos, partirán a priori, de las siguientes hipótesis totales para el cálculo de secciones generales:

$\text{Cos}\phi_{\text{inicial}}$	=	0,8
$\text{Cos}\phi_{\text{final}}$	=	0,95
$\text{Coef simult.}$	=	0,77
$P_{\text{inst.}}$	=	924,302 kW (CGBT1=428,6kW, CGBT2=495,7 kW)
$P_{\text{calc.}}$	=	782,71 kW (CGBT1=349,83kW, CGBT2=433,03 kW)

### 3.2.1.4 Consideraciones de cálculo.

#### Caídas de tensión

Para la comprobación de la caída de tensión en el resto de líneas, se tomarán los criterios según la instrucción *ITC-BT-19, apdo. 2.2.2*, donde la sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del **3 %** de la tensión en el origen de la instalación para *alumbrado*, y del **5 %** para los *demás usos*, considerándose siempre como origen de la instalación el cuadro general de mando y protección.

El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales (1,5 %), de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas (4,5 % en alumbrado y 6,5 % en Fuerza, computando las caídas desde el CT).

#### Prot.Térmica (fusiblesy dispositivos regulables)

Introducción:

*Coefficiente de intensidad de fusión de Fusibles y regulación protecciones generales.*

- *Sobrecargas*

Según la norma *UNE 20-460-90/4-43*, las características de funcionamiento de un dispositivo que proteja un conductor contra las sobrecargas debe satisfacer las dos condiciones siguientes:

1)  $I_b \leq I_n \leq I_z$

2)  $I_2 \leq 1,45 I_z$

Donde:

**I<sub>b</sub>**, es la intensidad utilizada (de calculo) en el circuito;

**I<sub>z</sub>**, es la intensidad admisible del conductor según la norma *UNE 20-460/5-523*.

**I<sub>n</sub>**, es la intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, **I<sub>n</sub>** es la intensidad de regulación escogida.

**I<sub>2</sub>**, es la intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica **I<sub>2</sub>** se toma igual:

- *a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos.*

- *a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles.*

En fusibles, **I<sub>2</sub>** suele ser 1,6 x **I<sub>n</sub>**, siendo **I<sub>n</sub>** la intensidad nominal del fusible. Por lo tanto para cumplir la segunda condición se deberá verificar:

$$1,6 \cdot I_n \leq 1,45 \cdot I_z$$

$$1,6/1,45 \cdot I_n \leq I_z$$

$$1,1 \cdot I_n \leq I_z$$

Esta desigualdad representa que la intensidad admisible del cable, cuando la protección se realiza mediante fusibles, deberá ser mayor que la intensidad nominal del fusible mayorada en una proporción de 1,1.

Este coeficiente es el que se define en el programa de cálculo utilizado, como coeficiente de intensidad de fusión de fusibles.

Para el cálculo de los fusibles y protecciones reguladas, la intensidad de regulación y el calibre de los fusibles, estarán comprendidos entre un valor inferior a la intensidad máxima admisible del conductor y un valor superior a la intensidad calculada.

En el caso de los fusibles generales, al existir protección térmica aguas abajo, se dimensionarán únicamente bajo criterios de **cortocircuito**.

#### *Condiciones de protección de fusibles en CC.*

En estas condiciones, se dimensionará el fusible en función de su resistencia a CC durante un periodo inferior a 5 s, así como la resistencia del conductor bajo el mismo efecto.

Se toma el parámetro **IF 5** como Intensidad de Fusión de Fusibles en 5 segundos, proporcionada por el fabricante y se compara con la intensidad de cortocircuito admisible por un conductor durante 5 s a final de línea, **Icccf**.

Se extraerá el valor de **Icccf**, del programa y se buscará la protección por fusible que cumpla con la siguiente condición:

$$Icccf(A) > IF 5(A)$$

#### **Cálculos a cortocircuito y curvas de disparo.**

El cortocircuito es un defecto franco (impedancia de defecto nula) entre dos partes de la instalación a distinto potencial, y con una duración inferior a **5 s**.

Estos defectos pueden ser motivados por contacto accidental o por fallo de aislamiento, y pueden darse entre fases, fase-neutro, fase-masa o fase-tierra. Un cortocircuito es, por tanto, una sobre intensidad con valores muy por encima de la intensidad nominal que se establece en un circuito o línea.

La **ITC-BT-22** nos dice que en el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos, cuya capacidad de corte (poder de corte) estará de acuerdo con la **máxima intensidad de cortocircuito** que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten, como dispositivos de protección contra cortocircuitos, fusibles adecuados y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

Se calcularán pues las corrientes de **cortocircuito en inicio de línea** ( $I_{pccI}$ ) y a **final de línea** ( $I_{pccF}$ ).

- Para el primer caso ( $I_{pccI}$ ), se obtendrá la **máxima intensidad** de c.c. que puede presentarse en una línea, determinada por un cortocircuito tripolar, en el origen de ésta, sin estar limitada por la propia impedancia del conductor. Se necesita para la determinación del **poder de corte** del elemento (mecanismo) de protección a sobre intensidades situado en el origen de todo circuito o línea eléctrica.
- Para el segundo caso ( $I_{pccF}$ ), se obtendrá la **mínima intensidad** de c.c. para una línea, determinada por un cortocircuito fase-neutro y al final de la línea o circuito en estudio. Se necesita para determinar si un conductor queda protegido en toda su longitud a c.c., ya que es condición imprescindible que la  $I_{pccF}$  sea mayor o igual que la **intensidad del disparador electromagnético**, para una **curva determinada** en interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético, o que sea mayor o igual que la intensidad de **fusión de los fusibles en 5 s.**, cuando se utilizan estos elementos de protección a cortocircuito.

Este concepto es sencillo de entender, ya que con **intensidades de cortocircuito grandes**, *actuará el disparador electromagnético o fundirá el fusible de protección*; el problema se presenta **con intensidades de c.c. pequeñas**, pues en estos casos pueden caer por detrás del disparador electromagnético, actuando por lo tanto el *relé térmico* y no pudiendo asegurar el tiempo de desconexión en los límites de seguridad adecuados (sabíamos con toda seguridad que cuando actúa el disparador electromagnético se produce la desconexión en tiempos inferiores a 0,1 s).

### Poder de corte

Realizada la aclaración anterior, comentar que el programa de cálculo contempla en su base de datos los dispositivos de protección con los siguientes poderes de corte que aplicará en función de los resultados de  $I_{pccI}$ :

#### Interruptores automáticos

3      4,5    6      10      22      25      35      50      70      100 [kA]

#### Fusibles

50 y 100 [kA]

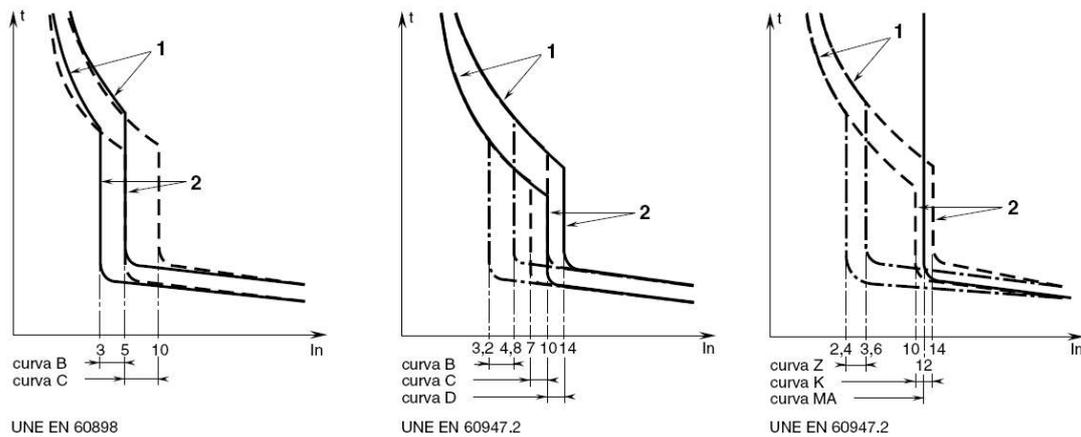
Curvas electromagnéticas

Los interruptores automáticos, pueden actuar básicamente a:

Sobrecargas: El relé *térmico* actúa por calentamiento de un elemento calibrado.

Cortocircuito: El relé *electromagnético* actúa por campo electromagnético.

Para un interruptor automático de una intensidad nominal dada (In), podemos tener las siguientes curvas electromagnéticas asociadas a las corrientes de cortocircuito:



En primer lugar, cabe señalar que las curvas se clasifican en función de IMAG (A), así tendremos:

CURVA B                       $IMAG = 5 I_n$

CURVA C                       $IMAG = 10 I_n$

CURVA D Y MA               $IMAG = 20 I_n$

El disparador electromagnético actúa del modo siguiente para las distintas curvas:

CURVA ELECTROMAGNETICO (S)	INTENSIDAD	TIEMPO	DISPARO
----------------------------	------------	--------	---------

B	$3 I_n$		
---	---------	--	--

C	$5 I_n$		NO DISPARO
---	---------	--	------------

D y MA	$10 I_n$		
--------	----------	--	--

B	5 In	
C	10 In	DISPARO t 0,1 s
D y MA	20 In	

De aquí se deduce una cuestión, es el hecho que dada una línea o conductor con una sección determinada a *calentamiento y a c.d.t.* %, y dado un interruptor automático (o magnetotérmico) con una **In** elegida adecuadamente a sobrecargas, dicha línea puede quedar perfectamente protegida a **c.c.** si se verifican dos condiciones:

1º) La **I<sub>pccF</sub>** (A) al final del conductor debe ser **mayor o igual** que la IMAG para alguna de las curvas señaladas, y para un interruptor de intensidad nominal **In**.

B	$I_{pccF} (A) \geq 5 In$
C	$I_{pccF} (A) \geq 10 In$
D y MA	$I_{pccF} (A) \geq 20 In$

En este caso, tendremos la seguridad de que dicho interruptor (In) abrirá (para la curva que verifique la anterior expresión) en un tiempo *inferior* a 0,1 s = 100 ms.

2º) De la condición anterior se deduce que, en las circunstancias señaladas, el defecto durará menos de 0,1 s.

Si no se verifica la 2ª condición ( $t_{mcc} \geq 0,1$  s), significa que no podemos asegurar con certeza que el conductor soporte la **I<sub>pccF</sub>**, con lo cual se puede producir un calentamiento excesivo en un su aislamiento (puede llegar a superar la  $t^a$  de c.c.) y como consecuencia producirse arcos eléctricos y posibles incendios.

Por lo tanto deberá comprobarse el tiempo máximo en sg que un conductor soporta una **I<sub>pcc</sub>** ( $t_{mcc}$ ).

El programa cacula para cada interruptor, los tipos de curvas que cumplen con la condicion anterior.

En los casos en los que existan protecciones en cascada, se aplicará *selectividad* con el fin de evitar que en caso de producirse un c.c en un dispositivo aguas abajo, se venga abajo todo el sistema al caer las protecciones generales.

Se aplicará también este criterio en las protecciones *diferenciales*, actuando en la elección de la sensibilidad de los mismos (30mA-300mA) dentro de los márgenes de seguridad personal aplicables.

Si no atendemos a las curvas indicadas para cada caso, y no se cumple la condición anterior, la intensidad de c.c. **I<sub>pccF</sub>** entrará en la *zona térmica*, provocando la desconexión muy probablemente en tiempos superiores a **1s**, con lo cual se produce un calentamiento en el aislamiento.

Por último, cabe señalar que las curvas **B** y **C** se suelen emplear en receptores de *alumbrado y tomas de corriente* y la curva **D** en *motores*, ya que esta última (siempre que sea válida a c.c.), desplaza bastante a la derecha el disparador electromagnético, permitiendo por tanto el arranque de motores. (MIE BT 034, coeficientes de intensidad de arranque e intensidad nominal en receptores a motor).

### Dimensionado de los fusibles de entrada – Poder de corte y calibre para CGBT2

El programa de cálculo se basa en las normas de referencia y en la base de datos interna con la que cuenta éste.

Condición 1:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Esta condición indica físicamente que el fusible debe dejar pasar la corriente necesaria para que la instalación funcione según la demanda prevista, pero no debe permitir que alcance una corriente que deteriore el cable, concretamente, su aislamiento, que es la parte más débil.

*I<sub>b</sub>*: corriente de diseño del circuito correspondiente.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi} = 495000 / \sqrt{3} \times 400 \times 0.95 = 752 \text{ A}$$

*I<sub>n</sub>*: Corriente nominal fusible.

Los valores normalizados de fusibles son los que se muestran en la Tabla siguiente:

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Intensidades Nominales normalizadas de los fusibles de BT

Por lo tanto, seleccionaremos el inmediatamente más grande que será el de **800 A**

*I<sub>z</sub>*: Corriente máxima admisible del conductor protegido

Se obtiene de la tabla según la sección del conductor preseleccionado.

Condición 2:

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

Esta desigualdad expresa que en realidad los cables eléctricos pueden soportar sobrecargas transitorias (no permanentes) sin deteriorarse de hasta un 145% de la intensidad máxima admisible térmicamente y solo entonces los fusibles han de actuar, fundiéndose cuando, durante el tiempo convencional de fusión.

$I_f$ : corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección y se obtiene de la siguiente tabla:

$I_n$ (A)	Tiempo convencional (h)	$k$ Corriente convencional de fusión
$I_n \leq 4$	1	$2,1 I_n$
$4 < I_n \leq 16$	1	$1,9 I_n$
$16 < I_n \leq 63$	1	$1,8 I_n$
$63 < I_n \leq 160$	2	$1,8 I_n$
$160 < I_n \leq 400$	3	$1,8 I_n$
$400 < I_n$	4	$1,8 I_n$

En este caso  $400 < I_n \rightarrow 1,6 \times I_n$

$$I_f = 1,6 \times 800 = 1280 \text{ A}$$

$I_z = 590 \text{ A}$  para cable de 240, pondremos 3 conductores por fase.

#### Cálculo de la ACOMETIDA CGBT1

La Acometida será directa del secundario del trafo. 1 al embarrado de la CGBT 1.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 15 m;  $\cos \varphi$ : 0.95;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 428600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $78000 \times 1.25 + 252330 = \mathbf{349830 \text{ W}}$ . (Coef. de Simult.: 0.77 )

$$I = 349830 / (1,732 \times 400 \times 0.95) = 531.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $2(4 \times 240 + TT \times 120) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: XZ1

I.ad. a 25°C ( $F_c=1$ ) 800 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(200) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 53.69

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 349830 / (49.07 \times 400 \times 2 \times 240) = 0.56 \text{ V.} = 0.14 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.14\% \text{ ADMIS (2\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 630 A.

Cálculo de la Línea: CGBT 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.95; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 428600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $78000 \times 1.25 + 252330 = 349830$  W. (Coef. de Simult.: 0.77 )

$$I = 349830 / (1.732 \times 400 \times 0.95) = 531.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x150+TTx95)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: XZ1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 600 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(180) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 76.01

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 349830 / (45.55 \times 400 \times 2 \times 150) = 0.96 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.38\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 566 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 630 A. Térmico reg. Int.Reg.: 566 A.

### 3.2.1.5 CGBT 1

#### DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

SC1- Estribadora 1	25000 W
SC2-Estribadora 2	12000 W
SC3-Carro Corte	32800 W
SC4-Fabrica.Malla	78000 W
SC5- Plegadora	3000 W
SC6-End. cizalla	45000 W
SC7- Prejaulas	73000 W
SC8- Enderezadora	27000 W
SC9- Carros Corte	131800 W
SC10- Oficina Nave	1000 W
	<b>428600 W</b>

- Potencia total de cálculo: (con los coeficientes): **349830 W**

Cálculo de la Línea: SC1- Etribadora 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m;  $\cos\phi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
25000x1.25=31250 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=31250/1,732 \times 400 \times 0.8=56.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.09

$e(\text{parcial})=75 \times 31250 / 48.67 \times 400 \times 25=4.82 \text{ V.}=1.2 \%$

$e(\text{total})=1.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

**SC1- Etribadora 1**

- Potencia total instalada:

M1-Etribadora MEP	25000 W
TOTAL....	25000 W

Cálculo de la Línea: M1-Etribadora MEP

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos\phi$ : 0.85;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 0.85
- Potencia a instalar: 25000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
25000x1.25=31250 W.

$$I=31250/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 0.85=62.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.72

$e(\text{parcial}) = 10 \times 31250 / 48.07 \times 400 \times 25 \times 0.85 = 0.76 \text{ V.} = 0.19 \%$

$e(\text{total}) = 1.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 63 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: SC2-Estribadora 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 110 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 12000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$12000 \times 1.25 = 15000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 15000 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 27.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 10 + TT \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.35

$e(\text{parcial}) = 110 \times 15000 / 49.48 \times 400 \times 10 = 8.34 \text{ V.} = 2.08 \%$

$e(\text{total}) = 2.24\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

### **SC2-Estribadora 2**

- Potencia total instalada:

M2-Estribadora 2	12000 W
TOTAL....	12000 W

Cálculo de la Línea: M2-Estibadora 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 12000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
12000x1.25=15000 W.

$$I=15000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 0.8 = 33.83 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.73

$$e(\text{parcial}) = 10 \times 15000 / 48.4 \times 400 \times 10 \times 0.8 = 0.97 \text{ V.} = 0.24 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 40 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC3-Carro Corte

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 32800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
32800x1.25=41000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=41000/1,732 \times 400 \times 0.8 = 73.98 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.69

$$e(\text{parcial}) = 85 \times 41000 / 46.81 \times 400 \times 25 = 7.45 \text{ V.} = 1.86 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 75 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 75 A.

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

**SC3-Carro Corte**

- Potencia total instalada:

M3-Carro de Corte	32800 W
TOTAL....	32800 W

Cálculo de la Línea: M3-Carro de Corte

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 1
- Potencia a instalar: 32800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
32800x1.25=41000 W.

$$I=41000/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 73.98 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 67.69

$$e(\text{parcial})=10 \times 41000 / 46.81 \times 400 \times 25 \times 1 = 0.88 \text{ V.} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total})=2.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 75 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC4-Fabrica.Malla

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 35 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 78000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
78000x1.25=97500 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=97500/1,732 \times 400 \times 0.8 = 175.92 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 70.84

$e(\text{parcial})=35 \times 97500 / 46.32 \times 400 \times 95 = 1.94 \text{ V.} = 0.48 \%$

$e(\text{total})=0.64\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 210 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 210 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### SC4-Fabrica.Malla

- Potencia total instalada:

M4-Fabrica.Malla	78000 W
TOTAL....	78000 W

#### Cálculo de la Línea: M4-Fabrica.Malla

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;  $\eta$ : 0.9

- Potencia a instalar: 78000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $78000 \times 1.25 = 97500 \text{ W.}$

$I=97500 / 1,732 \times 400 \times 0.8 \times 0.9 = 195.46 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 78.07

$e(\text{parcial})=10 \times 97500 / 45.25 \times 400 \times 95 \times 0.9 = 0.63 \text{ V.} = 0.16 \%$

$e(\text{total})=0.79\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 210 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC5- Plegadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 3750 / (1.732 \times 400 \times 0.87) = 6.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 Lad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.39

$$e(\text{parcial}) = 25 \times 3750 / (50.89 \times 400 \times 2.5) = 1.84 \text{ V.} = 0.46 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**SC5- Plegadora**

- Potencia total instalada:

M5- Plegadora	3000 W
TOTAL....	3000 W

Cálculo de la Línea: M5- Plegadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.7
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$

$$I = 3750 / (1.732 \times 400 \times 0.87 \times 0.7) = 8.89 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 Lad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.92

$e(\text{parcial})=10 \times 3750 / 50.25 \times 400 \times 2.5 \times 0.7 = 1.07 \text{ V.} = 0.27 \%$

$e(\text{total})=0.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: SC6-End. cizalla

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 80 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 45000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$45000 \times 1.25 = 56250 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 56250 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 101.49 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.57

$e(\text{parcial})=80 \times 56250 / 47.61 \times 400 \times 50 = 4.73 \text{ V.} = 1.18 \%$

$e(\text{total})=1.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

#### **SC6-End. cizalla**

- Potencia total instalada:

M6-End. Ciza.dobl.	45000 W
TOTAL....	45000 W

Cálculo de la Línea: M6-End. Ciza.dobl.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 45000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
45000x1.25=56250 W.

$$I=56250/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.8=116.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.82

e(parcial)=10x56250/46.48x400x50x0.8=0.76 V.=0.19 %

e(total)=1.52% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC7- Prejaulas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 85 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 73000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
73000x1.25=91250 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=91250/1,732 \times 400 \times 0.87=151.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 62.84

e(parcial)=85x91250/47.57x400x95=4.29 V.=1.07 %

e(total)=1.22% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 207 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 207 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

**SC7- Prejaulas**

- Potencia total instalada:	
M7- Prejaulas	73000 W
TOTAL....	73000 W

Cálculo de la Línea: M7- Prejaulas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 73000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
73000x1.25=91250 W.

$$I=91250/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.8=189.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 224 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 75.69

$$e(\text{parcial})=10 \times 91250 / 45.6 \times 400 \times 95 \times 0.8=0.66 \text{ V.}=0.16 \%$$

$$e(\text{total})=1.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 207 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC8- Enderezadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 27000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
27000x1.25=33750 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=33750/1,732 \times 400 \times 0.8=60.89 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.76

$$e(\text{parcial})=30 \times 33750 / 48.23 \times 400 \times 25=2.1 \text{ V.}=0.52 \%$$

$$e(\text{total})=0.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 71 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 71 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### SC8- Enderezadora

- Potencia total instalada:

M8- Enderezadora	27000 W
TOTAL....	27000 W

#### Cálculo de la Línea: M8- Enderezadora

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.87

- Potencia a instalar: 27000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $27000 \times 1.25 = 33750 \text{ W}$ .

$I = 33750 / (1,732 \times 400 \times 0.85 \times 0.87) = 65.88 \text{ A}$ .

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Díámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.96

$e(\text{parcial}) = 10 \times 33750 / (47.71 \times 400 \times 25 \times 0.87) = 0.81 \text{ V} = 0.2 \%$

$e(\text{total}) = 0.88\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 71 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: SC9- Carros Corte

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 85 m; Cos  $\varphi$ : 0.83; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 131800 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $35000 \times 1.25 + 57260 = 101010 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.7)}$

$$I=101010/1,732 \times 400 \times 0.83=175.66 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x95+TTx50mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 180 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 75 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.57

e(parcial)= $85 \times 101010 / 46.67 \times 400 \times 95 = 4.84 \text{ V.} = 1.21 \%$

e(total)=1.36% ADMIS (4.5% MAX.)

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 178 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 250 A. Térmico reg. Int.Reg.: 178 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

### SC9- Carros Corte

- Potencia total instalada:

M9- Carro corte	35000 W
M10. Carro corte	1800 W
M11- Carro corte	35000 W
M12- Carro corte	30000 W
M12 bis.- Carro C.	30000 W
TOTAL....	131800 W

#### Cálculo de la Línea: M9- Csrro corte

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m; Cos φ: 0.87; Xu(mW/m): 0; η: 0.8

- Potencia a instalar: 35000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$35000 \times 1.25 = 43750 \text{ W.}$$

$$I=43750/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.8=90.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.8

e(parcial)= $10 \times 43750 / 46.94 \times 400 \times 35 \times 0.8 = 0.83 \text{ V.} = 0.21 \%$

e(total)=1.57% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 93 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: M10. Carro corte

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
1800x1.25=2250 W.

$$I=2250/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.8=4.67 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.91

e(parcial)=10x2250/51.16x400x2.5x0.8=0.55 V.=0.14 %

e(total)=1.5% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: M11- Carro corte

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 35000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
35000x1.25=43750 W.

$$I=43750/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.8=90.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.8

e(parcial)=10x43750/46.94x400x35x0.8=0.83 V.=0.21 %

e(total)=1.57% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 93 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: M12- Carro corte

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
30000x1.25=37500 W.

$$I=37500/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.8=77.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.69

$$e(\text{parcial})=10 \times 37500 / 48.08 \times 400 \times 35 \times 0.8=0.7 \text{ V.}=0.17 \%$$

$$e(\text{total})=1.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 87 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: M12 bis.- Carro C.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 30000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
30000x1.25=37500 W.

$$I=37500/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.8=77.77 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.69

$e(\text{parcial})=10 \times 37500 / 48.08 \times 400 \times 35 \times 0.8 = 0.7 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total})=1.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 87 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: SC10- Oficina Nave

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m;  $\cos\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1400 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1400/1,732 \times 400 \times 0.8 = 2.53 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x10+TTx10mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 44 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 32 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial})=60 \times 1400 / 51.5 \times 400 \times 10 = 0.41 \text{ V.} = 0.1 \%$

$e(\text{total})=0.25\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

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

#### **SC10- Oficina Nave**

- Potencia total instalada:

Alum. Emergencia	100 W
Alumb. ofici-aseos	400 W
Enchufes Oficina	500 W
TOTAL....	1000 W

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos}\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
900 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=900/230 \times 0.8=4.89 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.64

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 900 / 51.03 \times 230 \times 1.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: Alum. Emergencia

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\text{Cos}\phi$ : 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.36\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: Alumb. ofici-aseos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
400x1.8=720 W.

$$I=720/230 \times 1=3.13 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.31

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 720 / 51.27 \times 230 \times 1.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.8\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: Enchufes Oficina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.9=2.42 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.4

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 500 / 51.44 \times 230 \times 2.5 = 0.51 \text{ V.} = 0.22 \%$$

$$e(\text{total})=0.47\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### 3.2.1.6 CGBT2

#### Cálculo de la ACOMETIDA CGBT2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.95; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 495702.91 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $44000 \times 1.25 + 378041.03 = 433041.03 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.77)}$

$$I = 433041.03 / 1,732 \times 400 \times 0.95 = 657.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: XZ1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 800 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(200) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 68.97

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 433041.03 / 46.61 \times 400 \times 2 \times 240 = 0.73 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

Fusibles Int. 800 A.

#### Cálculo de la Línea: CGBT 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.95; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 495702.91 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $44000 \times 1.25 + 367078.94 = 433041.03 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.77)}$

$$I = 422078.94 / 1,732 \times 400 \times 0.95 = 641.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2(4x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - Libre de halógenos y baja emisión de humos opacos y gases corrosivos -. Desig. UNE: XZ1

I.ad. a 25°C (Fc=1) 800 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 2(225) mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 66.77

$$e(\text{parcial}) = 15 \times 422078.94 / 46.95 \times 400 \times 2 \times 240 = 0.7 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 721 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 800 A. Térmico reg. Int.Reg.: 721 A.

**CGBT 2**DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

SC11-End. Cizalla	35000 W
SC12- Estribadora	20000 W
SC13- Compresores	28000 W
SC14- Gruas BL 1	44000 W
SC-15 Gruas BL 2	44000 W
SC16- Gruas BL 3	44000 W
SC17- Gruas BL 4	44000 W
SC18- Grua Patio	9900 W
SC19- Soldador 1	6000 W
SC20- Soldador 2	6000 W
SC21- Soldador 3	6000 W
SC22- Clima	58500 W
A1-A.Emer. Nave E1	100 W
A2- Alumb. Nave L1	3000 W
A3- Alumb. Nave L2	3000 W
A4- Alumb. Nave L3	3000 W
A5-A.Emer. Nave E2	100 W
A6- Alumb. Nave L4	3000 W
A7- Alumb. Nave L5	3000 W
A8- Alumb. Nave L6	3000 W
A9-A.Emer. Nave E3	100 W
A10-Alumb. Nave L7	3000 W
A11-Alumb. Nave L8	3000 W
A12-Alumb. Nave L9	3000 W
A13-A.Emer.Nave E4	100 W
A14-Alumb.Nave L10	3100 W
A15-Alumb.Nave L11	3100 W
A16-Alumb.Nave L12	3100 W
A17-A.Emer.Nave E5	100 W
A18-Alumb.Nave L13	3100 W
A19-Alumb.Nave L14	3100 W
A20-Alumb.Nave L15	3100 W
A21-Alumb.ext. EX1	5200 W
A22-Alumb.ext. EX2	5200 W
M27- Puertas 1	1500 W
M28- Puertas 2	1500 W
M29- Puertas 3	1500 W
M30- Puertas 4	1500 W
OR1-Reserva 1	300 W
OR2- Reserva 2	500 W
OR3- Reserva 3	1000 W
SC23-Oficinas	86002.91 W
	<b>495702.91 W</b>

- Potencia total de cálculo: (con los coeficientes) **433041.03 W**

Cálculo de la Línea: SC11-End. Cizalla

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 35000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
35000x1.25=43750 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=43750/1,732 \times 400 \times 0.8=78.94 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.28

$$e(\text{parcial})=70 \times 43750 / 47.98 \times 400 \times 35=4.56 \text{ V.}=1.14 \%$$

$$e(\text{total})=1.32\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 89 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 89 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

**SC11-End. Cizalla**

- Potencia total instalada:

M13-End.Ciza.Dobla	35000 W
TOTAL....	35000 W

Cálculo de la Línea: M13-End.Ciza.Dobla

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.89
- Potencia a instalar: 35000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
35000x1.25=43750 W.

$$I=43750/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.89=81.56 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.65

$e(\text{parcial})=10 \times 43750 / 47.76 \times 400 \times 35 \times 0.89 = 0.74 \text{ V.} = 0.18 \%$

$e(\text{total})=1.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 89 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: SC12- Estribadora

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 75 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 20000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$20000 \times 1.25 = 25000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 25000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 45.11 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.53

$e(\text{parcial})=75 \times 25000 / 48.43 \times 400 \times 16 = 6.05 \text{ V.} = 1.51 \%$

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

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

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

### **SC12- Estribadora**

- Potencia total instalada:

M14- Estribadora	20000 W
TOTAL....	20000 W

Cálculo de la Línea: M14- Estribadora

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos\varphi$ : 0.87;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;  $\eta$ : 0.89
- Potencia a instalar: 20000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
20000x1.25=25000 W.

$$I=25000/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.89=46.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.72

$$e(\text{parcial})=10 \times 25000 / 48.23 \times 400 \times 16 \times 0.89=0.91 \text{ V.}=0.23 \%$$

$$e(\text{total})=1.92\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC13- Compresores

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m;  $\cos\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
28000x1.25=35000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=35000/1,732 \times 400 \times 0.8=63.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x25+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 77 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.18

$$e(\text{parcial})=25 \times 35000 / 48 \times 400 \times 25=1.82 \text{ V.}=0.46 \%$$

$$e(\text{total})=0.64\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

**SC13- Compresores**

- Potencia total instalada:

M15- Compresores	28000 W
TOTAL....	28000 W

Cálculo de la Línea: M15- Compresores

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos \varphi$ : 0.87;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 0.87
- Potencia a instalar: 28000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
28000x1.25=35000 W.

$$I=35000/1,732 \times 400 \times 0.87 \times 0.87=66.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 73 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 81.8

$$e(\text{parcial})=10 \times 35000 / 44.72 \times 400 \times 16 \times 0.87=1.41 \text{ V.}=0.35 \%$$

$$e(\text{total})=0.99\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 70 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC14- Gruas BL 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m;  $\cos \varphi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 44000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
44000x1.25=55000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=55000/1,732 \times 400 \times 0.8=99.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.58

$e(\text{parcial})=55 \times 55000 / 47.77 \times 400 \times 50 = 3.17 \text{ V.} = 0.79 \%$

$e(\text{total})=0.97\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### SC14- Gruas BL 1

- Potencia total instalada:

M16-Grua BL1 (5+5)	44000 W
TOTAL....	44000 W

#### Cálculo de la Línea: M16-Grua BL1 (5+5)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m;  $\text{Cos}\phi: 0.85$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;  $\eta: 0.8$

- Potencia a instalar: 44000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $44000 \times 1.25 = 55000 \text{ W.}$

$I=55000 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 0.8 = 116.75 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.87

$e(\text{parcial})=10 \times 55000 / 46.47 \times 400 \times 50 \times 0.8 = 0.74 \text{ V.} = 0.18 \%$

$e(\text{total})=1.16\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC-15 Gruas BL 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 44000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $44000 \times 1.25 = 55000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$   
 $I = 55000 / (1.732 \times 400 \times 0.8) = 99.23 \text{ A.}$   
 Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

## Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.58  
 $e(\text{parcial}) = 75 \times 55000 / (47.77 \times 400 \times 50) = 4.32 \text{ V.} = 1.08 \%$   
 $e(\text{total}) = 1.26\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

## Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

## Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

## Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

**SC-15 Gruas BL 2**

- Potencia total instalada:

M17-Grua BL2 (5+5)	44000 W
TOTAL....	44000 W

Cálculo de la Línea: M17-Grua BL2 (5+5)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 44000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $44000 \times 1.25 = 55000 \text{ W.}$

$I = 55000 / (1.732 \times 400 \times 0.85 \times 0.8) = 116.75 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.87

$e(\text{parcial})=10 \times 55000 / 46.47 \times 400 \times 50 \times 0.8 = 0.74 \text{ V.} = 0.18 \%$

$e(\text{total})=1.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: SC16- Gruas BL 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 90 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 44000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$44000 \times 1.25 = 55000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 55000 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 99.23 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.58

$e(\text{parcial})=90 \times 55000 / 47.77 \times 400 \times 50 = 5.18 \text{ V.} = 1.3 \%$

$e(\text{total})=1.48\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

### **SC16- Gruas BL 3**

- Potencia total instalada:

M18-Grua BL3 (5+5)	44000 W
TOTAL....	44000 W

Cálculo de la Línea: M18-Grua BL3 (5+5)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 44000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
44000x1.25=55000 W.

$$I=55000/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 0.8=116.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.87

$$e(\text{parcial})=10 \times 55000 / 46.47 \times 400 \times 50 \times 0.8=0.74 \text{ V.}=0.18 \%$$

$$e(\text{total})=1.66\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC17- Gruas BL 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 120 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 44000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
44000x1.25=55000 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=55000/1,732 \times 400 \times 0.8=99.23 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.58

$$e(\text{parcial})=120 \times 55000 / 47.77 \times 400 \times 50=6.91 \text{ V.}=1.73 \%$$

$$e(\text{total})=1.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

**SC17- Gruas BL 4**

- Potencia total instalada:

M19-Grua BL4 (5+5)	44000 W
TOTAL....	44000 W

Cálculo de la Línea: M19-Grua BL4 (5+5)

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.8
- Potencia a instalar: 44000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
44000x1.25=55000 W.

$$I=55000/1,732 \times 400 \times 0.85 \times 0.8=116.75 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x50+TTx25mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 117 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 69.87

e(parcial)=10x55000/46.47x400x50x0.8=0.74 V.=0.18 %

e(total)=2.09% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Aut./Tet. In.: 125 A. Térmico reg. Int.Reg.: 117 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC18- Grua Patio

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 140 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9900 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
9900x1.25=12375 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=12375/1,732 \times 400 \times 0.8=22.33 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 54.61

$e(\text{parcial})=140 \times 12375 / 48.92 \times 400 \times 6 = 14.76 \text{ V.} = 3.69 \%$

$e(\text{total})=3.87\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### SC18- Grua Patio

- Potencia total instalada:

M20- GruaPatio (5)	9900 W
TOTAL....	9900 W

#### Cálculo de la Línea: M20- GruaPatio (5)

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.85$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;  $\eta: 0.8$

- Potencia a instalar: 9900 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$9900 \times 1.25 = 12375 \text{ W.}$$

$$I = 12375 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 0.8 = 26.27 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.56

$e(\text{parcial})=10 \times 12375 / 47.77 \times 400 \times 6 \times 0.8 = 1.35 \text{ V.} = 0.34 \%$

$e(\text{total})=4.21\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC19- Soldador 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m;  $\cos\phi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $6000 \times 1.25 = 7500$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

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

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.05

$$e(\text{parcial}) = 60 \times 7500 / (48.68 \times 400 \times 2.5) = 9.24 \text{ V.} = 2.31 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.49\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Termica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**SC19- Soldador 1**

- Potencia total instalada:

M21- Soldador 1	6000 W
TOTAL....	6000 W

Cálculo de la Línea: M21- Soldador 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos\phi$ : 0.86;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 0.87
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $6000 \times 1.25 = 7500$  W.

$$I = 7500 / (1,732 \times 400 \times 0.86 \times 0.87) = 14.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.35

$e(\text{parcial}) = 10 \times 7500 / 48.3 \times 400 \times 2.5 \times 0.87 = 1.79 \text{ V.} = 0.45 \%$

$e(\text{total}) = 2.94\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

### Cálculo de la Línea: SC20- Soldador 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 70 m;  $\cos\phi 0.8$ ;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$6000 \times 1.25 = 7500 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 7500 / 1.732 \times 400 \times 0.8 = 13.53 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

Iad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.05

$e(\text{parcial}) = 70 \times 7500 / 48.68 \times 400 \times 2.5 = 10.79 \text{ V.} = 2.7 \%$

$e(\text{total}) = 2.88\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

### **SC20- Soldador 2**

- Potencia total instalada:

M22-Soldador 2	6000 W
TOTAL....	6000 W

Cálculo de la Línea: M22-Soldador 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.86; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.87
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
6000x1.25=7500 W.

$$I=7500/1,732 \times 400 \times 0.86 \times 0.87=14.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.35

$$e(\text{parcial})=10 \times 7500 / 48.3 \times 400 \times 2.5 \times 0.87=1.79 \text{ V.}=0.45 \%$$

$$e(\text{total})=3.32\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC21- Soldador 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
6000x1.25=7500 W.(Coef. de Simult.: 1 )

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

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.05

$$e(\text{parcial})=90 \times 7500 / 48.68 \times 400 \times 2.5=13.87 \text{ V.}=3.47 \%$$

$$e(\text{total})=3.65\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

**SC21- Soldador 3**

- Potencia total instalada:

M23- Soldador 3	6000 W
TOTAL....	6000 W

Cálculo de la Línea: M23- Soldador 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\phi$ : 0.86; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.87
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
6000x1.25=7500 W.

$$I=7500/1,732 \times 400 \times 0.86 \times 0.87=14.47 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.35

$$e(\text{parcial})=10 \times 7500 / 48.3 \times 400 \times 2.5 \times 0.87=1.79 \text{ V.}=0.45 \%$$

$$e(\text{total})=4.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: SC22- Clima

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 120 m; Cos  $\phi$ : 0.86; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 58500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
19500x1.25+27300=51675 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$$I=51675/1,732 \times 400 \times 0.86=86.73 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x35+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 96 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 50 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 64.49

$e(\text{parcial})=120 \times 51675 / 47.31 \times 400 \times 35 = 9.36 \text{ V.} = 2.34 \%$

$e(\text{total})=2.52\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 100 A. Térmico reg. Int.Reg.: 91 A.

Protección diferencial en Principio de Línea

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 300 mA. Clase AC.

## SC22- Clima

- Potencia total instalada:

M24- Bomba Calor 1	19500 W
M25- Bomba Calor 2	19500 W
M26- Bomba Calor 3	19500 W
TOTAL....	58500 W

### Cálculo de la Línea: M24- Bomba Calor 1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 10 m;  $\cos \varphi$ : 0.86;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;  $\eta$ : 0.89

- Potencia a instalar: 19500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$19500 \times 1.25 = 24375 \text{ W.}$

$I = 24375 / 1,732 \times 400 \times 0.86 \times 0.89 = 45.97 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.21

$e(\text{parcial})=10 \times 24375 / 48.32 \times 400 \times 16 \times 0.89 = 0.89 \text{ V.} = 0.22 \%$

$e(\text{total})=2.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: M25- Bomba Calor 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos\phi$  0.86;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 0.89
- Potencia a instalar: 19500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
19500x1.25=24375 W.

$$I=24375/1,732 \times 400 \times 0.86 \times 0.89=45.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.21

$$e(\text{parcial})=10 \times 24375 / 48.32 \times 400 \times 16 \times 0.89=0.89 \text{ V.}=0.22 \%$$

$$e(\text{total})=2.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: M26- Bomba Calor 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m;  $\cos\phi$  0.86;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 0.89
- Potencia a instalar: 19500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
19500x1.25=24375 W.

$$I=24375/1,732 \times 400 \times 0.86 \times 0.89=45.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x16+TTx16mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 59 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 40 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.21

$$e(\text{parcial})=10 \times 24375 / 48.32 \times 400 \times 16 \times 0.89=0.89 \text{ V.}=0.22 \%$$

$$e(\text{total})=2.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 50 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 63 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
16380 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=16380/1,732 \times 400 \times 0.8=29.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.22

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16380 / 47.99 \times 400 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A1-A.Emer. Nave E1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5=1.22 \text{ V.}=0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: A2- Alumb. Nave L1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50  
 $e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5=10.86 \text{ V.}=2.72 \%$   
 $e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.  
 Elemento de Maniobra:  
 Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A3- Alumb. Nave L2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50  
 $e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5=10.86 \text{ V.}=2.72 \%$   
 $e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.  
 Elemento de Maniobra:  
 Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A4- Alumb. Nave L3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50  
 $e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5=10.86 \text{ V.}=2.72 \%$   
 $e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.  
 Elemento de Maniobra:  
 Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
16380 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=16380/1,732 \times 400 \times 0.8=29.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.22  
 $e(\text{parcial})=0.3 \times 16380 / 47.99 \times 400 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$   
 $e(\text{total})=0.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.  
 Protección diferencial:  
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A5-A.Emer. Nave E2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A6- Alumb. Nave L4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50

$$e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5 = 10.86 \text{ V.} = 2.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A7- Alumb. Nave L5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50

$$e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5=10.86 \text{ V.}=2.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A8- Alumb. Nave L6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50

$$e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5=10.86 \text{ V.}=2.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
16380 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=16380/1,732 \times 400 \times 0.8=29.55 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.22

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16380 / 47.99 \times 400 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A9-A.Emer. Nave E3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A10-Alumb. Nave L7

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50

$$e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5=10.86 \text{ V.}=2.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A11-Alumb. Nave L8

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50

$$e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5=10.86 \text{ V.}=2.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A12-Alumb. Nave L9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3000x1.8=5400 W.

$$I=5400/1,732 \times 400 \times 1=7.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50  
 $e(\text{parcial})=60 \times 5400 / 49.71 \times 400 \times 1.5 = 10.86 \text{ V.} = 2.72 \%$   
 $e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.  
 Elemento de Maniobra:  
 Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
16920 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=16920/1,732 \times 400 \times 0.8=30.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 36 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.57  
 $e(\text{parcial})=0.3 \times 16920 / 47.77 \times 400 \times 6 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$   
 $e(\text{total})=0.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.  
 Protección diferencial:  
 Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: A13-A.Emer.Nave E4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A14-Alumb.Nave L10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3100x1.8=5580 W.

$$I=5580/400 \times 1=13.95 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.68

$$e(\text{parcial})=60 \times 5580 / 49.59 \times 400 \times 1.5 = 11.25 \text{ V.} = 2.81 \%$$

$$e(\text{total})=3.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A15-Alumb.Nave L11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3100x1.8=5580 W.

$$I=5580/1,732 \times 400 \times 1=8.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.68

e(parcial)=60x5580/49.59x400x1.5=11.25 V.=2.81 %

e(total)=3.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A16-Alumb.Nave L12

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3100x1.8=5580 W.

$$I=5580/1,732 \times 400 \times 1=8.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.68

e(parcial)=60x5580/49.59x400x1.5=11.25 V.=2.81 %

e(total)=3.01% ADMIS (4.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 9400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
16920 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=16920/1,732 \times 400 \times 0.8=30.53 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 61.57

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 16920 / 47.77 \times 400 \times 6=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.19\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 32 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A17-A.Emer.Nave E5

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$$e(\text{parcial})=2 \times 60 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5=1.22 \text{ V.}=0.53 \%$$

$$e(\text{total})=0.72\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A18-Alumb.Nave L13

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3100x1.8=5580 W.

$$I=5580/1,732 \times 400 \times 1=8.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 Lad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.68

$$e(\text{parcial})=60 \times 5580 / 49.59 \times 400 \times 1.5 = 11.25 \text{ V.} = 2.81 \%$$

$$e(\text{total})=3.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A19-Alumb.Nave L14

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3100x1.8=5580 W.

$$I=5580/1,732 \times 400 \times 1=8.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 Lad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.68

$$e(\text{parcial})=60 \times 5580 / 49.59 \times 400 \times 1.5 = 11.25 \text{ V.} = 2.81 \%$$

$$e(\text{total})=3.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A20-Alumb.Nave L15

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3100x1.8=5580 W.

$$I=5580/1,732 \times 400 \times 1=8.05 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 13.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.68

$$e(\text{parcial})=60 \times 5580 / 49.59 \times 400 \times 1.5=11.25 \text{ V.}=2.81 \%$$

$$e(\text{total})=3.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Elemento de Maniobra:

Interruptor Tetrapolar In: 10 A.

Cálculo de la Línea: A21-Alumb.ext. EX1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 150 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
5200x1.8=9360 W.

$$I=9360/1,732 \times 400 \times 1=13.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.35

$$e(\text{parcial})=150 \times 9360 / 50.53 \times 400 \times 6=11.58 \text{ V.}=2.89 \%$$

$$e(\text{total})=3.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: A22-Alumb.ext. EX2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 150 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 5200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
5200x1.8=9360 W.

$$I=9360/1,732 \times 400 \times 1=13.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.35

$$e(\text{parcial})=150 \times 9360 / 50.53 \times 400 \times 6=11.58 \text{ V.}=2.89 \%$$

$$e(\text{total})=3.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: M27- Puertas 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 60 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
1500x1.25=1875 W.

$$I=1875/1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1=3.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.79

$e(\text{parcial})=60 \times 1875 / 51.37 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 2.19 \text{ V.} = 0.55 \%$

$e(\text{total})=0.73\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

### Cálculo de la Línea: M28- Puertas 2

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 100 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.9$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;  $\eta: 1$

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$I=1875 / 1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1 = 3.01 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.79

$e(\text{parcial})=100 \times 1875 / 51.37 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.65 \text{ V.} = 0.91 \%$

$e(\text{total})=1.09\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

### Cálculo de la Línea: M29- Puertas 3

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 90 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.9$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;  $\eta: 1$

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$$I=1875/1,732 \times 400 \times 0.9 \times 1 = 3.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.79

e(parcial)= $90 \times 1875 / 51.37 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 3.29 \text{ V.} = 0.82 \%$

e(total)=1% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

#### Cálculo de la Línea: M30- Puertas 4

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 130 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 1

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$$

$$I=1875/1,732 \times 400 \times 0.8 \times 1 = 3.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41

e(parcial)= $130 \times 1875 / 51.33 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 4.75 \text{ V.} = 1.19 \%$

e(total)=1.37% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Elemento de Maniobra:

Contactador Tetrapolar In: 16 A.

Cálculo de la Línea: OR1-Reserva 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 0.8=1.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 300 / 51.48 \times 230 \times 2.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.27\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: OR2- Reserva 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: 500 W.

$$I=500/230 \times 0.8=2.72 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.5

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5=0.34 \text{ V.}=0.15 \%$$

$$e(\text{total})=0.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: OR3- Reserva 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: 1000 W.

$$I=1000/230 \times 0.8=5.43 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1000 / 51.14 \times 230 \times 2.5=0.68 \text{ V.}=0.3 \%$$

$$e(\text{total})=0.48\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: SC23-Oficinas

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 130 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 86002.91 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
 $6000 \times 1.25 + 68564.18 = 76064.18 \text{ W. (Coef. de Simult.: 0.8)}$

$$I=76064.18 / 1,732 \times 400 \times 0.8=137.24 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x70+TTx35mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 149 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 63 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 65.45

$$e(\text{parcial})=130 \times 76064.18 / 47.15 \times 400 \times 70=7.49 \text{ V.}=1.87 \%$$

$$e(\text{total})=2.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 143 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Aut./Tet. In.: 160 A. Térmico reg. Int.Reg.: 143 A.

**SC23-Oficinas**

- Potencia total instalada:

A23-A.Emer. Ofi E6	100 W
A24-Alum.Ofi PBL16	2100 W
A25-A. Emer.Ofi E7	0.1 W
A26- Alum.OfiPBL17	2100 W
A27-A. Emer.Ofi E8	0.1 W
A28- Alum.vesPBL18	800 W
O3- Enchuf. Ofi PB	4000 W
O4- Enchuf. Ofi PB	4000 W
O5- Enchuf.Pc's PB	4000 W
O6-Enchuf. PC's PB	4000 W
O7- Central Incend	300 W
O8- Central Robo	300 W
O9- Enchu,Aseos PB	1500 W
O10-Enchu. Vest.PB	300 W
M31- Puerta Crista	400 W
O11- Uds. Condu.PB	600 W
O12- Uds. Condu.PB	600 W
M32- Extracción	1100 W
M33- Extracc.Vest.	700 W
M34- Aporta. Vest	1500 W
O13- Calef. Vestu.	7400 W
A29-A.Emer. Ofi E9	100 W
A30- Al.Ofi P1 L19	2.1 W
A31-A.Emer.Ofi.E10	100 W
A32-Al. Ofi.P1 L20	2100 W
O14- Enchu. Ofi.P1	4000 W
O15-Enchu. Ofi.P1	4000 W
O16- Orde. Ofi.P1	4000 W
O17-Orde. Ofi.P1	4000 W
O18-Uds. Conduc.P1	600 W
O19-Uds. Conduc.P1	600 W
O20- Enchf.AseosP1	1200 W
O21- Enchu. CociP1	1200 W
O22- Rack 1	2000 W
O23- Rack 2	2000 W
O24- Reloj	100 W
A33- Focos	0.6 W
O24- Central Vigi.	300 W
O25- Tar. Personal	300 W
M35- Lavavajillas	3000 W
O26- Enchu. Nevera	300 W
O27- Mesa Caliente	3000 W
O28- Horno P1	3000 W
O29- Reserva	200 W
O30- Reserva	200 W
O31- En.Puer.Calle	2500 W
O32- En.Puer.Calle	2500 W

A34- A. Puer.Calle	1500 W
SC24- Ascensor	6300 W
SC25-Energía Solar	1100 W
TOTAL....	<b>86002.91 W</b>

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 9202.9

- Potencia Instalada Fuerza (W): 76800

#### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3960 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=3960/1,732 \times 400 \times 0.8=7.14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.07

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 3960 / 50.23 \times 400 \times 1.5=0.04 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: A23-A.Emer. Ofi E6

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.61 \text{ V.} = 0.26 \%$

$e(\text{total})=2.33\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: A24-Alum.Ofi PBL16

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m;  $\text{Cos } \varphi: 1$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 2100 W.

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

$2100 \times 1.8 = 3780 \text{ W.}$

$I = 3780 / 1,732 \times 400 \times 1 = 5.46 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.47

$e(\text{parcial})=30 \times 3780 / 50.51 \times 400 \times 1.5 = 3.74 \text{ V.} = 0.94 \%$

$e(\text{total})=3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 2100.1 W.

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

$3780.18 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 3780.18 / 1,732 \times 400 \times 0.8 = 6.82 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{Cu}$

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.44

$e(\text{parcial})=0.3 \times 3780.18 / 50.34 \times 400 \times 1.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A25-A. Emer.Ofi E7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 0.1 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
0.1x1.8=0.18 W.

$$I=0.18/230 \times 1=0 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 0.18 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: A26- Alum.OfiPBL17

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2100x1.8=3780 W.

$$I=3780/1,732 \times 400 \times 1=5.46 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.47

$$e(\text{parcial})=30 \times 3780 / 50.51 \times 400 \times 1.5 = 3.74 \text{ V.} = 0.94 \%$$

$$e(\text{total})=3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800.1 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1440.18 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=1440.18/1,732 \times 400 \times 0.8=2.6 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.94

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1440.18 / 51.34 \times 400 \times 1.5=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A27-A. Emer.Ofi E8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 0.1 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
0.1x1.8=0.18 W.

$$I=0.18/230 \times 1=0 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 0.18 / 51.52 \times 230 \times 1.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: A28- Alum.vesPBL18

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 800 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
800x1.8=1440 W.

$$I=1440/230 \times 1=6.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.9

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 1440 / 50.62 \times 230 \times 1.5 = 1.65 \text{ V.} = 0.72 \%$$

$$e(\text{total})=2.77\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea: O3- Enchuf. Ofi PB

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.92

$$e(\text{parcial})=30 \times 4000 / 50.61 \times 400 \times 2.5 = 2.37 \text{ V.} = 0.59 \%$$

$$e(\text{total})=2.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O4- Enchuf. Ofi PB

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.92

$$e(\text{parcial})=30 \times 4000 / 50.61 \times 400 \times 2.5=2.37 \text{ V.}=0.59 \%$$

$$e(\text{total})=2.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O5- Enchuf.Pc's PB

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.92

$$e(\text{parcial})=30 \times 4000 / 50.61 \times 400 \times 2.5=2.37 \text{ V.}=0.59 \%$$

$$e(\text{total})=2.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O6-Enchuf. PC's PB

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.8=7.22 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.92

$$e(\text{parcial})=30 \times 4000 / 50.61 \times 400 \times 2.5=2.37 \text{ V.}=0.59 \%$$

$$e(\text{total})=2.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo:  
600 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=600/230 \times 0.8=3.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.2

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 600 / 51.48 \times 230 \times 6=0.01 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O7- Central Incend

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 0.8=1.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 300 / 51.48 \times 230 \times 2.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O8- Central Robo

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 0.8=1.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 300 / 51.48 \times 230 \times 2.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1800 W.
- Potencia de cálculo:  
1800 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=1800/230 \times 0.8=9.78 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.79

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1800 / 51.18 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O9- Enchu, Aseos PB

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: 1500 W.

$$I=1500/230 \times 0.8=8.15 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.73

$$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 1500 / 50.65 \times 230 \times 2.5 = 2.58 \text{ V.} = 1.12 \%$$

$$e(\text{total})=3.18\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O10-Enchu. Vest.PB

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos φ: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 300 W.

- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 0.8=1.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.19

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 300 / 51.48 \times 230 \times 2.5 = 0.51 \text{ V.} = 0.22 \%$

$e(\text{total})=2.28\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: M31- Puerta Crista

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;  $\eta$ : 1
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $400 \times 1.25 = 500 \text{ W.}$

$I=500/230 \times 0.8 \times 1 = 2.72 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.53

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 1.01 \text{ V.} = 0.44 \%$

$e(\text{total})=2.5\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 2300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1100 \times 1.25 + 1200 = 2575 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I=2575/230 \times 0.8 = 13.99 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 54 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.01

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2575 / 51.14 \times 230 \times 10 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O11- Uds. Condu.PB

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 600 W.

- Potencia de cálculo: 600 W.

$I=600/230 \times 0.8=3.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.76

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 600 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$

$e(\text{total})=2.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O12- Uds. Condu.PB

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 600 W.

- Potencia de cálculo: 600 W.

$I=600/230 \times 0.8=3.26 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.76

$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 600 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$

$e(\text{total})=2.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: M32- Extracción

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 0.9
- Potencia a instalar: 1100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1100 \times 1.25 = 1375$  W.

$$I = 1375 / 230 \times 0.9 \times 0.9 = 7.38 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.88

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 1375 / 50.8 \times 230 \times 2.5 \times 0.9 = 1.05 \text{ V.} = 0.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $1500 \times 1.25 + 700 = 2575$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 2575 / 230 \times 0.8 = 13.99 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.67

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2575 / 50.8 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: M33- Extracc.Vest.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0; R: 0.9
- Potencia a instalar: 700 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
700x1.25=875 W.

$$I=875/230 \times 0.9 \times 0.9=4.7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.57

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 875 / 51.22 \times 230 \times 2.5 \times 0.9=0.99 \text{ V.}=0.43 \%$$

$$e(\text{total})=2.49\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: M34- Aporta. Vest

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos φ: 0.8; Xu(mW/m): 0; η: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
1500x1.25=1875 W.

$$I=1875/230 \times 0.8 \times 1=10.19 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 47.39

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1875 / 50.17 \times 230 \times 2.5 \times 1=1.95 \text{ V.}=0.85 \%$$

$$e(\text{total})=2.91\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O13- Calef. Vestu.

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 7400 W.
- Potencia de cálculo: 7400 W.

$$I=7400/1,732 \times 400 \times 1=10.68 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.78

$$e(\text{parcial})=20 \times 7400 / 49.57 \times 400 \times 2.5=2.99 \text{ V.}=0.75 \%$$

$$e(\text{total})=2.8\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 102.1 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 103.78 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=103.78/230 \times 1=0.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 103.78 / 51.51 \times 230 \times 1.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A29-A.Emer. Ofi E9

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100 W.

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

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 100 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.34 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total})=2.2\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

Cálculo de la Línea: A30- Al.Ofi P1 L19

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2.1 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
2.1x1.8=3.78 W.

$$I=3.78/230 \times 1=0.02 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 3.78 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 2200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
3880 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=3880/1,732 \times 400 \times 0.8 = 7 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 46.79

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 3880 / 50.28 \times 400 \times 1.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: A31-A.Emer.Ofi.E10

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100 W.

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

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.02

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 100 / 51.51 \times 230 \times 1.5 = 0.34 \text{ V.} = 0.15 \%$$

$$e(\text{total})=2.21\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 6 A.

#### Cálculo de la Línea: A32-Al. Ofi.P1 L20

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos φ: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2100 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $2100 \times 1.8 = 3780 \text{ W}$ .

$$I = 3780 / (1.732 \times 400) = 5.46 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 16.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 45.47

$$e(\text{parcial}) = 30 \times 3780 / (50.51 \times 400) \times 1.5 = 3.74 \text{ V} = 0.94 \%$$

$$e(\text{total}) = 3\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

#### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 8000 W.
- Potencia de cálculo:  
 $6400 \text{ W. (Coef. de Simult.: } 0.8)$

$$I = 6400 / (1.732 \times 400) \times 0.8 = 11.55 \text{ A}$$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 34 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ( $^\circ\text{C}$ ): 45.77

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 6400 / (50.46 \times 400) \times 4 = 0.02 \text{ V} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: O14- Enchu. Ofi.PI

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.85$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.
- $I = 4000 / (1.732 \times 400) \times 0.85 = 6.79 \text{ A}$ .
- Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.36

$e(\text{parcial})=30 \times 4000 / 50.71 \times 400 \times 2.5 = 2.37 \text{ V.} = 0.59 \%$

$e(\text{total})=2.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O15-Enchu. Ofi.P1

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.85$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo: 4000 W.

$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.85=6.79 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.36

$e(\text{parcial})=30 \times 4000 / 50.71 \times 400 \times 2.5 = 2.37 \text{ V.} = 0.59 \%$

$e(\text{total})=2.65\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 0.3 m;  $\text{Cos } \varphi: 0.8$ ;  $X_u(\text{mW/m}): 0$ ;

- Potencia a instalar: 8000 W.

- Potencia de cálculo:

6400 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$I=6400/1,732 \times 400 \times 0.8=11.55 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $4 \times 4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 34 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.77

$e(\text{parcial})=0.3 \times 6400 / 50.46 \times 400 \times 4 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O16- Orde. Ofi.P1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.85=6.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.36

e(parcial)= $30 \times 4000 / 50.71 \times 400 \times 2.5 = 2.37 \text{ V.} = 0.59 \%$

e(total)=2.65% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O17-Orde. Ofi.P1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 4000 W.
- Potencia de cálculo: 4000 W.

$$I=4000/1,732 \times 400 \times 0.85=6.79 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.36

e(parcial)= $30 \times 4000 / 50.71 \times 400 \times 2.5 = 2.37 \text{ V.} = 0.59 \%$

e(total)=2.65% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1200 W.
- Potencia de cálculo:  
1200 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=1200/230 \times 0.85=6.14 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.3

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1200 / 51.27 \times 230 \times 4 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O18-Uds. Conduc.P1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.87; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$$I=600/230 \times 0.87=3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.64

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 600 / 51.4 \times 230 \times 2.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=2.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O19-Uds. Conduc.P1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.85; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: 600 W.

$$I=600/230 \times 0.85=3.07 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.67

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 600 / 51.39 \times 230 \times 2.5 = 1.22 \text{ V.} = 0.53 \%$$

$$e(\text{total})=2.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2400 W.
- Potencia de cálculo:  
2400 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=2400/230 \times 0.8=13.04 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, PVC. Desig. UNE: H07V-K  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 40 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.19

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 2400 / 50.93 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O20- Enchf.AseosP1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1200 W.

- Potencia de cálculo: 1200 W.

$$I=1200/230 \times 0.8=6.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1200/50.96 \times 230 \times 2.5=2.46 \text{ V.}=1.07 \%$$

$$e(\text{total})=3.13\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: O21- Enchu. CociP1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 30 m; Cos φ: 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1200 W.

- Potencia de cálculo: 1200 W.

$$I=1200/230 \times 0.8=6.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.03

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 1200/50.96 \times 230 \times 2.5=2.46 \text{ V.}=1.07 \%$$

$$e(\text{total})=3.13\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 4000 W.

- Potencia de cálculo:

$$4000 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1 )}$$

$$I=4000/230 \times 0.8=21.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.36

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4000 / 48.62 \times 230 \times 4 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O22- Rack 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.41

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 2000 / 49.99 \times 230 \times 2.5 = 2.78 \text{ V.} = 1.21 \%$

$e(\text{total})=3.29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O23- Rack 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 2000 W.

- Potencia de cálculo: 2000 W.

$I=2000/230 \times 0.8=10.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 48.41

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 2000 / 49.99 \times 230 \times 2.5 = 2.78 \text{ V.} = 1.21 \%$

$e(\text{total})=3.29\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O24- Reloj

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: 100 W.

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

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.01

$$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 100 / 51.51 \times 230 \times 2.5=0.03 \text{ V.}=0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A33- Focos

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 0.6 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $0.6 \times 1.8=1.08 \text{ W.}$

$$I=1.08/230 \times 1=0 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 1.08 / 51.52 \times 230 \times 1.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=2.05\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo:  
600 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=600/230 \times 0.8=3.26 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.37

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 600 / 51.45 \times 230 \times 4 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O24- Central Vigi.

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 1=1.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 300 / 51.49 \times 230 \times 2.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=2.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O25- Tar. Personal

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 1=1.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.12

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 300 / 51.49 \times 230 \times 2.5 = 0.2 \text{ V.} = 0.09 \%$$

$$e(\text{total})=2.15\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 3300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3000 \times 1.25 + 300 = 4050 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=4050/230 \times 0.8=22.01 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.78

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4050 / 48.56 \times 230 \times 4 = 0.05 \text{ V.} = 0.02 \%$$

$$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: M35- Lavavajillas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\varphi$ : 0.9;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 1
- Potencia a instalar: 3000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):

$$3000 \times 1.25 = 3750 \text{ W.}$$

$$I=3750/230 \times 0.9 = 18.12 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.37

e(parcial)= $2 \times 20 \times 3750 / 47.48 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 5.49 \text{ V.} = 2.39 \%$

e(total)=4.47% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: O26- Enchu. Nevera

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos j: 0.9; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 300 W.

- Potencia de cálculo: 300 W.

$$I=300/230 \times 0.9 = 1.45 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.15

e(parcial)= $2 \times 25 \times 300 / 51.49 \times 230 \times 2.5 = 0.51 \text{ V.} = 0.22 \%$

e(total)=2.3% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.

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

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

- Potencia a instalar: 6000 W.

- Potencia de cálculo:

4800 W.(Coef. de Simult.: 0.8 )

$$I=4800/230 \times 0.8 = 26.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 63.56

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 4800 / 47.45 \times 230 \times 4 = 0.07 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total})=2.08\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O27- Mesa Caliente

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$I=3000/230 \times 0.8=16.3 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.93

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 3000 / 48.2 \times 230 \times 2.5 = 5.41 \text{ V.} = 2.35 \%$

$e(\text{total})=4.44\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 20 A.

Cálculo de la Línea: O28- Horno P1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 25 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3000 W.

- Potencia de cálculo: 3000 W.

$I=3000/230 \times 1=13.04 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 52.11

$e(\text{parcial})=2 \times 25 \times 3000 / 49.34 \times 230 \times 2.5 = 5.29 \text{ V.} = 2.3 \%$

$e(\text{total})=4.38\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo:  
400 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=400/230 \times 1=1.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 38 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 400 / 51.5 \times 230 \times 4 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=2.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O29- Reserva

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 1=0.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.14 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total})=2.11\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O30- Reserva

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: 200 W.

$$I=200/230 \times 1=0.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.05

$$e(\text{parcial})=2 \times 30 \times 200 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0.41 \text{ V.} = 0.18 \%$$

$$e(\text{total})=2.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.88; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
7700 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=7700/1,732 \times 400 \times 0.88=12.63 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 26 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 51.8

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 7700 / 49.4 \times 400 \times 2.5 = 0.05 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=2.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: O31- En.Puer.Calle

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.88; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.88=4.1 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.59

$$e(\text{parcial})=30 \times 2500 / 51.22 \times 400 \times 2.5=1.46 \text{ V.}=0.37 \%$$

$$e(\text{total})=2.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: O32- En.Puer.Calle

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\varphi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2500 W.
- Potencia de cálculo: 2500 W.

$$I=2500/1,732 \times 400 \times 0.8=4.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.92

$$e(\text{parcial})=30 \times 2500 / 51.16 \times 400 \times 2.5=1.47 \text{ V.}=0.37 \%$$

$$e(\text{total})=2.43\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: A34- A. Puer.Calle

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
1500x1.8=2700 W.

$$I=2700/1,732 \times 400 \times 1=3.9 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 16.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.79

$$e(\text{parcial})=30 \times 2700 / 51 \times 400 \times 1.5=2.65 \text{ V.}=0.66 \%$$

$$e(\text{total})=2.73\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: SC24- Ascensor

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 6300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):  
6000x1.25+540=8040 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=8040/1,732 \times 400 \times 0.8=14.51 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu  
 Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, XLPE. Desig. UNE: H07  
 I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.89

$$e(\text{parcial})=15 \times 8040 / 48.04 \times 400 \times 2.5=2.51 \text{ V.}=0.63 \%$$

$$e(\text{total})=2.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

**SC24- Ascensor**

- Potencia total instalada:

M36- Ascensor	6000 W
A35- Alu.Rosario I	100 W
A36- Alu.Rosario E	100 W
A37- Alumb. Cabina	100 W
TOTAL....	6300 W

Cálculo de la Línea: M36- Ascensor

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;  $\eta$ : 1
- Potencia a instalar: 6000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
6000x1.25=7500 W.

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

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 57.31

$$e(\text{parcial})=10 \times 7500 / 48.47 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 1.55 \text{ V.} = 0.39 \%$$

$$e(\text{total})=3.07\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 300 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\varphi$ : 0.8;  $X_u$ (mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
540 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I=540/1,732 \times 400 \times 0.8 = 0.97 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.13

$e(\text{parcial})=0.3 \times 540 / 51.49 \times 400 \times 1.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total})=2.68\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

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

Cálculo de la Línea: A35- Alu.Rosario I

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$I=180/230 \times 1 = 0.78 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.3 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total})=2.81\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A36- Alu.Rosario E

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
 $100 \times 1.8 = 180 \text{ W.}$

$I=180/230 \times 1 = 0.78 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares  $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ( $F_c=1$ ) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.3 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total})=2.81\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: A37- Alumb. Cabina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):  
100x1.8=180 W.

$I=180/230 \times 1=0.78 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x1.5+TTx1.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 20 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.08

$e(\text{parcial})=2 \times 15 \times 180 / 51.5 \times 230 \times 1.5 = 0.3 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total})=2.81\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: SC25-Energía Solar

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 15 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
400x1.25+700=1200 W.(Coef. de Simult.: 1 )

$I=1200/1,732 \times 400 \times 0.8=2.17 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.44

$e(\text{parcial})=15 \times 1200 / 51.43 \times 400 \times 2.5 = 0.35 \text{ V.} = 0.09 \%$

$e(\text{total})=2.14\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

### SC25-Energía Solar

- Potencia total instalada:

M37- Bomba Circula	400 W
M38- Bomba Retorno	400 W
O33- Caldera ACS	300 W
TOTAL....	1100 W

#### Cálculo de la Línea:

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos  $\phi$ : 0.8; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $400 \times 1.25 + 700 = 1200$  W.(Coef. de Simult.: 1 )

$$I = 1200 / 230 \times 0.8 = 6.52 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 29 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.53

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1200 / 51.05 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 2.15\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

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

#### Cálculo de la Línea: M37- Bomba Circula

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 0.88; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.9
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $400 \times 1.25 = 500$  W.

$$I = 500 / 230 \times 0.88 \times 0.9 = 2.74 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19  
 Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 \times 0.9 = 0.19 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=2.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: M38- Bomba Retorno

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 5 m; Cos  $\phi$ : 0.88; Xu(mW/m): 0;  $\eta$ : 0.9
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):  
 $400 \times 1.25 = 500 \text{ W.}$

$I=500/230 \times 0.88 \times 0.9 = 2.74 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.54

$e(\text{parcial})=2 \times 5 \times 500 / 51.42 \times 230 \times 2.5 \times 0.9 = 0.19 \text{ V.} = 0.08 \%$

$e(\text{total})=2.23\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

#### Cálculo de la Línea: O33- Caldera ACS

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 20 m; Cos  $\phi$ : 0.88; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 300 W.
- Potencia de cálculo: 300 W.

$I=300/230 \times 0.88 = 1.48 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm<sup>2</sup>Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 26.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.16

$e(\text{parcial})=2 \times 20 \times 300 / 51.49 \times 230 \times 2.5 = 0.41 \text{ V.} = 0.18 \%$

$e(\text{total})=2.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

### 3.2.1.7 Tablas Resumen de los resultados obtenidos

Denominación	P.Cál. (W)	Dis.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál. (A)	I.Adm. (A)	C.T.Pa (%)	C.T.Total (%)	Dimen.(mm) Tubo,Canal
CGBT 1	349830	15	2(4x240+TTx120)Cu	654.41	800	0.15	0.15	2(225)
CGBT 2	433041,03	15	2(4x240+TTx120)Cu	716.75	800	0.18	0.18	2(225)

### CGBT 1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál. (A)	I.Adm. (A)	C.T.pa (%)	C.T.Tot (%)	Dimen.(mm) Tubo,Canal
SC1- Estribadora 1	31250	75	4x25+TTx16Cu	56.38	77	1.2	1.36	50
SC2-Estribadora 2	15000	110	4x10+TTx10Cu	27.06	44	2.08	2.24	32
SC3-Carro Corte	41000	85	4x25+TTx16Cu	73.98	77	1.86	2.01	50
SC4-Fabrica.Malla	97500	35	4x95+TTx50Cu	175.92	224	0.48	0.64	75
SC5- Plegadora	3750	25	4x2.5+TTx2.5Cu	6.22	18.5	0.46	0.61	20
SC6-End. cizalla	56250	80	4x50+TTx25Cu	101.49	117	1.18	1.33	63
SC7- Prejaulas	91250	85	4x95+TTx50Cu	151.39	224	1.07	1.22	75
SC8- Enderezadora	33750	30	4x25+TTx16Cu	60.89	77	0.52	0.68	50
SC9- Carros Corte	101010	85	4x95+TTx50Cu	175.66	180	1.21	1.36	75
SC10- Oficina Nave	1400	60	4x10+TTx10Cu	2.53	44	0.1	0.25	32

### Subcuadro SC1- Estribadora 1

Denominación	P.Cál. (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál. (A)	I.Adm. (A)	C.T.Par (%)	C.T.Tot (%)	Dimen.(mm) Tubo,Canal
M1-Estribadora MEP	31250	10	4x25+TTx16Cu	62.43	77	0.19	1.55	50

### Subcuadro SC2-Estribadora 2

Denominación	P.Cál. (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál. (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc (%)	C.T.Tot (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M2-Estribadora 2	15000	10	4x10+TTx10Cu	33.83	44	0.24	2.48	32

### Subcuadro SC3-Carro Corte

Denominación	P.Cál. (W)	Dist.Cál. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál. (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M3-Carro de Corte	41000	10	4x25+TTx16Cu	73.98	77	0.22	2.23	50

**Subcuadro SC4-Fabrica.Malla**

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M4-Fabrica.Malla	97500	10	4x95+TTx50Cu	195.46	224	0.16	0.79	75

**Subcuadro SC5- Plegadora**

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M5- Plegadora	3750	10	4x2.5+TTx2.5Cu	8.89	18.5	0.27	0.88	20

**Subcuadro SC6-End. cizalla**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc. (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M6-End. Ciza.dobl.	56250	10	4x50+TTx25Cu	116.66	117	0.19	1.52	63

**Subcuadro SC7- Prejaulas**

Denominación	P.Cálc. (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M7- Prejaulas	91250	10	4x95+TTx50Cu	189.24	224	0.16	1.39	75

**Subcuadro SC8- Enderezadora**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M8- Enderezadora	33750	10	4x25+TTx16Cu	65.88	77	0.2	0.88	50

**Subcuadro SC9- Carros Corte**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M9- Carro corte	43750	10	4x35+TTx16Cu	90.73	96	0.21	1.57	50
M10. Carro corte	2250	10	4x2.5+TTx2.5Cu	4.67	18.5	0.14	1.5	20
M11- Carro corte	43750	10	4x35+TTx16Cu	90.73	96	0.21	1.57	50
M12- Carro corte	37500	10	4x35+TTx16Cu	77.77	96	0.17	1.54	50
M12 bis.-Carro C.	37500	10	4x35+TTx16Cu	77.77	96	0.17	1.54	50

**Subcuadro SC10- Oficina Nave**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
	900	0.3	2x1.5Cu	4.89	16.5	0.01	0.27	
Alum.Emergencia	180	10	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	15	0.09	0.36	16
Alumb.Ofi- aseos	720	15	2x1.5+TTx1.5Cu	3.13	15	0.53	0.8	16
Enchufes Oficina	500	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.42	21	0.22	0.47	20

## CGBT 2

Denominación	P.Cál (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál (A)	I.Adm. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens (mm) Tubo,Canal,
SC11-End. Cizalla	43750	70	4x35+TTx16Cu	78.94	96	1.14	1.32	50
SC12- Estribadora	25000	75	4x16+TTx16Cu	45.11	59	1.51	1.69	40
SC13- Compresores	35000	25	4x25+TTx16Cu	63.15	77	0.46	0.64	50
SC14- Gruas BL 1	55000	55	4x50+TTx25Cu	99.23	117	0.79	0.97	63
SC-15 Gruas BL 2	55000	75	4x50+TTx25Cu	99.23	117	1.08	1.26	63
SC16- Gruas BL 3	55000	90	4x50+TTx25Cu	99.23	117	1.3	1.48	63
SC17- Gruas BL 4	55000	120	4x50+TTx25Cu	99.23	117	1.73	1.91	63
SC18- Grua Patio	12375	140	4x6+TTx6Cu	22.33	32	3.69	3.87	25
SC19- Soldador 1	7500	60	4x2.5+TTx2.5Cu	13.53	18.5	2.31	2.49	20
SC20- Soldador 2	7500	70	4x2.5+TTx2.5Cu	13.53	18.5	2.7	2.88	20
SC21- Soldador 3	7500	90	4x2.5+TTx2.5Cu	13.53	18.5	3.47	3.65	20
SC22- Clima	51675	120	4x35+TTx16Cu	86.73	96	2.34	2.52	50
	16380	0.3	4x6Cu	29.55	36	0.01	0.19	
A1-A.Emer. Nave E1	180	60	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	15	0.53	0.72	16
A2- Alumb. Nave L1	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
A3- Alumb. Nave L2	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
A4- Alumb. Nave L3	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
	16380	0.3	4x6Cu	29.55	36	0.01	0.19	
A5-A.Emer. Nave E2	180	60	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	15	0.53	0.72	16
A6- Alumb. Nave L4	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
A7- Alumb. Nave L5	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
A8- Alumb. Nave L6	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
	16380	0.3	4x6Cu	29.55	36	0.01	0.19	
A9-A.Emer. Nave E3	180	60	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	15	0.53	0.72	16
A10-Alumb. Nave L7	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
A11-Alumb. Nave L8	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
A12-Alumb. Nave L9	5400	60	4x1.5+TTx1.5Cu	7.79	13.5	2.72	2.91	20
	16920	0.3	4x6Cu	30.53	36	0.01	0.19	
A13-A.Emer.Nav E4	180	60	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	15	0.53	0.72	16
A14-Alumb.Nav L10	5580	60	4x1.5+TTx1.5Cu	8.05	13.5	2.81	3.01	20
A15-Alumb.Nav L11	5580	60	4x1.5+TTx1.5Cu	8.05	13.5	2.81	3.01	20
A16-Alumb.Nav L12	5580	60	4x1.5+TTx1.5Cu	8.05	13.5	2.81	3.01	20
	16920	0.3	4x6Cu	30.53	36	0.01	0.19	
A17-A.Emer.Nav E5	180	60	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	15	0.53	0.72	16
A18-Alumb.Nav L13	5580	60	4x1.5+TTx1.5Cu	8.05	13.5	2.81	3.01	20
A19-Alumb.Nav L14	5580	60	4x1.5+TTx1.5Cu	8.05	13.5	2.81	3.01	20
A20-Alumb.Nav L15	5580	60	4x1.5+TTx1.5Cu	8.05	13.5	2.81	3.01	20
A21-Alumb.ext. EX1	9360	150	4x6+TTx6Cu	13.51	32	2.89	3.08	25
A22-Alumb.ext. EX2	9360	150	4x6+TTx6Cu	13.51	32	2.89	3.08	25
M27- Puertas 1	1875	60	4x2.5+TTx2.5Cu	3.01	18.5	0.55	0.73	20
M28- Puertas 2	1875	100	4x2.5+TTx2.5Cu	3.01	18.5	0.91	1.09	20
M29- Puertas 3	1875	90	4x2.5+TTx2.5Cu	3.01	18.5	0.82	1	20
M30- Puertas 4	1875	130	4x2.5+TTx2.5Cu	3.38	18.5	1.19	1.37	20
OR1-Reserva 1	300	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.63	21	0.09	0.27	20
OR2- Reserva 2	500	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	21	0.15	0.33	20
OR3- Reserva 3	1000	10	2x2.5+TTx2.5Cu	5.43	21	0.3	0.48	20
SC23-Oficinas	76064. 18	130	4x70+TTx35Cu	137.24	149	1.87	2.05	63

**Subcuadro SC11-End. Cizalla**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M13-End.Ciza.Dobla	43750	10	4x35+TTx16Cu	81.56	96	0.18	1.51	50

**Subcuadro SC12- Estribadora**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál c. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M14- Estribadora	25000	10	4x16+TTx16Cu	46.6	59	0.23	1.92	40

**Subcuadro SC13- Compresores**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cálc. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensi.(mm) Tubo,Canal,
M15- Compresores	35000	10	4x16+TTx16Cu	66.75	73	0.35	0.99	40

**Subcuadro SC14- Gruas BL 1**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc. (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M16-Grua BL1 (5+5)	55000	10	4x50+TTx25Cu	116.75	117	0.18	1.16	63

**Subcuadro SC-15 Gruas BL 2**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M17-Grua BL2 (5+5)	55000	10	4x50+TTx25Cu	116.75	117	0.18	1.45	63

**Subcuadro SC16- Gruas BL 3**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M18-Grua BL3 (5+5)	55000	10	4x50+TTx25Cu	116.75	117	0.18	1.66	63

**Subcuadro SC17- Gruas BL 4**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal
M19-Grua BL4 (5+5)	55000	10	4x50+TTx25Cu	116.75	117	0.18	2.09	63

**Subcuadro SC18- Grua Patio**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens (mm) Tubo,Canal,
M20- GruaPtio (5)	12375	10	4x6+TTx6Cu	26.27	40	0.34	4.21	25

**Subcuadro SC19- Soldador 1**

Denominación	P.Cálc (W)	Dist.Cál c. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cálc (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M21- Soldador 1	7500	10	4x2.5+TTx2.5Cu	14.47	18.5	0.45	2.94	20

**Subcuadro SC20- Soldador 2**

Denominación	P.Cál (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M22-Soldador 2	7500	10	4x2.5+TTx2.5Cu	14.47	18.5	0.45	3.32	20

**Subcuadro SC21- Soldador 3**

Denominación	P.Cál (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
M23- Soldador 3	7500	10	4x2.5+TTx2.5Cu	14.47	18.5	0.45	4.09	20

**Subcuadro SC22- Clima**

Denominación	P.Cál (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens. (mm) Tubo,Canal,
M24- Bomba Calor 1	24375	10	4x16+TTx16Cu	45.97	59	0.22	2.74	40
M25- Bomba Calor 2	24375	10	4x16+TTx16Cu	45.97	59	0.22	2.74	40
M26- Bomba Calor 3	24375	10	4x16+TTx16Cu	45.97	59	0.22	2.74	40

**Subcuadro SC23-Oficinas**

Denominación	P.Cál (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál (A)	I.Admi. (A)	C.T.Par (%)	C.T.Tot (%)	Dimens.(mm) Tubo,Canal,
	3960	0.3	4x1.5Cu	7.14	19	0.01	2.06	
A23-A.Emer. Ofi E6	180	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.26	2.33	16
A24-Alum.Ofi PBL16	3780	30	4x1.5+TTx1.5Cu	5.46	16.5	0.94	3	20
	3780.18	0.3	4x1.5Cu	6.82	19	0.01	2.06	
A25-A. Emer.Ofi E7	0.18	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0	20	0	2.06	16
A26- Alum.OfiPBL17	3780	30	4x1.5+TTx1.5Cu	5.46	16.5	0.94	3	20
	1440.18	0.3	4x1.5Cu	2.6	19	0	2.06	
A27-A. Emer.Ofi E8	0.18	20	2x1.5+TTx1.5Cu	0	20	0	2.06	16
A28- Alum.vesPBL18	1440	10	2x1.5+TTx1.5Cu	6.26	20	0.72	2.77	16
O3- Enchuf. Ofi PB	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	23	0.59	2.65	20
O4- Enchuf. Ofi PB	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	23	0.59	2.65	20
O5- Enchuf.Pc's PB	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	23	0.59	2.65	20
O6-Enchuf. PC's PB	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	7.22	23	0.59	2.65	20
	600	0.3	2x6Cu	3.26	40	0	2.06	
O7- Central Incend	300	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.63	26.5	0.09	2.14	20
O8- Central Robo	300	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.63	26.5	0.09	2.14	20
	1800	0.3	2x6Cu	9.78	40	0.01	2.06	
O9- Enchu,Aseos PB	1500	25	2x2.5+TTx2.5Cu	8.15	26.5	1.12	3.18	20
O10-Enchu. Vest.PB	300	25	2x2.5+TTx2.5Cu	1.63	26.5	0.22	2.28	20
M31- Puerta Crista	500	30	2x2.5+TTx2.5Cu	2.72	26.5	0.44	2.5	20
	2575	0.3	2x10Cu	13.99	54	0.01	2.06	
O11- Uds. Condu.PB	600	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.26	26.5	0.53	2.59	20
O12- Uds. Condu.PB	600	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.26	26.5	0.53	2.59	20
M32- Extracción	1375	10	2x2.5+TTx2.5Cu	7.38	26.5	0.45	2.51	20
	2575	0.3	2x6Cu	13.99	40	0.01	2.06	
M33- Extracc.Vest.	875	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.7	26.5	0.43	2.49	20
M34- Aporta. Vest	1875	15	2x2.5+TTx2.5Cu	10.19	26.5	0.85	2.91	20
O13- Calef. Vestu.	7400	20	4x2.5+TTx2.5Cu	10.68	23	0.75	2.8	20
	103.78	0.3	2x1.5Cu	0.45	21	0	2.06	
A29-A.Emer. Ofi E9	100	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	20	0.15	2.2	16

A30- Al.Ofi P1 L19	3.78	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.02	20	0.01	2.06	16
	3880	0.3	4x1.5Cu	7	19	0.01	2.06	
A31-A.Emer.Ofi.E10	100	30	2x1.5+TTx1.5Cu	0.43	20	0.15	2.21	16
A32-Al. Ofi.P1 L20	3780	30	4x1.5+TTx1.5Cu	5.46	16.5	0.94	3	20
	6400	0.3	4x4Cu	11.55	34	0.01	2.06	
O14- Enchu. Ofi.P1	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.79	23	0.59	2.65	20
O15-Enchu. Ofi.P1	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.79	23	0.59	2.65	20
	6400	0.3	4x4Cu	11.55	34	0.01	2.06	
O16- Orde. Ofi.P1	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.79	23	0.59	2.65	20
O17-Orde. Ofi.P1	4000	30	4x2.5+TTx2.5Cu	6.79	23	0.59	2.65	20
	1200	0.3	2x4Cu	6.14	38	0.01	2.06	
O18-Uds. Conduc.P1	600	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3	26.5	0.53	2.59	20
O19-Uds. Conduc.P1	600	30	2x2.5+TTx2.5Cu	3.07	26.5	0.53	2.59	20
	2400	0.3	2x6Cu	13.04	40	0.01	2.06	
O20- Enchf.AseosP1	1200	30	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	26.5	1.07	3.13	20
O21- Enchu. CociP1	1200	30	2x2.5+TTx2.5Cu	6.52	26.5	1.07	3.13	20
	4000	0.3	2x4Cu	21.74	38	0.02	2.08	
O22- Rack 1	2000	20	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	26.5	1.21	3.29	20
O23- Rack 2	2000	20	2x2.5+TTx2.5Cu	10.87	26.5	1.21	3.29	20
O24- Reloj	100	5	2x2.5+TTx2.5Cu	0.43	26.5	0.01	2.07	20
A33- Focos	1.08	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0	20	0	2.05	16
	600	0.3	2x4Cu	3.26	38	0	2.06	
O24- Central Vigi.	300	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.3	26.5	0.09	2.15	20
O25- Tar. Personal	300	10	2x2.5+TTx2.5Cu	1.3	26.5	0.09	2.15	20
	4050	0.3	2x4Cu	22.01	38	0.02	2.08	
M35- Lavavajillas	3750	20	2x2.5+TTx2.5Cu	18.12	26.5	2.39	4.47	20
O26- Enchu. Nevera	300	25	2x2.5+TTx2.5Cu	1.45	26.5	0.22	2.3	20
	4800	0.3	2x4Cu	26.09	38	0.03	2.08	
O27- Mesa Caliente	3000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	16.3	26.5	2.35	4.44	20
O28- Horno P1	3000	25	2x2.5+TTx2.5Cu	13.04	26.5	2.3	4.38	20
	400	0.3	2x4Cu	1.74	38	0	2.06	
O29- Reserva	200	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	26.5	0.06	2.11	20
O30- Reserva	200	30	2x2.5+TTx2.5Cu	0.87	26.5	0.18	2.23	20
	7700	0.3	4x2.5Cu	12.63	26	0.01	2.07	
O31- En.Puer.Calle	2500	30	4x2.5+TTx2.5Cu	4.1	23	0.37	2.43	20
O32- En.Puer.Calle	2500	30	4x2.5+TTx2.5Cu	4.51	23	0.37	2.43	20
A34- A. Puer.Calle	2700	30	4x1.5+TTx1.5Cu	3.9	16.5	0.66	2.73	20
SC24- Ascensor	8040	15	4x2.5+TTx2.5Cu	14.51	23	0.63	2.68	20
SC25-Energía Solar	1200	15	4x2.5+TTx2.5Cu	2.17	23	0.09	2.14	20

**Subcuadro SC24- Ascensor**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cál (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál. (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimens. Tubo, canal(mm)
M36- Ascensor	7500	10	4x2.5+TTx2.5Cu	13.53	23	0.39	3.07	20
A35- Alu.Rosario I	180	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.13	2.81	16
A36- Alu.Rosario E	180	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.13	2.81	16
A37-Alu.Ascensor	180	15	2x1.5+TTx1.5Cu	0.78	20	0.13	2.81	16

**Subcuadro SC25-Energía Solar**

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist. (m)	Sección (mm <sup>2</sup> )	I.Cál. (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Tot (%)	Dimensión. (mm)
	1200	0.3	2x2.5Cu	6.52	29	0.01	2.15	
M37- Bomba Circula	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.74	26.5	0.08	2.23	20
M38- Bomba Retorno	500	5	2x2.5+TTx2.5Cu	2.74	26.5	0.08	2.23	20
O33- Caldera ACS	300	20	2x2.5+TTx2.5Cu	1.48	26.5	0.18	2.33	20

### 3.2.2 Instalación Alta Tensión

#### 3.2.2.1. Intensidad en Alta Tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario  $I_p$  viene dada por la expresión:

$$I_p = S / (\sqrt{3} \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_p$  = Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_p$ (kV)	$I_p$ (A)
trafo 1	630	25	14.55
trafo 2	630	25	14.55

#### 3.2.2.2 Intensidad en Baja Tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario  $I_s$  viene dada por la expresión:

$$I_s = (S \cdot 1000) / (\sqrt{3} \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_s$  = Tensión compuesta secundaria en V.

$I_s$  = Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$I_s$ (A)
trafo 1	630	400	909.35
trafo 2	630	400	909.35

#### 3.2.2.3 Cortocircuitos

##### Observaciones.

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito de 500 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la Cía suministradora.

**Cálculo de corrientes de cortocircuito.**

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

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

$$I_{ccp} = S_{cc} / (\sqrt{3} \cdot U_p) ; \text{ siendo:}$$

$S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red en MVA.

$U_p$  = Tensión compuesta primaria en kV.

$I_{ccp}$  = Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión (despreciando la impedancia de la red de Alta Tensión):

$$I_{ccs} = (100 \cdot S) / (\sqrt{3} \cdot U_{cc} (\%) \cdot U_s) ; \text{ siendo:}$$

$S$  = Potencia del transformador en kVA.

$U_{cc} (\%)$  = Tensión de cortocircuito en % del transformador.

$U_s$  = Tensión compuesta en carga en el secundario en V.

$I_{ccs}$  = Intensidad de cortocircuito secundaria en kA.

**Cortocircuito en el lado de Alta Tensión.**

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.2.3

$S_{cc}$ (MVA)	$U_p$ (kV)	$I_{ccp}$ (kA)
500	25	11.55

**Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.**

Utilizando las expresiones del apartado 3.2.2..3

Transformador	Potencia (kVA)	$U_s$ (V)	$U_{cc}$ (%)	$I_{ccs}$ (kA)
trafo 1	630	400	4	22.73
trafo 2	630	400	4	22.73

**3.2.2.4 Dimensionado del Embarrado.**

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada : 400 A.

Límite térmico, 1 s. : 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico : 40 kA cresta.

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

### **Comprobación por densidad de corriente.**

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

### **Comprobación por sollicitación electrodinámica.**

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

$$s_{\text{máx}}^3 (I_{\text{ccp}}^2 \cdot L^2) / (60 \cdot d \cdot W), \text{ siendo:}$$

$s_{\text{máx}}$  = Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm<sup>2</sup>.

$I_{\text{ccp}}$  = Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

$L$  = Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

$d$  = Separación entre fases, en cm.

$W$  = Módulo resistente de los conductores, en cm<sup>3</sup>.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente se garantiza el cumplimiento de la expresión anterior.

### **Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito.**

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

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

$I_{\text{th}}$  = Intensidad eficaz, en A.

$a = 13$  para el Cu.

$S$  = Sección del embarrado, en mm<sup>2</sup>.

$DT$  = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

$t$  = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Puesto que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{\text{th}}^3 \geq 16 \text{ kA durante 1 s.}$$

#### *3.2.2.5 Selección de las Protecciones de Alta y Baja Tensión*

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, y en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de BT.

#### *Protección trafo 1.*

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	40

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

#### *Protección trafo 2.*

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

Los fusibles se seleccionan para:

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

La intensidad nominal de los fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
630	40

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

#### *Protección en Baja Tensión.*

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.4.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm<sup>2</sup> Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40°C de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo 1, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el trafo 2, cuya potencia es de 630 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

#### *3.2.2.6 Dimensionado de la Ventilación del C.T*

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = (W_{cu} + W_{fe}) / (0,24 \cdot k \cdot \Delta T^3), \text{ siendo:}$$

$W_{cu}$  = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.

$W_{fe}$  = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.

$k$  = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.

$h$  = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.

$\Delta T$  = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15°C.

$S_r$  = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m<sup>2</sup>.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

#### *3.2.2.7 Dimensionado del Pozo Apaga Fuegos*

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

### 3.2.2.8 Cálculo de las Instalaciones de Puesta a Tierra

#### **Investigación de las características del suelo.**

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina una resistividad media superficial de 150 W·m.

#### **Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

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

##### Tipo de neutro.

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

##### Tipo de protecciones en el origen de la línea.

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

Asimismo pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

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

- Intensidad máxima de defecto a tierra,  $I_{d\text{máx}}$  (A): 300.

- Duración de la falta.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0.7.

#### **Diseño de la instalación de tierra.**

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

#### **TIERRA DE PROTECCIÓN.**

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores.

**TIERRA DE SERVICIO.**

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

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m., unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm<sup>2</sup> de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 W.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

**Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.**

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio,  $U = 25000 \text{ V}$ .
- Puesta a tierra del neutro:
  - Desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión,  $U_{bt} = 6000 \text{ V}$ .
- Características del terreno:
  - $r$  terreno (Wxm): 150.
  - $r_H$  hormigón (Wxm): 3000.

**TIERRA DE PROTECCIÓN.**

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

- Resistencia del sistema de puesta a tierra,  $R_t$ :

$$R_t = K_r \cdot r \text{ (W)}$$

- Intensidad de defecto,  $I_d$ :

$$I_d = I_{d\text{máx}} \text{ (A)}$$

- Aumento del potencial de tierra,  $U_E$ :

$$U_E = R_t \cdot I_d \text{ (V)}$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-25/5/82.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 7x2.5.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 8.

- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (W/Wxm) = 0.076$ .
- De la tensión de paso,  $K_p (V/((Wxm)A)) = 0.0162$ .
- De la tensión de contacto exterior,  $K_c (V/((Wxm)A)) = 0.0335$ .

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$R_t = K_r \cdot r = 0.076 \cdot 150 = 11.4 \text{ W.}$$

$$I_d = I_{d\text{máx}} = 300 \text{ A.}$$

$$U_E = R_t \cdot I_d = 11.4 \cdot 300 = 3420 \text{ V.}$$

#### TIERRA DE SERVICIO.

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0.5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia,  $K_r (W/Wxm) = 0.135$ .

Sustituyendo valores:

$$R_{t\text{NEUTRO}} = K_r \cdot r = 0.135 \cdot 150 = 20.25 \text{ W.}$$

#### 3.2.2.9 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación.

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

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

$$U_p = K_p \cdot r \cdot I_d = 0.0162 \cdot 150 \cdot 300 = 729 \text{ V.}$$

### 3.2.2.10 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación.

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

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

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

$$U'p \text{ (acc)} = Kc \cdot r \cdot Id = 0.0335 \cdot 150 \cdot 300 = 1507.5 \text{ V.}$$

### 3.2.2.11 Cálculo de las tensiones aplicadas.

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$Up = 10 \cdot k / t^n \cdot (1 + 6 \cdot r / 1000) \text{ V.}$$

$$Up \text{ (acc)} = 10 \cdot k / t^n \cdot (1 + (3 \cdot r + 3 \cdot r_H) / 1000) \text{ V.}$$

$$t = t' + t'' \text{ s.}$$

Siendo:

$Up$  = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.

$Up \text{ (acc)}$  = Tensión en el acceso admisible, en voltios.

$k$ ,  $n$  = Constantes según MIERAT 13, dependen de  $t$ .

$t$  = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

$t'$  = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.

$t''$  = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

$r$  = Resistividad del terreno, en  $Wxm$ .

$r_H$  = Resistividad del hormigón, 3000  $Wxm$ .

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

$$t' = 0.7 \text{ s.}$$

$$t = t' = 0.7 \text{ s.}$$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 10 \cdot k / t^n \cdot (1 + 6 \cdot r / 1000) = 10 \cdot 102.86 \cdot (1 + 6 \cdot 150 / 1000) = 1954.29 \text{ V.}$$

$$U_p (\text{acc}) = 10 \cdot k / t^n \cdot (1 + (3 \cdot r + 3 \cdot r_H) / 1000) = 10 \cdot 102.86 \cdot (1 + (3 \cdot 150 + 3 \cdot 3000) / 1000) = 10748.57 \text{ V.}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U_p = 729 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 1954.29 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U_p (\text{acc}) = 1507.5 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p (\text{acc}) = 10748.57 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 3420 \text{ V.}$	$\leq$	$U_{bt} = 6000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 300 \text{ A.}$	$>$	

**Investigación de las tensiones transferibles al exterior.**

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$Dn-p^3 (r \cdot I_d) / (2000 \cdot p) = (150 \cdot 300) / (2000 \cdot p) = 7.16 \text{ m.}$$

Siendo:

r = Resistividad del terreno en Wxm.

I<sub>d</sub> = Intensidad de defecto en A.

idad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm<sup>2</sup>, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

### 3.2.3 Cálculo de Tierras

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

Se comprobará en este apartado las condiciones de diseño del proyecto, que la red de tierras proyectada cumple con las condiciones de seguridad impuestas en la ITC BT-18 e ITC BT-24 en relación a las tensiones de contacto máximas para cada tipo de local.

Las tensiones de contacto en cualquier masa a las que hacen referencia las instrucciones, son:

- **24 V** en local o emplazamiento conductor.
- **50 V** en el resto de casos.

La ITC BT-24, exige que la tensión de defecto sea inferior a la tensión límite de contacto convencional:

$$R_A \cdot I_a < U$$

Siendo  $R_A$  la suma de resistencia de la toma de tierra y los conductores de protección de las masas,  $I_a$  la corriente que asegura el funcionamiento de protección, y  $U$  es la tensión de contacto límite convencional.

#### 3.2.5.1 Red de Tierras general

Para alcanzar el valor previsto de resistencia tierra en función del circuito de este que se proyecta, se tendrán en cuenta los siguientes parámetros y expresiones:

Picas en paralelo:

$$R_p = \frac{\rho}{L1}$$

$$\rho T = n \cdot R_p$$

Dónde:

n: número de picas en paralelo

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

L1: longitud de la pica (m)

Conductor desnudo:

$$R_c = \frac{2\rho}{L_2}$$

Dónde:

$\rho$ : resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

$L_2$ : longitud conductor (m)

La resistencia total se calcula a partir de los parámetros iniciales de la zona:

- Cable enterrado: **340m**
- N° de picas de 2 m: **3**
- P del terreno: **500  $\Omega \cdot m$**

Con estas condiciones:

$$R_{\rho} = \frac{\rho}{L_1} = \frac{500}{2} = 250\Omega$$

$$R_{\rho T} = n \cdot R_{\rho} = 3 \cdot 250 = 750\Omega$$

$$R_c = \frac{2\rho}{L_2} = \frac{2 \cdot 500}{340} = 2.94\Omega$$

La resistencia total mediante el paralelo de ambas resistencias:

$$\frac{1}{R_A} = \frac{1}{R_{\rho T}} + \frac{1}{R_c} = \frac{1}{750} + \frac{1}{2.94}$$

$$R_A = 2.93\Omega$$

$U_c = R_A \cdot I_a = 2.93 \cdot 0.03 = \mathbf{0.0879V} < \mathbf{24V}$ ; Cumpliendo, así las exigencias de REBT.

### 3.2.4 Calculo Compensación de Reactiva

Para realizar el cálculo de la Potencia reactiva total hemos calculado el **cosφ** resultante en cada cuadro y de esa forma sacar la potencia reactiva del mismo, en función de los circuitos que lo componen.

Las fórmulas que emplearemos para calcular la capacidad de los condensadores son las expresadas a continuación, donde tendremos en cuenta las fases del circuito al que se van a conectar, así como el tipo de conexión de los mismos.

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2+Q^2}}$$

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{Q}{P}$$

$$Q_c = P_x \cdot (\operatorname{tg}\varphi_1 - \operatorname{tg}\varphi_2)$$

(Monofásico- Trifásico conexión estrella)

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{U^2 \cdot \omega}$$

(trifásico conexión triángulo)

$$C = \frac{Q_c \cdot 1000}{3 \cdot U^2 \cdot \omega}$$

Dónde:

P: Potencia activa instalación (kW)

Q: Potencia reactiva instalación (kvar)

Q<sub>c</sub>=Potencia reactiva a compensar (kvar)

φ<sub>1</sub>: Angulo desfase de la inst. sin compensar

φ<sub>2</sub>: Angulo desfase de la inst.compensada

U: Tensión compuesta (V)

C: Capacidad condensadores (F)

Para este proyecto que estamos redactando queremos conseguir un **cosφ** de **0,95**, colocando una batería de condensadores en cada cuadro general CGBT1 y CGBT2

Para realizar el cálculo de batería y condensadores mediante la tabla. Es necesario conocer:

- La potencia activa consumida en kW= CGBT1;428.6kW CGBT2;495.7kW
- El Cosφ inicial= 0.8
- El Cosφ deseado= 0.95

A partir de la potencia en kW y del Cosφ de la instalación. La tabla nos da, en función de la instalación antes y después de la compensación, un coeficiente a multiplicar por la potencia activa para encontrar la potencia de la batería de condensadores a instalar. todo esto, con la ayuda del programa que nos facilita la casa Schneider, averiguamos el equipo a instalar. El cual se detalla en la memoria.

-CGBT1  $Q = P \cdot C = 428.6 \cdot 0.421 = 214.23 \text{ kvar}$

-CGBT2  $Q = P \cdot C = 495.7 \cdot 0.421 = 247,6 \text{ kvar}$

Antes de la compensación		Potencia del condensador en kVAr a instalar por kW de carga para elevar el factor de potencia (cosφ) o la tgφ a:									
tgφ	cosφ	tgφ	0,59	0,48	0,45	0,42	0,39	0,36	0,32	0,29	0,25
		cosφ	0,86	0,9	0,91	0,92	0,93	0,94	0,95	0,96	0,97
1,52	0,55		0,925	1,034	1,063	1,092	1,123	1,156	1,190	1,227	1,268
1,48	0,56		0,886	0,995	1,024	1,053	1,084	1,116	1,151	1,188	1,229
1,44	0,57		0,848	0,957	0,986	1,015	1,046	1,079	1,113	1,150	1,191
1,40	0,58		0,811	0,920	0,949	0,979	1,009	1,042	1,076	1,113	1,154
1,37	0,59		0,775	0,884	0,913	0,942	0,973	1,006	1,040	1,077	1,118
1,33	0,6		0,740	0,849	0,878	0,907	0,938	0,970	1,005	1,042	1,083
1,30	0,61		0,706	0,815	0,843	0,873	0,904	0,936	0,970	1,007	1,048
1,27	0,62		0,672	0,781	0,810	0,839	0,870	0,903	0,937	0,974	1,015
1,23	0,63		0,639	0,748	0,777	0,807	0,837	0,870	0,904	0,941	0,982
1,20	0,64		0,607	0,716	0,745	0,775	0,805	0,838	0,872	0,909	0,950
1,17	0,65		0,576	0,685	0,714	0,743	0,774	0,806	0,840	0,877	0,919
1,14	0,66		0,545	0,654	0,683	0,712	0,743	0,775	0,810	0,847	0,888
1,11	0,67		0,515	0,624	0,652	0,682	0,713	0,745	0,779	0,816	0,857
1,08	0,68		0,485	0,594	0,623	0,652	0,683	0,715	0,750	0,787	0,828
1,05	0,69		0,456	0,565	0,593	0,623	0,654	0,686	0,720	0,757	0,798
1,02	0,7		0,427	0,536	0,565	0,594	0,625	0,657	0,692	0,729	0,770
0,99	0,71		0,398	0,508	0,536	0,566	0,597	0,629	0,663	0,700	0,741
0,96	0,72		0,370	0,480	0,508	0,538	0,569	0,601	0,635	0,672	0,713
0,94	0,73		0,343	0,452	0,481	0,510	0,541	0,573	0,608	0,645	0,686
0,91	0,74		0,316	0,425	0,453	0,483	0,514	0,546	0,580	0,617	0,658
0,88	0,75		0,289	0,398	0,426	0,456	0,487	0,519	0,553	0,590	0,631
0,86	0,76		0,262	0,371	0,400	0,429	0,460	0,492	0,526	0,563	0,605
0,83	0,77		0,235	0,344	0,373	0,403	0,433	0,466	0,500	0,537	0,578
0,80	0,78		0,209	0,318	0,347	0,376	0,407	0,439	0,474	0,511	0,552
0,78	0,79		0,183	0,292	0,320	0,350	0,381	0,413	0,447	0,484	0,525
0,75	0,8		0,157	0,266	0,294	0,324	0,355	0,387	0,421	0,458	0,499
0,72	0,81		0,131	0,240	0,268	0,298	0,329	0,361	0,395	0,432	0,473
0,70	0,82		0,105	0,214	0,242	0,272	0,303	0,335	0,369	0,406	0,447
0,67	0,83		0,079	0,188	0,216	0,246	0,277	0,309	0,343	0,380	0,421
0,65	0,84		0,053	0,162	0,190	0,220	0,251	0,283	0,317	0,354	0,395
0,62	0,85		0,026	0,135	0,164	0,194	0,225	0,257	0,291	0,328	0,369
0,59	0,86			0,109	0,138	0,167	0,198	0,230	0,265	0,302	0,343
0,57	0,87			0,082	0,111	0,141	0,172	0,204	0,238	0,275	0,316
0,54	0,88			0,055	0,084	0,114	0,145	0,177	0,211	0,248	0,289
0,51	0,89			0,028	0,057	0,086	0,117	0,149	0,184	0,221	0,262
0,48	0,9				0,029	0,058	0,089	0,121	0,156	0,193	0,234

### 3.2.5 Cálculos Lumínicos

Todos los datos que se muestran a continuación han sido obtenidos con el programa de cálculo Dialux.

Estos documentos tienen como objetivo la mejor comprensión de las justificaciones expuestas en la memoria.

En estos documentos se muestran los resultados obtenidos en las salas interiores del edificio de oficinas PB y P1.

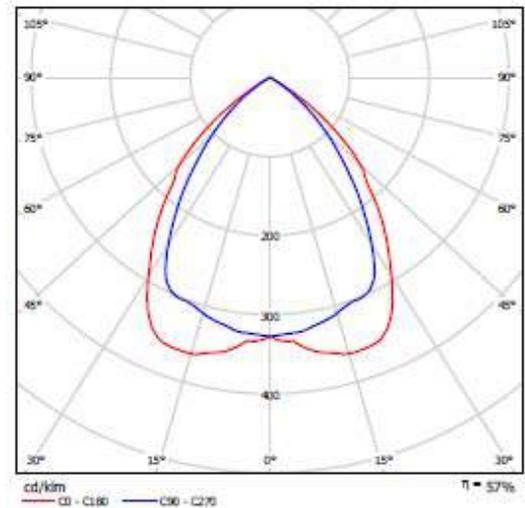
#### 3.2.4.1 Luminarias del proyecto

#### PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 / Hoja de datos de luminarias



Clasificación luminarias según CIE: 100  
Código CIE Flux: 79 99 100 100 57

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

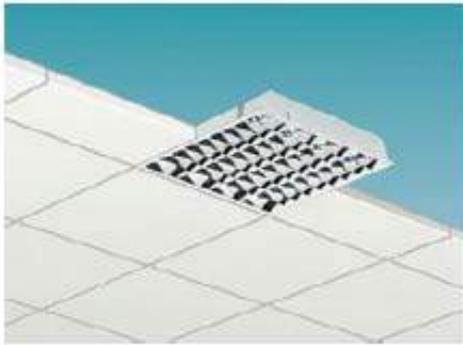
Valoración de deslumbramiento según UGR										
α Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
α Paredes	50	30	30	30	30	50	30	50	30	30
α Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
20°	20°	20.4	21.3	20.7	21.5	21.7	19.7	19.5	19.9	19.7
	30°	20.2	21.0	20.5	21.3	21.5	19.5	19.3	19.8	19.6
	40°	20.2	20.9	20.5	21.2	21.4	19.4	19.2	19.8	19.4
	50°	20.1	20.8	20.4	21.1	21.4	19.4	19.1	19.7	19.3
	60°	20.1	20.7	20.4	21.0	21.3	19.3	19.0	19.7	19.3
40°	20°	20.0	20.7	20.4	21.0	21.3	19.3	18.9	19.7	19.3
	30°	20.2	20.9	20.5	21.2	21.5	19.5	19.3	19.8	19.6
	40°	20.1	20.7	20.4	21.0	21.3	19.4	19.0	19.7	19.3
	50°	20.0	20.5	20.4	20.9	21.2	19.3	18.8	19.7	19.2
	60°	19.9	20.4	20.3	20.8	21.1	19.3	18.7	19.7	19.1
60°	20°	19.9	20.3	20.3	20.7	21.1	19.2	18.6	19.5	19.0
	30°	19.9	20.2	20.3	20.6	21.1	19.2	18.6	19.5	19.0
	40°	19.9	20.3	20.3	20.7	21.1	19.2	18.6	19.5	19.0
	50°	19.8	20.1	20.3	20.5	21.0	19.1	18.5	19.5	19.0
	60°	19.8	20.1	20.3	20.5	21.0	19.1	18.4	19.5	19.0
120°	20°	19.7	20.0	20.2	20.4	20.9	19.1	18.3	19.5	19.0
	30°	19.9	20.2	20.3	20.6	21.0	19.2	18.5	19.5	19.0
	40°	19.8	20.1	20.2	20.5	21.0	19.1	18.4	19.5	19.0
	50°	19.8	20.1	20.2	20.5	21.0	19.1	18.4	19.5	19.0
	60°	19.7	20.0	20.2	20.4	20.9	19.1	18.3	19.5	19.0

Variación de la posición del espectador para separaciones 3 entre luminarias		
S = 1.0h	+1.2 / -0.5	+1.9 / -0.0
S = 1.5h	+3.4 / -14.1	+3.5 / -13.4
S = 2.0h	+7.4 / -15.8	+5.5 / -14.0
Tabla estándar	S100	S100
Sumando de corrección	-0.2	-1.9

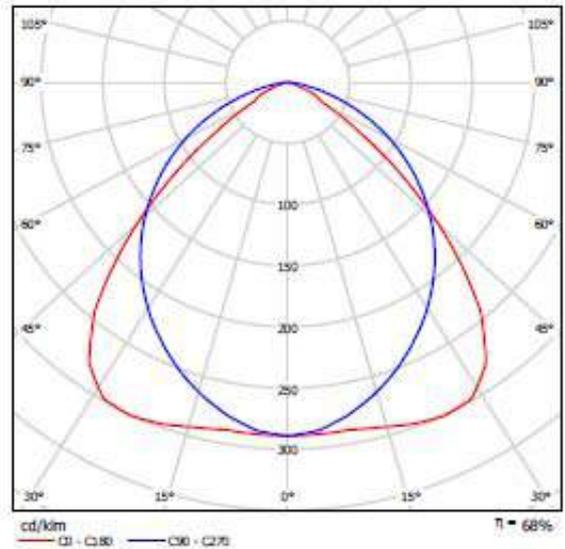
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3000 f/lux (valor total)

**PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 / Hoja de datos de luminarias**



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 59 92 99 100 68

Emisión de luz 1:



Emisión de luz 1:

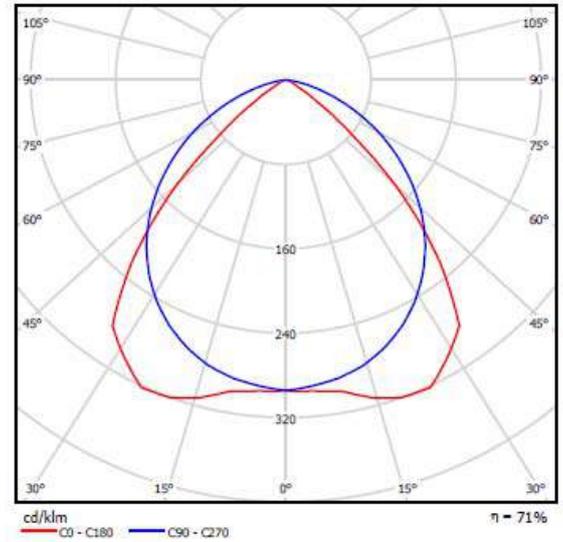
Valoración de deslumbramiento según UGR													
h Techo	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30			
h Paredes	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30			
h Suelo	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20			
Tamaño del local Y	Y	Mirado en perpendicular al eje de lámparas					Mirado longitudinalmente al eje de lámparas						
		2H	2H	15.4	16.5	15.7	16.8	17.0	17.5	18.6	17.8	18.8	19.1
		3H	15.4	16.4	15.7	16.7	17.0	18.5	19.5	18.8	19.7	20.0	20.0
		4H	15.4	16.3	15.7	16.6	16.9	18.7	19.7	19.1	20.0	20.2	
		5H	15.3	16.2	15.6	16.5	16.8	18.8	19.7	19.2	20.0	20.3	
6H	15.3	16.1	15.6	16.4	16.7	18.8	19.7	19.2	20.0	20.3			
12H	15.2	16.0	15.6	16.3	16.7	18.8	19.6	19.2	19.9	20.3			
4H	2H	15.6	16.7	16.1	17.0	17.3	17.6	18.5	17.9	18.8	19.1		
	3H	15.6	16.7	16.2	17.0	17.3	18.7	19.5	19.0	19.9	20.1		
	4H	15.5	16.5	16.2	16.8	17.2	19.0	19.7	19.4	20.0	20.4		
	5H	15.7	16.3	16.1	16.7	17.1	19.1	19.7	19.5	20.1	20.5		
	6H	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0	19.2	19.7	19.6	20.1	20.5		
12H	15.7	16.2	16.1	16.6	17.0	19.2	19.6	19.6	20.1	20.5			
5H	4H	15.8	16.4	16.2	16.8	17.2	18.9	19.4	19.3	19.9	20.2		
	5H	15.7	16.2	16.2	16.8	17.1	19.1	19.5	19.5	19.9	20.4		
	6H	15.7	16.1	16.2	16.6	17.0	19.1	19.5	19.6	19.9	20.4		
	12H	15.7	16.0	16.2	16.6	17.0	19.1	19.4	19.6	19.9	20.4		
	12H	4H	15.8	16.3	16.2	16.7	17.1	18.9	19.4	19.3	19.9	20.2	
5H	15.7	16.1	16.2	16.6	17.0	19.0	19.4	19.5	19.9	20.3			
6H	15.7	16.0	16.2	16.6	17.0	19.1	19.4	19.6	19.9	20.4			
Variación de la posición del espectador para separaciones L entre luminarias:													
S = 1.0H	+1.0 / -1.7					+0.3 / -0.4							
S = 1.5H	+2.2 / -5.0					+0.0 / -1.0							
S = 2.0H	+3.0 / -6.4					+1.1 / -1.9							
Tabla estándar: Sumando de corrección	S601 -3.5					S602 0.4							
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3000K: Flujo lumínico total													

**PHILIPS Pacific TCW596/158 R 1xTL-D58W/840 / Hoja de datos de luminarias**



Clasificación luminarias según CIE: 100  
 Código CIE Flux: 62 93 99 100 71

Emisión de luz 1:



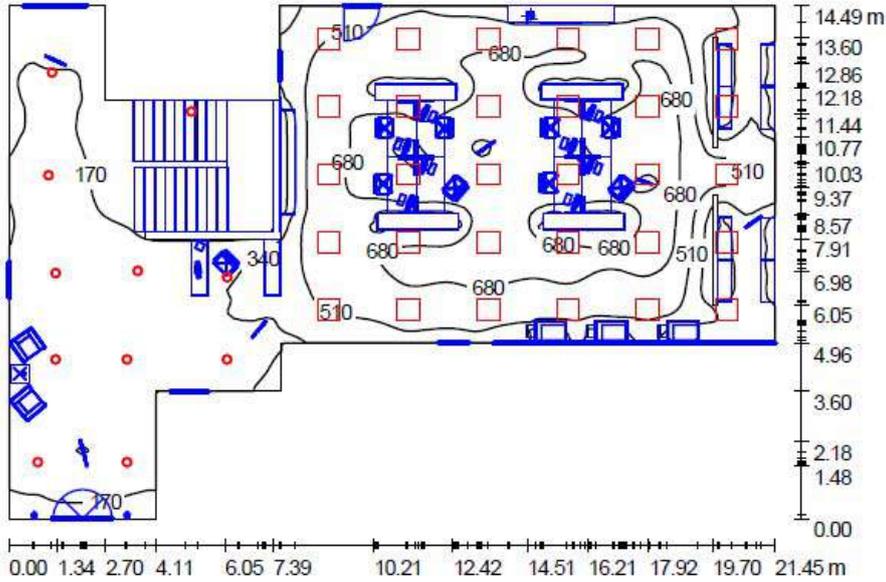
Emisión de luz 1:

Valoración de deslumbramiento según UGR											
		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Techo		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Paredes		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
p Suelo		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Tamaño del local	Mirado en perpendicular	Mirado longitudinalmente									
X	Y	al eje de lámpara					al eje de lámpara				
2H	2H	15,6	16,7	15,9	16,9	17,1	19,5	20,6	19,7	20,8	21,0
	3H	15,5	16,5	15,8	16,7	17,0	20,5	21,4	20,8	21,7	22,0
	4H	15,4	16,3	15,7	16,6	16,9	20,7	21,6	21,0	21,9	22,2
	6H	15,4	16,2	15,7	16,5	16,8	20,7	21,6	21,1	21,9	22,2
	8H	15,3	16,1	15,7	16,4	16,8	20,7	21,5	21,1	21,8	22,2
4H	2H	15,3	16,1	15,7	16,4	16,7	20,7	21,5	21,1	21,8	22,1
	3H	16,0	17,0	16,4	17,2	17,5	19,4	20,3	19,7	20,6	20,9
	4H	15,9	16,7	16,3	17,0	17,4	20,5	21,2	20,8	21,6	21,9
	6H	15,9	16,6	16,3	16,9	17,3	20,8	21,4	21,1	21,8	22,1
	8H	15,9	16,4	16,3	16,8	17,2	20,9	21,4	21,3	21,8	22,2
8H	2H	15,8	16,4	16,3	16,7	17,2	20,9	21,4	21,3	21,8	22,2
	3H	15,8	16,3	16,2	16,7	17,1	20,8	21,3	21,3	21,7	22,2
	4H	15,9	16,4	16,3	16,8	17,2	20,7	21,2	21,1	21,6	22,0
	6H	15,9	16,3	16,3	16,7	17,2	20,8	21,2	21,2	21,6	22,1
	8H	15,8	16,2	16,3	16,7	17,1	20,8	21,1	21,2	21,6	22,1
12H	4H	15,8	16,2	16,3	16,6	17,1	20,8	21,1	21,3	21,6	22,1
	6H	15,9	16,4	16,3	16,8	17,2	20,6	21,1	21,1	21,5	21,9
	8H	15,8	16,2	16,3	16,7	17,1	20,7	21,1	21,2	21,5	22,0
8H	15,8	16,1	16,3	16,6	17,1	20,7	21,1	21,2	21,5	22,0	
Variación de la posición del espectador para separaciones S entre luminarias:											
S = 1.0H		+1.7 / -3.8					+0.5 / -0.6				
S = 1.5H		+3.0 / -8.3					+1.1 / -1.5				
S = 2.0H		+4.3 / -9.7					+1.3 / -1.9				
Tabla estándar		BK01					BK03				
Sumando de corrección		-3.2					2.3				
Índice de deslumbramiento corregido en relación a 3000lm Flujo luminoso total											

3.2.4.2 Listado de cálculos lumínicos de interior

3.2.4.2.1 Hall-Distribuidor-Oficinas PB

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:187

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	422	9.61	819	0.023
Suelo	20	310	6.41	714	0.021
Techo	70	96	22	197	0.231
Paredes (12)	50	139	8.41	1330	/

**Plano útil:**

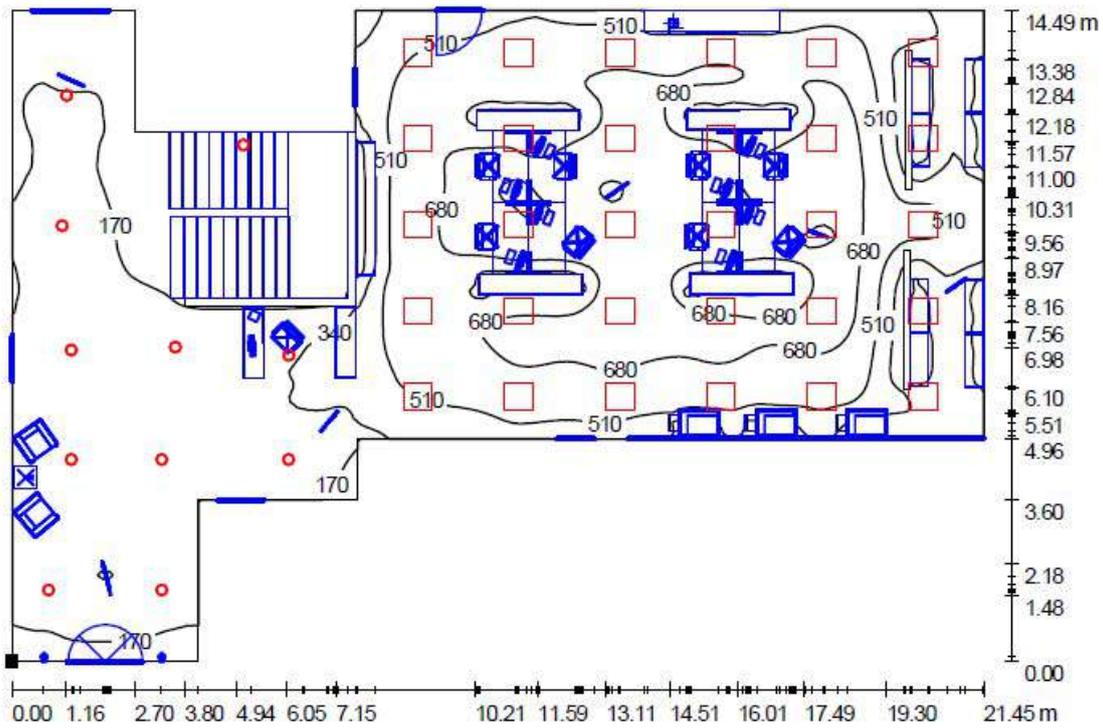
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	11	PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 (1.000)	2052	3600	66.4
2	30	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
Total:			136812	207600	2950.4

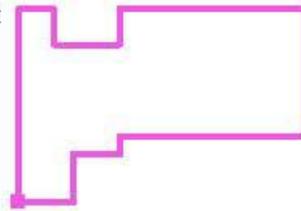
Valor de eficiencia energética: 13.63 W/m<sup>2</sup> = 3.23 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 216.44 m<sup>2</sup>)

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 154

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

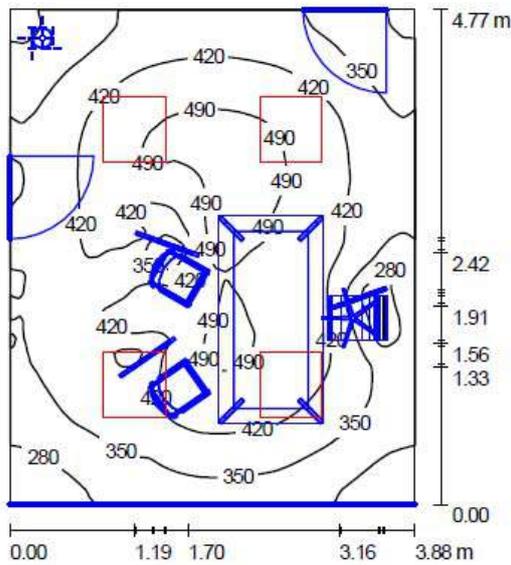


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
422	9.61	819	0.023	0.012

3.2.4.2.2 Despacho 1

despatx 1 / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Altura de montaje: 3.530 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:62

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	394	181	516	0.460
Suelo	20	245	36	365	0.149
Techo	70	69	46	88	0.659
Paredes (4)	50	169	50	378	/

**Plano útil:**

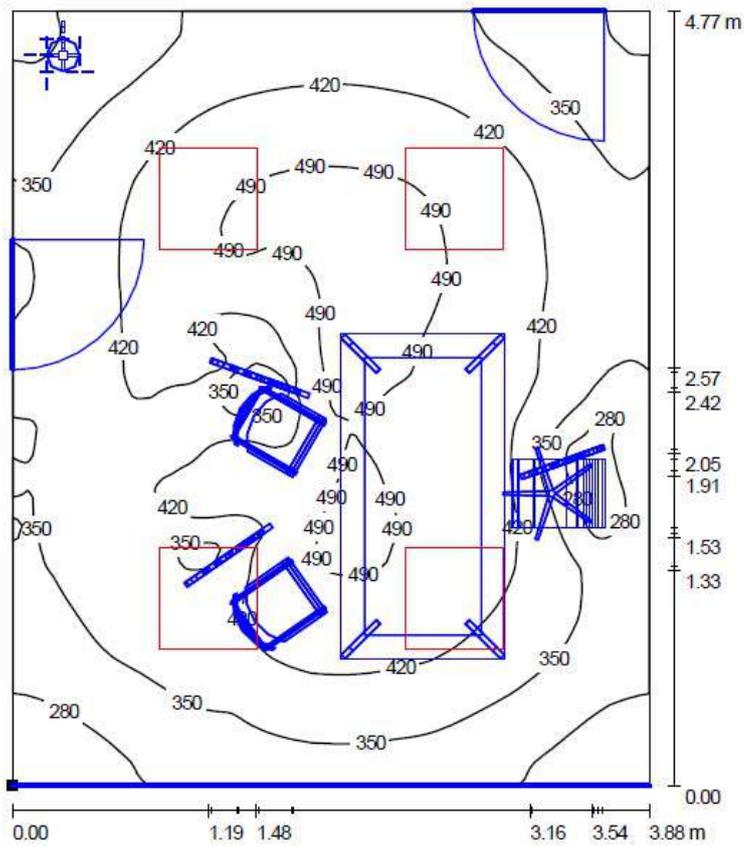
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
Total:			15232	22400	296.0

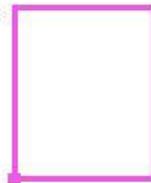
Valor de eficiencia energética:  $15.99 \text{ W/m}^2 = 4.06 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $18.51 \text{ m}^2$ )

despatx 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 38

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

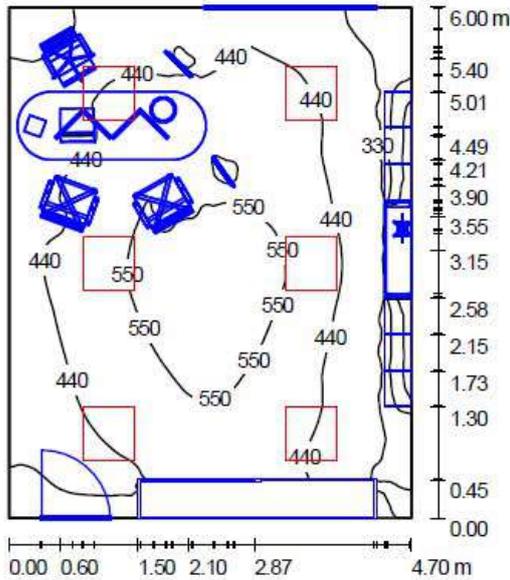


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
394	181	516	0.460	0.351

3.2.4.2.3 Mecanica

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Altura de montaje: 3.550 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:78

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	441	64	610	0.144
Suelo	20	301	27	469	0.090
Techo	70	107	84	139	0.786
Paredes (4)	50	190	7.16	432	/

**Plano útil:**

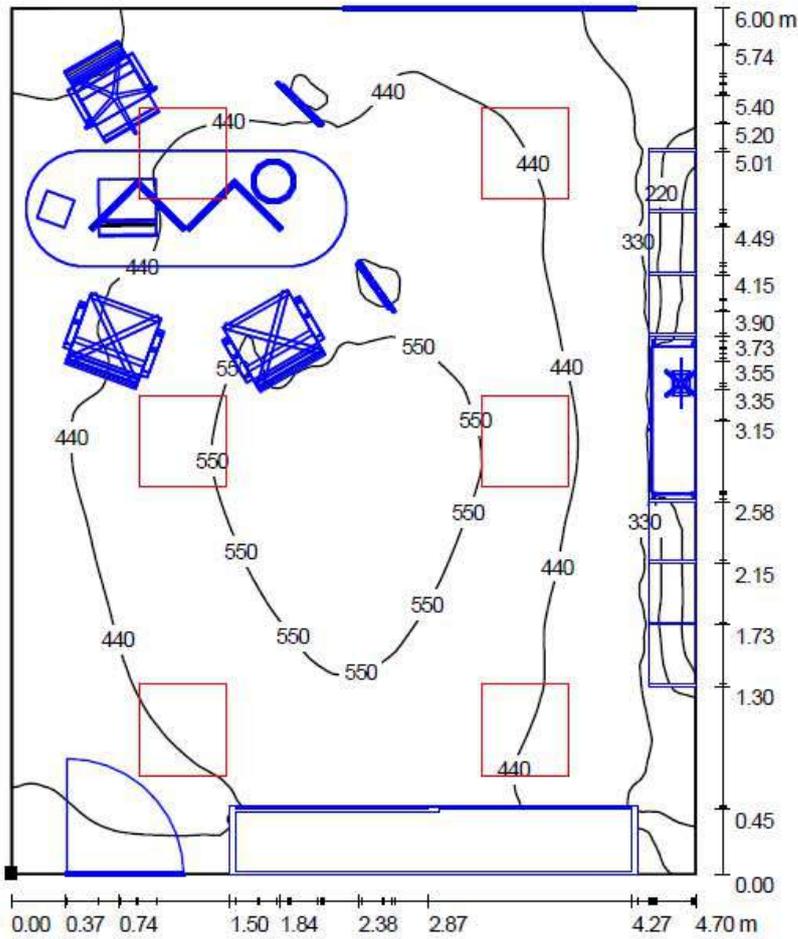
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 22848	Total: 33600	444.0

Valor de eficiencia energética:  $15.74 \text{ W/m}^2 = 3.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $28.20 \text{ m}^2$ )

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 47

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
441

$E_{min}$  [lx]  
64

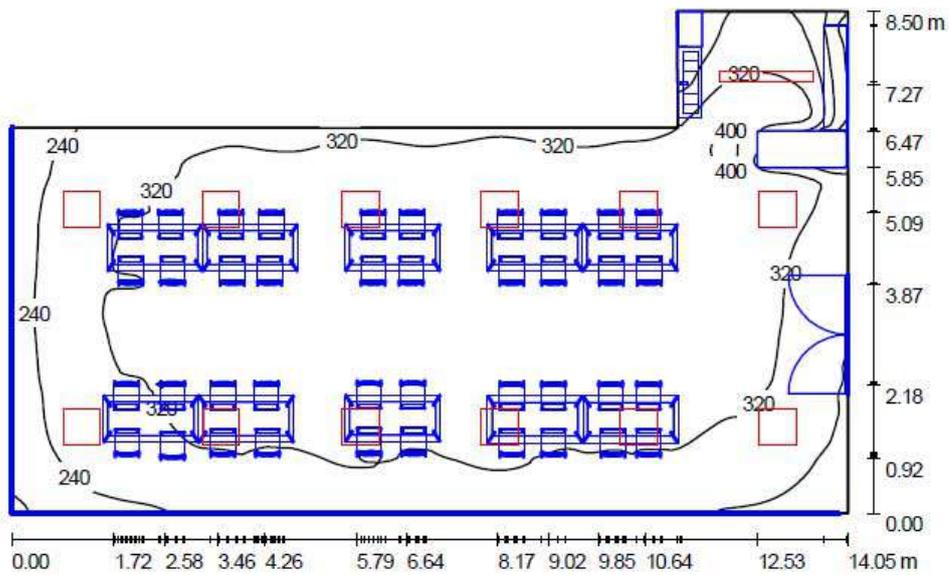
$E_{max}$  [lx]  
610

$E_{min} / E_m$   
0.144

$E_{min} / E_{max}$   
0.104

3.2.4.2.4 Comedor

menjador / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:110

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	325	54	418	0.167
Suelo	20	221	20	370	0.092
Techo	70	60	31	79	0.528
Paredes (6)	50	116	7.29	285	/

**Plano útil:**

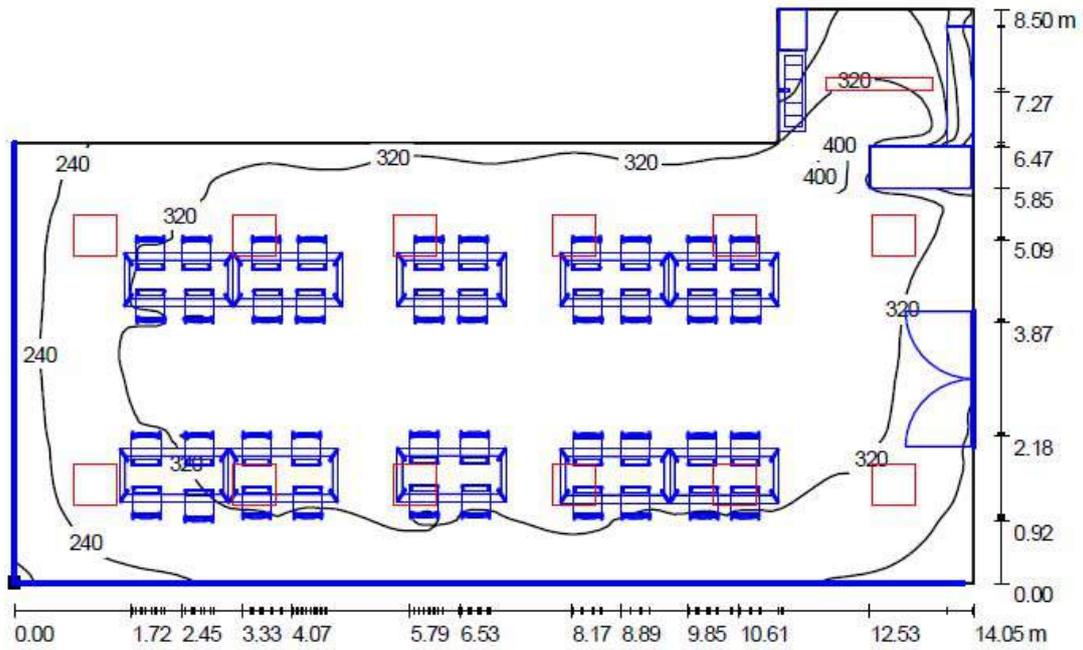
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	12	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
2	1	PHILIPS Pacific TCW596/158 R 1xTL-D58W/840 (1.000)	3550	5000	56.0
			Total: 49246	Total: 72200	944.0

Valor de eficiencia energética: 9.70 W/m<sup>2</sup> = 2.98 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 97.34 m<sup>2</sup>)

menjador / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 101

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

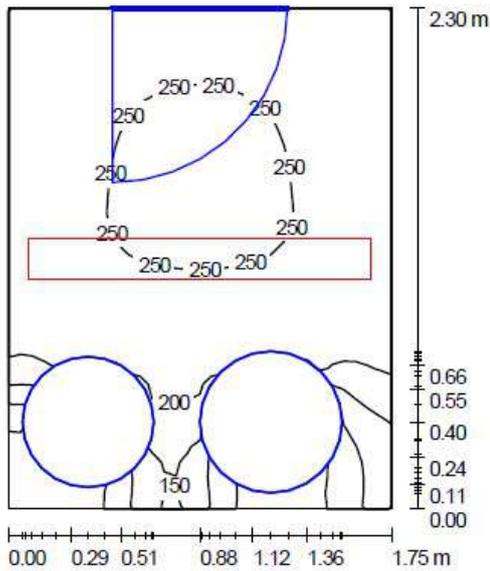


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
325	54	418	0.167	0.130

3.2.4.2.5 Limpieza-ACS

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Altura de montaje: 3.450 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	217	27	262	0.124
Suelo	20	115	8.16	163	0.071
Techo	70	64	45	76	0.706
Paredes (4)	50	142	9.25	1040	/

**Plano útil:**

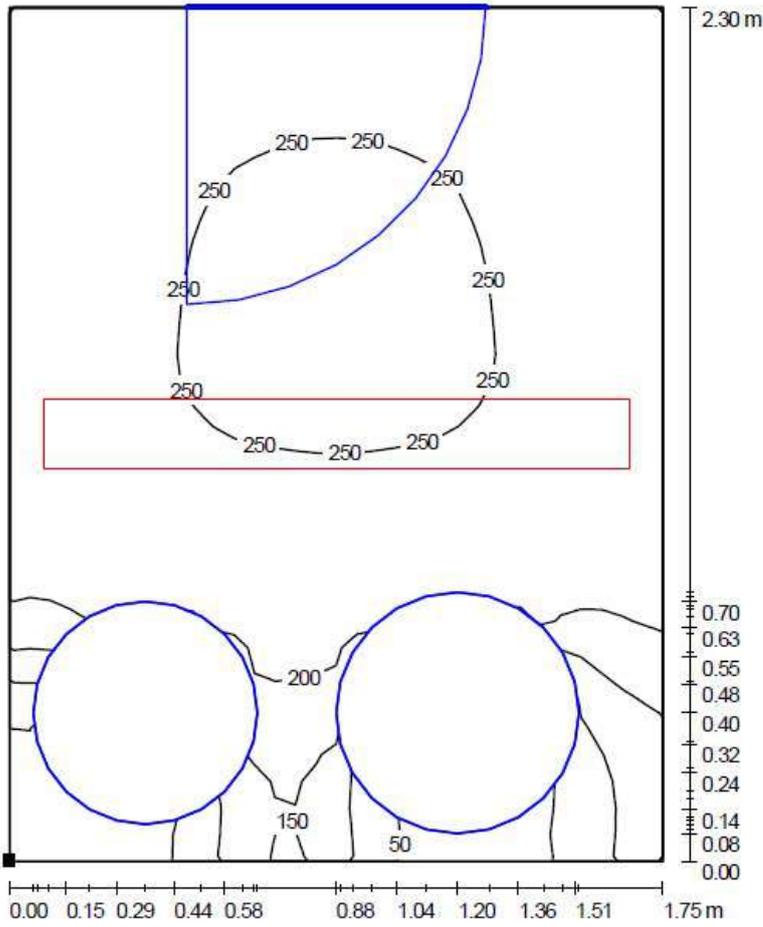
Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS Pacific TCW596/158 R 1xTL-D58W/840 (1.000)	3550	5000	56.0
			Total: 3550	Total: 5000	56.0

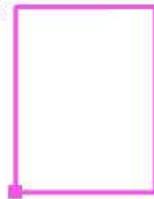
Valor de eficiencia energética: 13.91 W/m<sup>2</sup> = 6.40 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 4.02 m<sup>2</sup>)

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 18

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
217

$E_{min}$  [lx]  
27

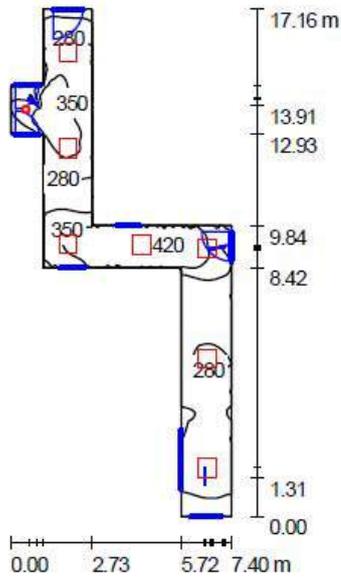
$E_{max}$  [lx]  
262

$E_{min} / E_m$   
0.124

$E_{min} / E_{max}$   
0.103

3.2.4.2.6 Pasillo

passadis / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:221

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	296	127	430	0.429
Suelo	20	231	112	325	0.484
Techo	70	81	47	151	0.578
Paredes (12)	50	179	56	901	/

**Plano útil:**

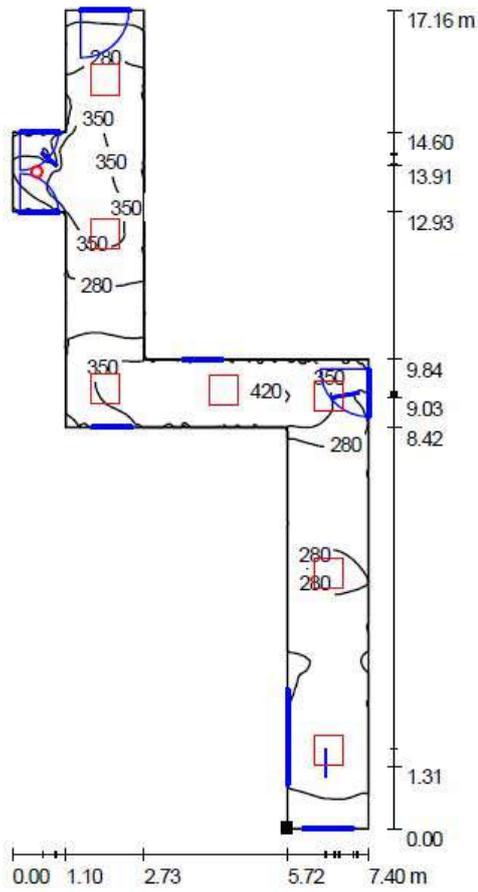
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 (1.000)	2052	3600	66.4
2	7	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
Total:			28708	42800	584.4

Valor de eficiencia energética:  $15.84 \text{ W/m}^2 = 5.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $36.90 \text{ m}^2$ )

passadis / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 135

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (4.616 m, 0.000 m, 0.850 m)

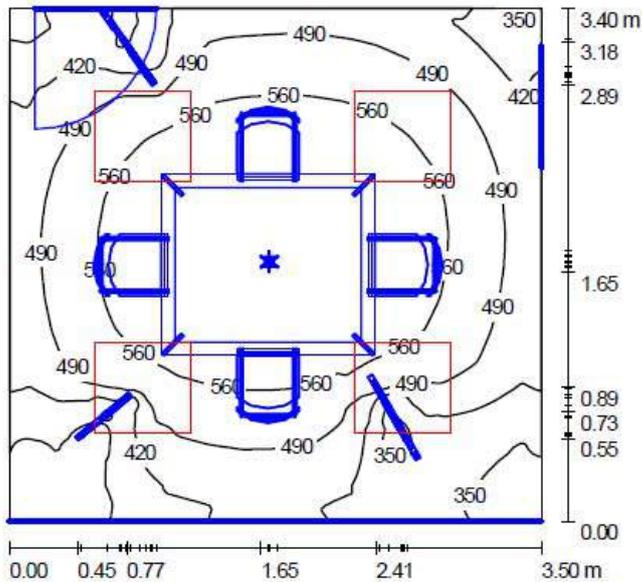


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
296	127	430	0.429	0.296

3.2.4.2.7 Sala de visitas

sala de visitas / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Altura de montaje: 3.530 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:44

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	501	292	630	0.582
Suelo	20	266	49	409	0.186
Techo	70	100	29	138	0.294
Paredes (4)	50	243	66	542	/

**Plano útil:**

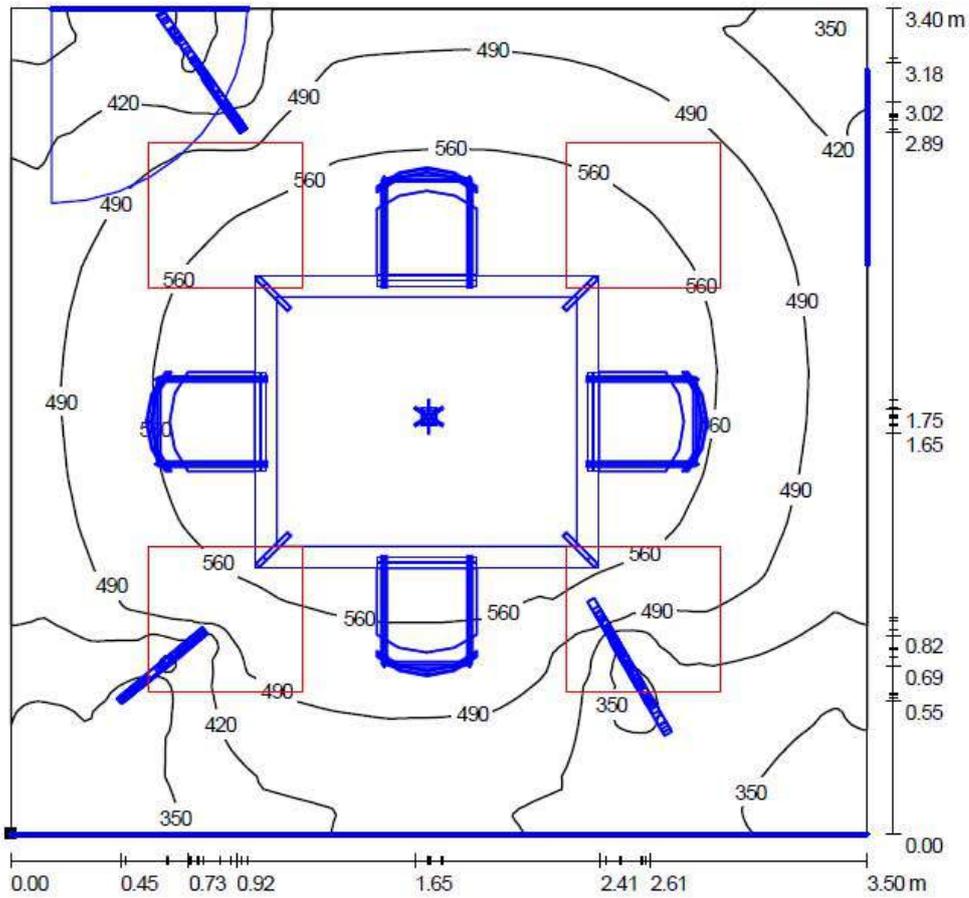
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 15232	Total: 22400	296.0

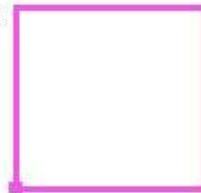
Valor de eficiencia energética:  $24.87 \text{ W/m}^2 = 4.97 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.90 \text{ m}^2$ )

sala de visitas / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 27

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

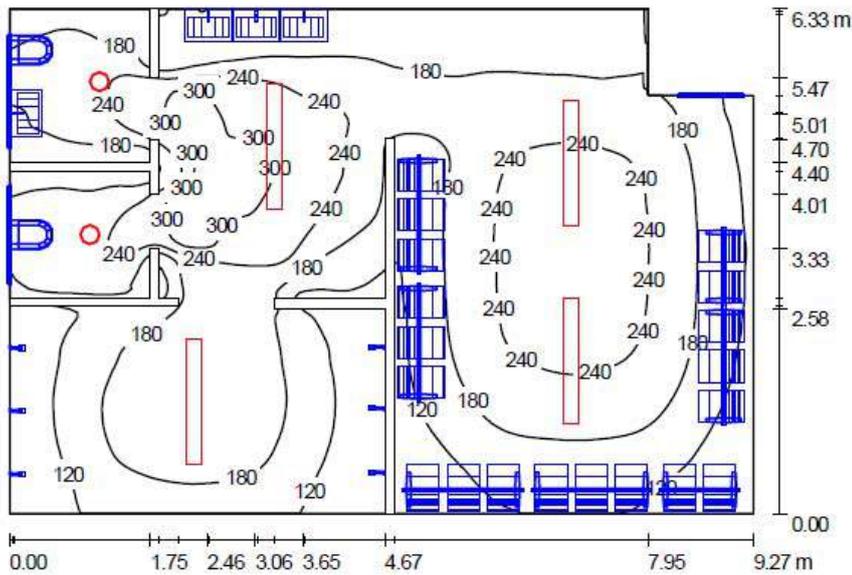


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
501	292	630	0.582	0.463

3.2.4.2.8 Vestuario hombres

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:82

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	186	60	359	0.320
Suelo	20	140	22	288	0.159
Techo	70	30	20	54	0.674
Paredes (7)	50	69	18	219	/

**Plano útil:**

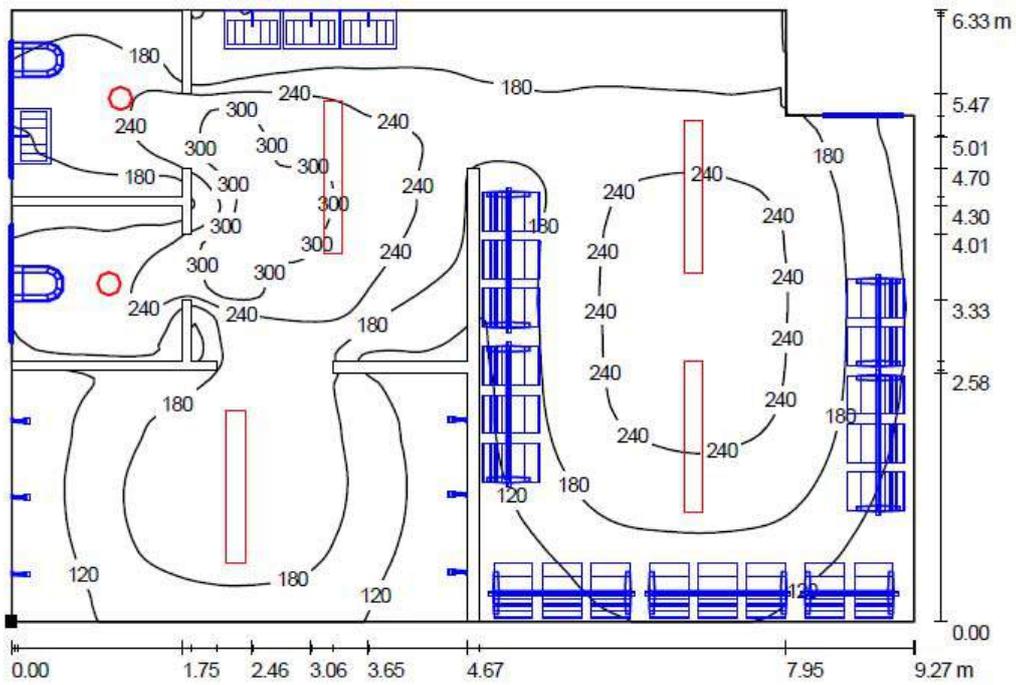
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 (1.000)	2052	3600	66.4
2	4	PHILIPS Pacific TCW596/158 R 1xTL-D58W/840 (1.000)	3550	5000	56.0
Total:			18304	Total: 27200	356.8

Valor de eficiencia energética: 6.23 W/m<sup>2</sup> = 3.34 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 57.25 m<sup>2</sup>)

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 67

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

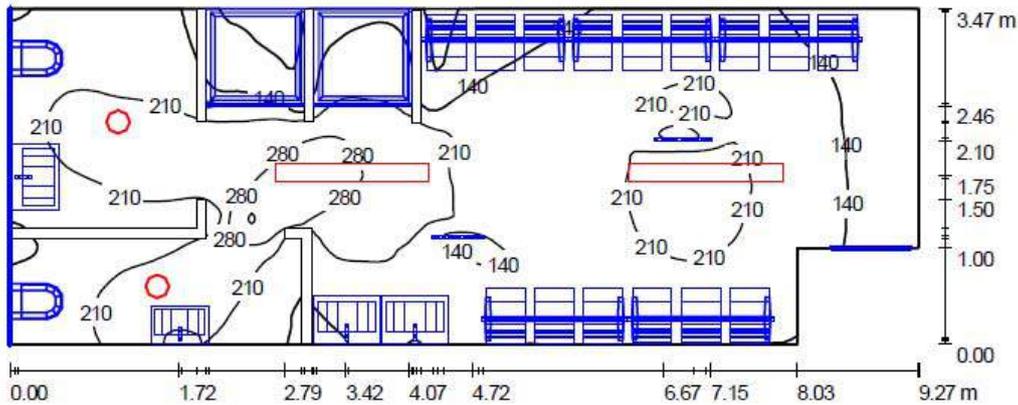


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
186	60	359	0.320	0.166

3.2.4.2.9 Vestuario mujeres

Local 1 / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:67

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	183	42	358	0.231
Suelo	20	117	3.67	263	0.031
Techo	70	32	22	76	0.687
Paredes (8)	50	67	11	386	/

**Plano útil:**

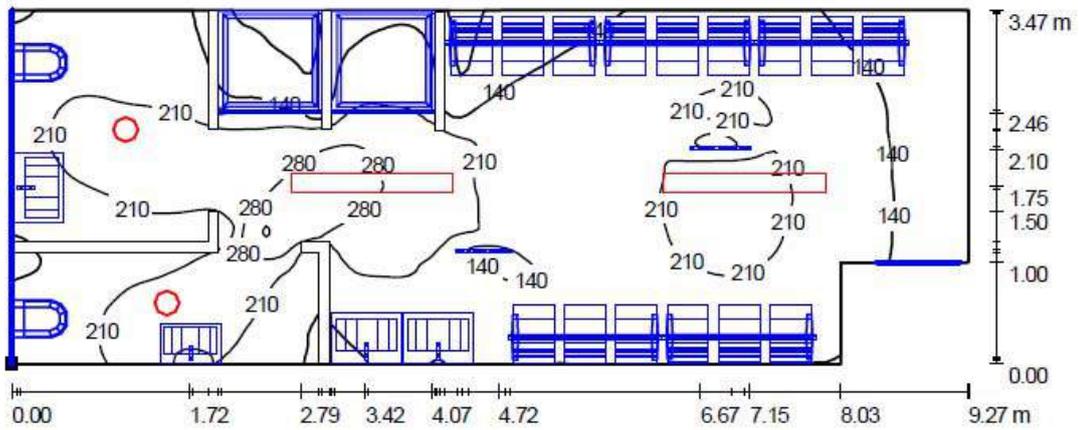
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 (1.000)	2052	3600	66.4
2	2	PHILIPS Pacific TCW596/158 R 1xTL-D58W/840 (1.000)	3550	5000	56.0
Total:			11204	17200	244.8

Valor de eficiencia energética:  $7.91 \text{ W/m}^2 = 4.33 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $30.93 \text{ m}^2$ )

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 67

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
183

$E_{min}$  [lx]  
42

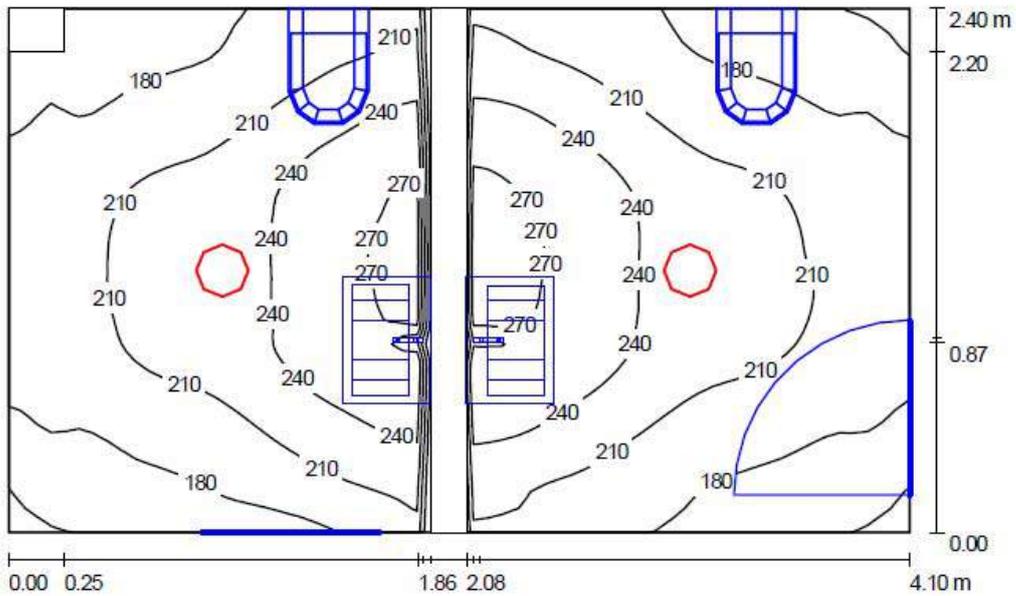
$E_{max}$  [lx]  
358

$E_{min} / E_m$   
0.231

$E_{min} / E_{max}$   
0.118

3.2.4.2.10 Wc's

wc's PB / Resumen



Altura del local: 3.450 m, Altura de montaje: 3.550 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	211	140	285	0.663
Suelo	20	145	25	199	0.175
Techo	70	38	28	44	0.730
Paredes (4)	50	86	20	215	/

**Plano útil:**

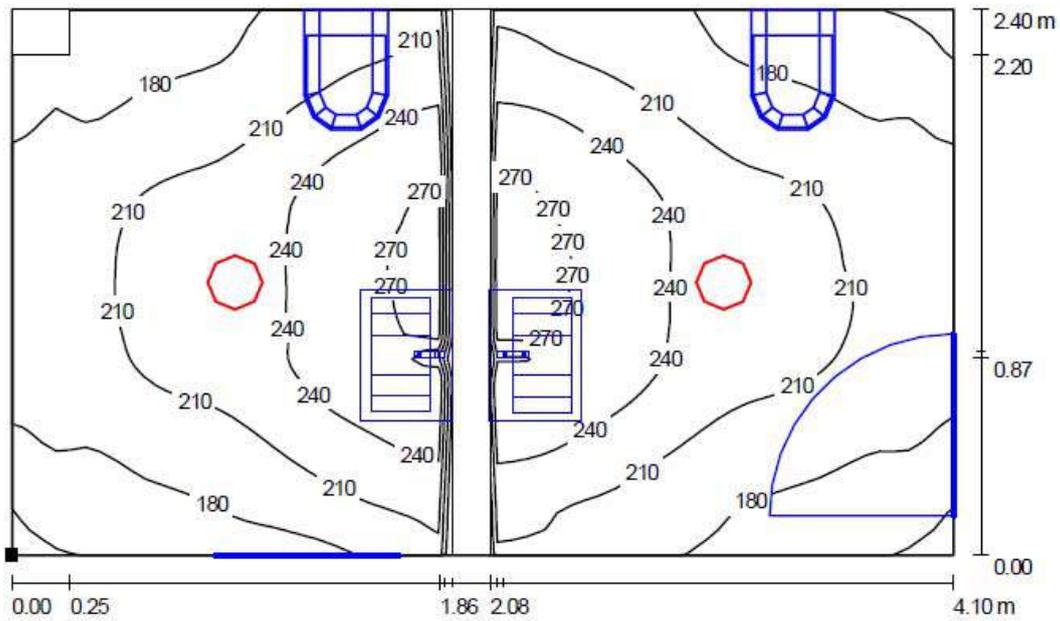
Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 (1.000)	2052	3600	66.4
			Total: 4104	Total: 7200	132.8

Valor de eficiencia energética:  $13.50 \text{ W/m}^2 = 6.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $9.84 \text{ m}^2$ )

wc's PB / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 30

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

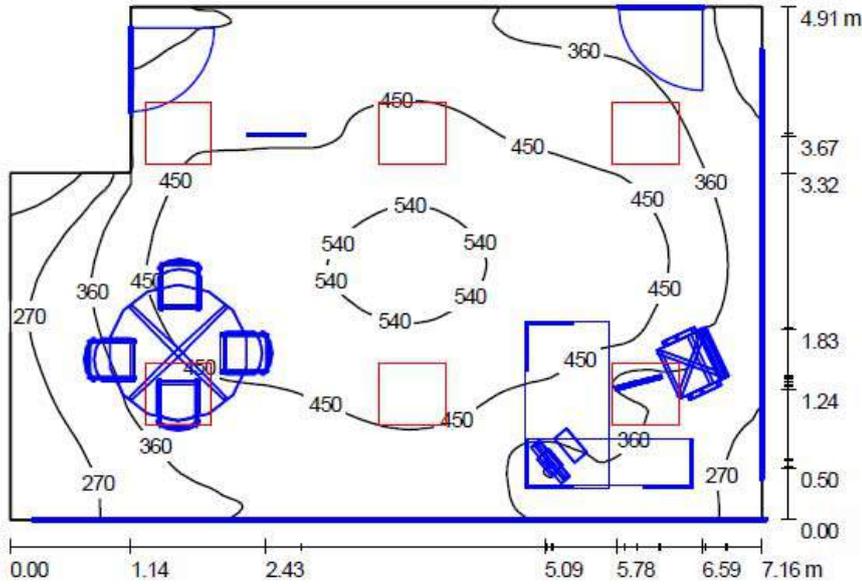


Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
211	140	285	0.663	0.492

3.2.4.2.11 Despacho 2

despacho 2 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:64

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	406	133	569	0.329
Suelo	20	293	37	451	0.127
Techo	70	75	41	250	0.538
Paredes (6)	50	174	60	1579	/

**Plano útil:**

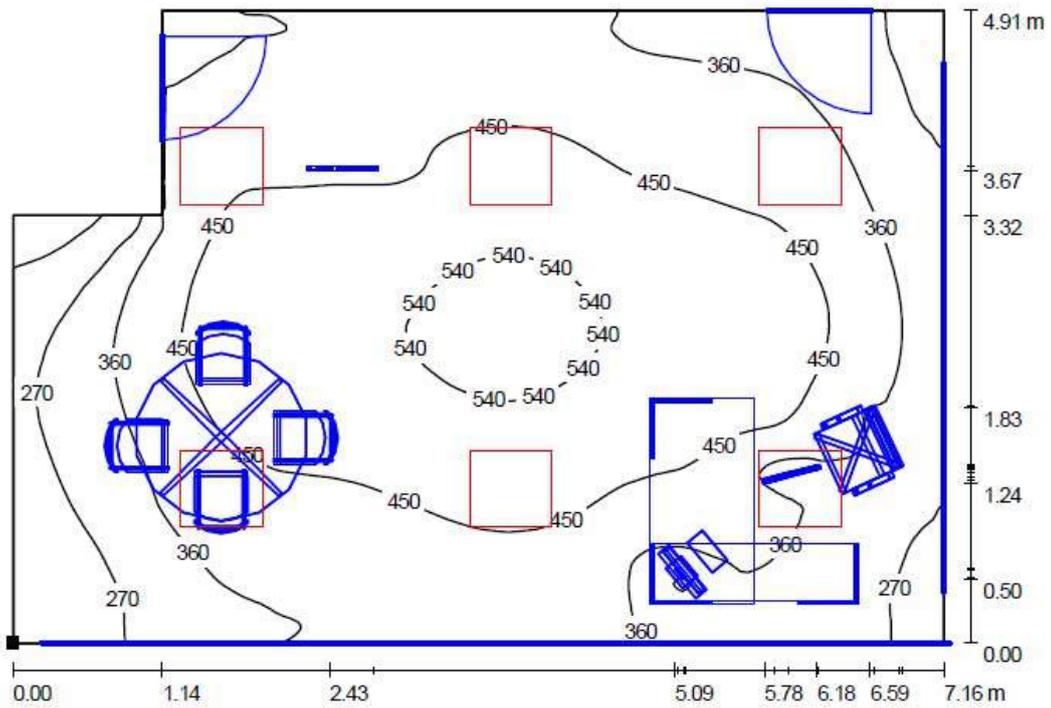
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
Total:			22848	33600	444.0

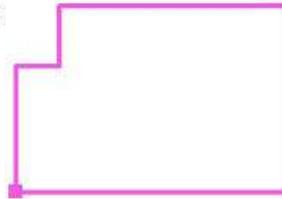
Valor de eficiencia energética:  $13.32 \text{ W/m}^2 = 3.28 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $33.34 \text{ m}^2$ )

despacho 2 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 52

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

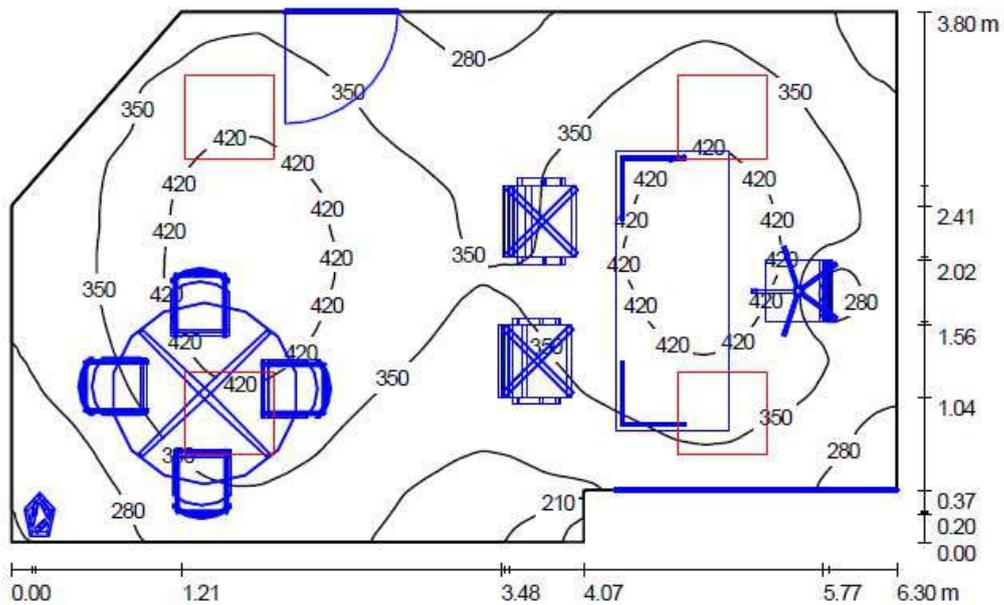


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
406	133	569	0.329	0.235

3.2.4.2.12 Despacho 3

despacho3 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:49

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	351	124	463	0.353
Suelo	20	211	36	331	0.171
Techo	70	79	43	140	0.544
Paredes (7)	50	175	58	620	/

**Plano útil:**

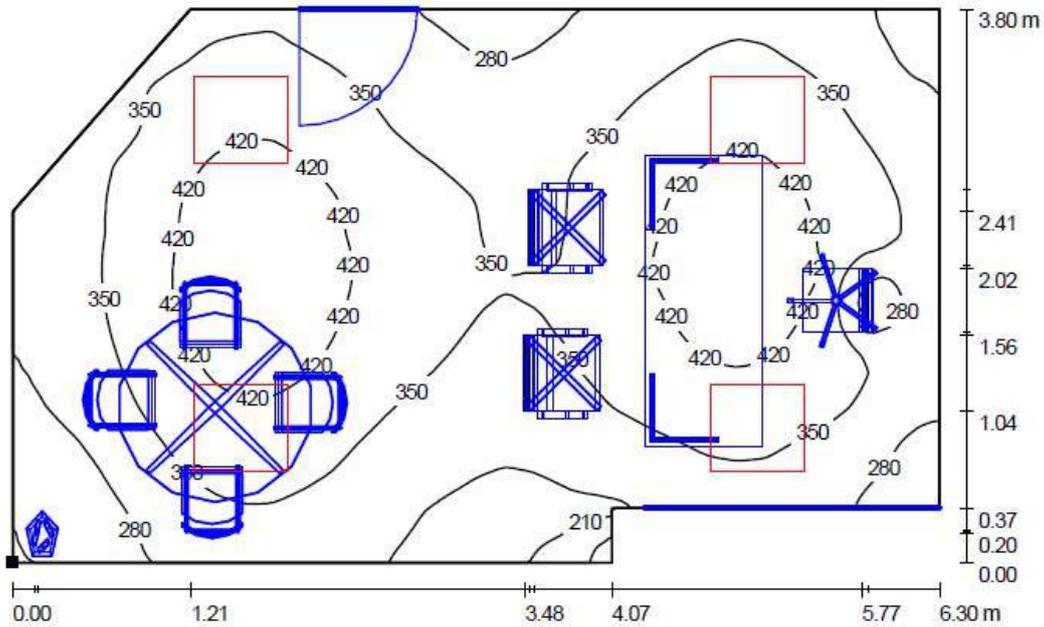
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 15232	Total: 22400	296.0

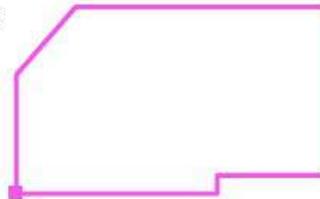
Valor de eficiencia energética:  $13.29 \text{ W/m}^2 = 3.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $22.27 \text{ m}^2$ )

despacho3 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 46

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
351

$E_{min}$  [lx]  
124

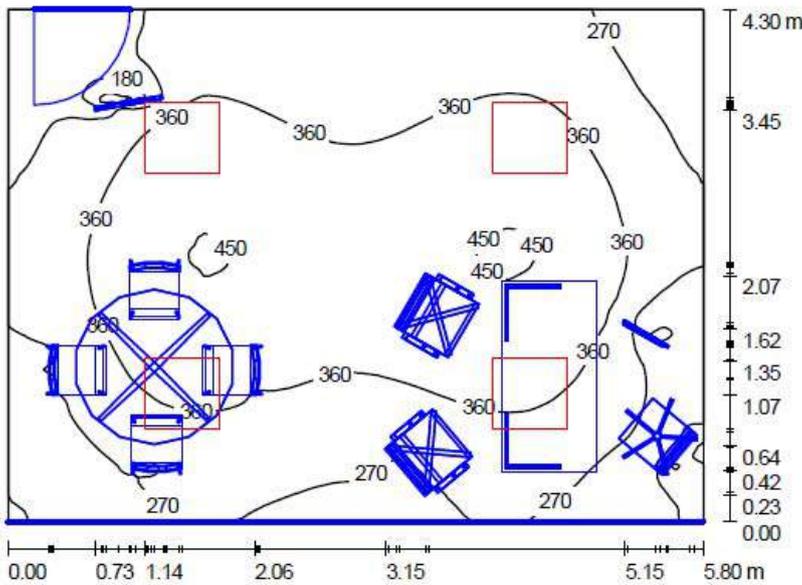
$E_{max}$  [lx]  
463

$E_{min} / E_m$   
0.353

$E_{min} / E_{max}$   
0.268

3.2.4.2.13 Despacho 4

despacho 4 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	333	53	458	0.158
Suelo	20	213	23	335	0.107
Techo	70	58	42	69	0.732
Paredes (4)	50	129	28	312	/

**Plano útil:**

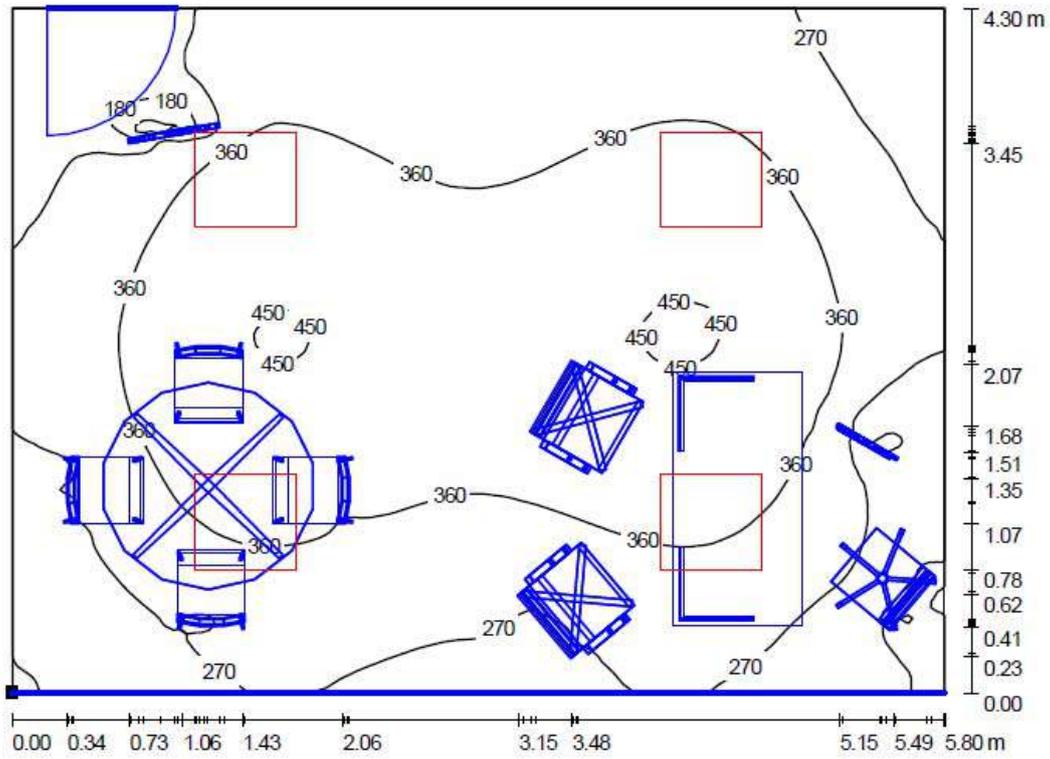
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 15232	Total: 22400	296.0

Valor de eficiencia energética:  $11.87 \text{ W/m}^2 = 3.57 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $24.94 \text{ m}^2$ )

despacho 4 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 42

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

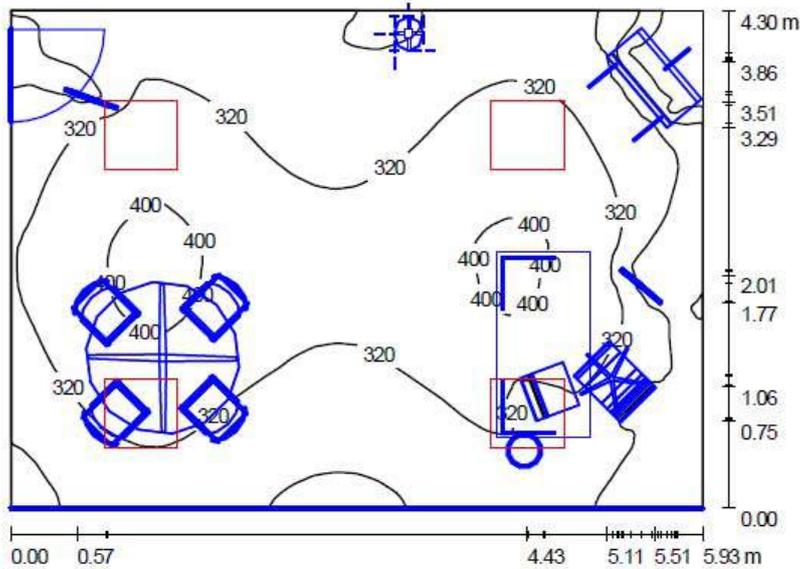


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
333	53	458	0.158	0.115

3.2.4.2.14 Despacho 5

despacho 5 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	307	45	421	0.146
Suelo	20	205	22	307	0.107
Techo	70	55	34	70	0.604
Paredes (4)	50	116	40	310	/

**Plano útil:**

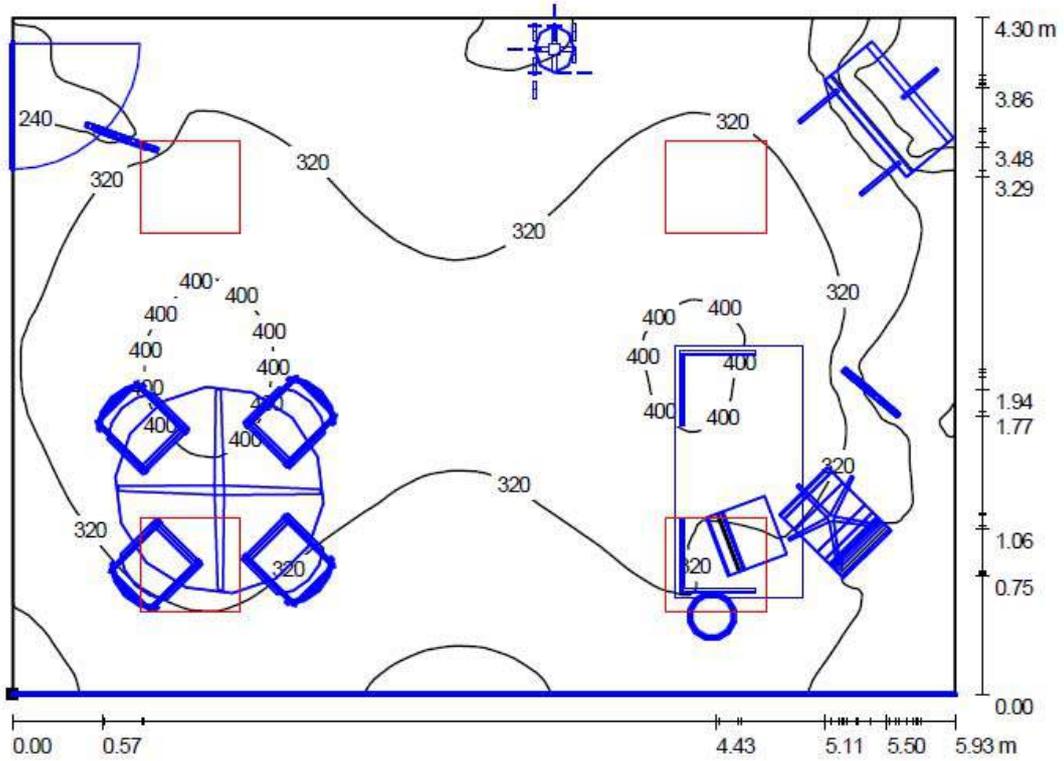
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 15232	Total: 22400	296.0

Valor de eficiencia energética: 11.61 W/m<sup>2</sup> = 3.78 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 25.50 m<sup>2</sup>)

despacho 5 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 43

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

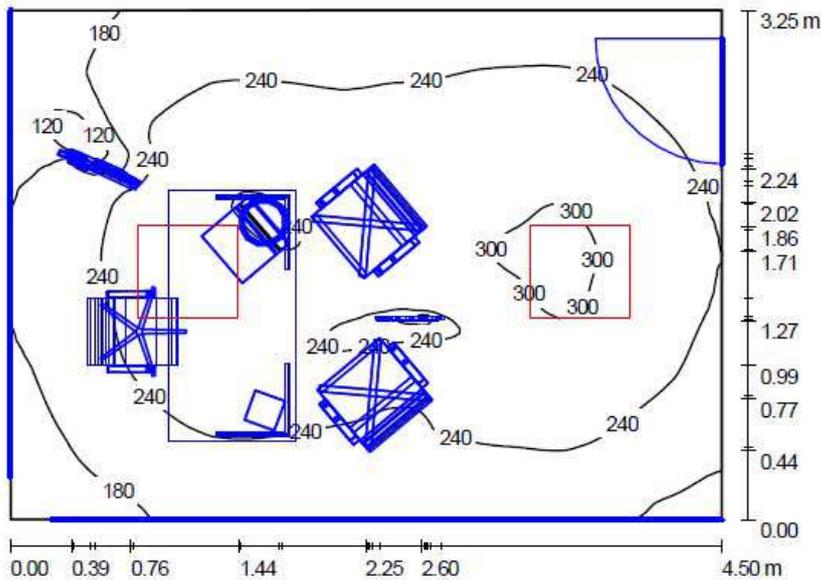


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
307	45	421	0.146	0.107

3.2.4.2.15 Despacho 6

despacho6 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:42

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	239	51	311	0.214
Suelo	20	133	11	208	0.082
Techo	70	34	22	58	0.652
Paredes (4)	50	88	22	420	/

**Plano útil:**

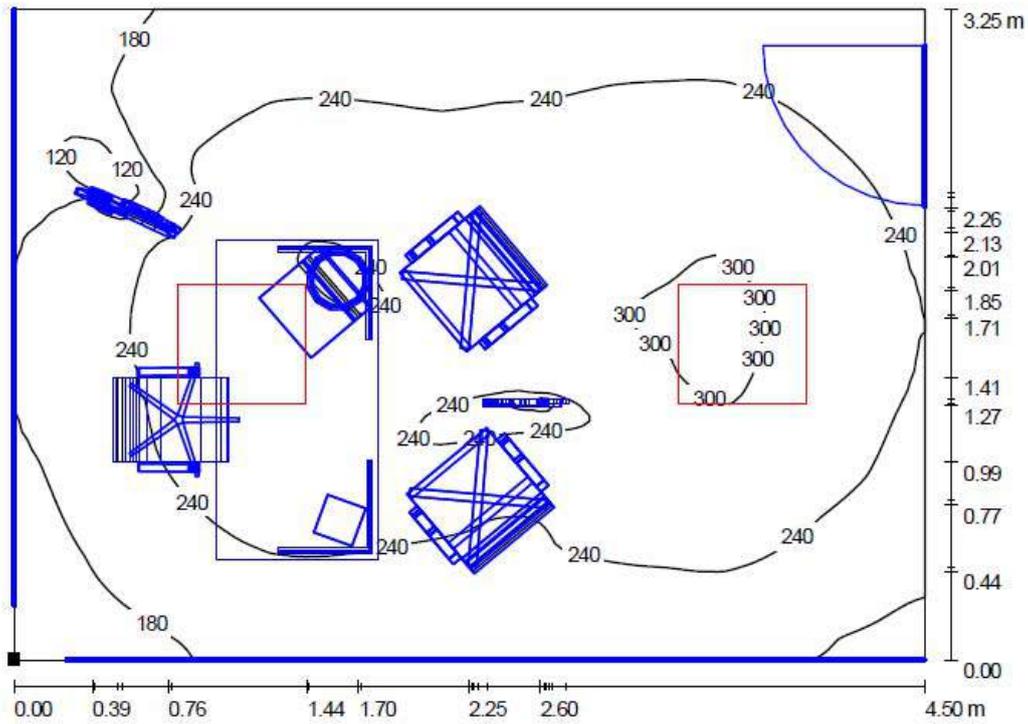
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 7616	Total: 11200	148.0

Valor de eficiencia energética:  $10.12 \text{ W/m}^2 = 4.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.63 \text{ m}^2$ )

despacho6 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 33

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
239

$E_{min}$  [lx]  
51

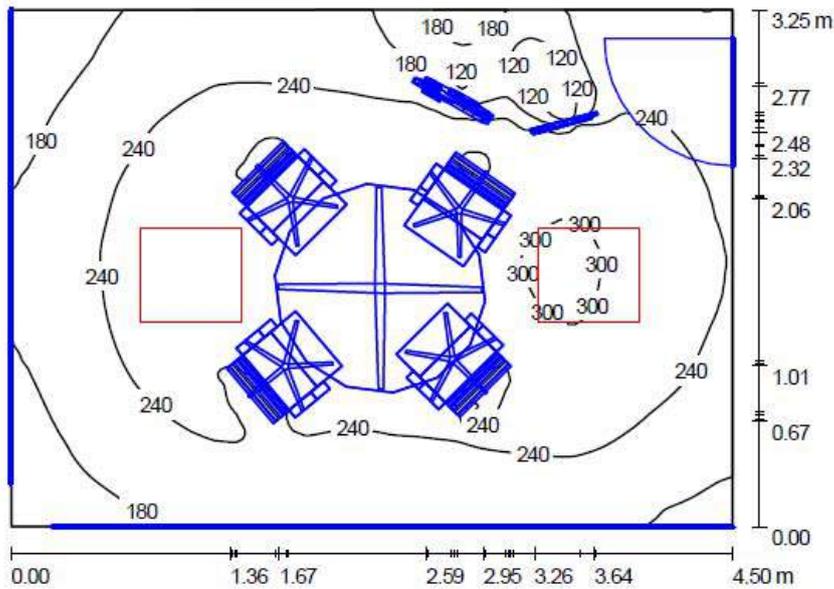
$E_{max}$  [lx]  
311

$E_{min} / E_m$   
0.214

$E_{min} / E_{max}$   
0.164

3.2.4.2.16 Despacho 7

despacho 7 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:42

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	235	45	309	0.191
Suelo	20	134	16	201	0.123
Techo	70	33	20	59	0.600
Paredes (4)	50	87	20	421	/

**Plano útil:**

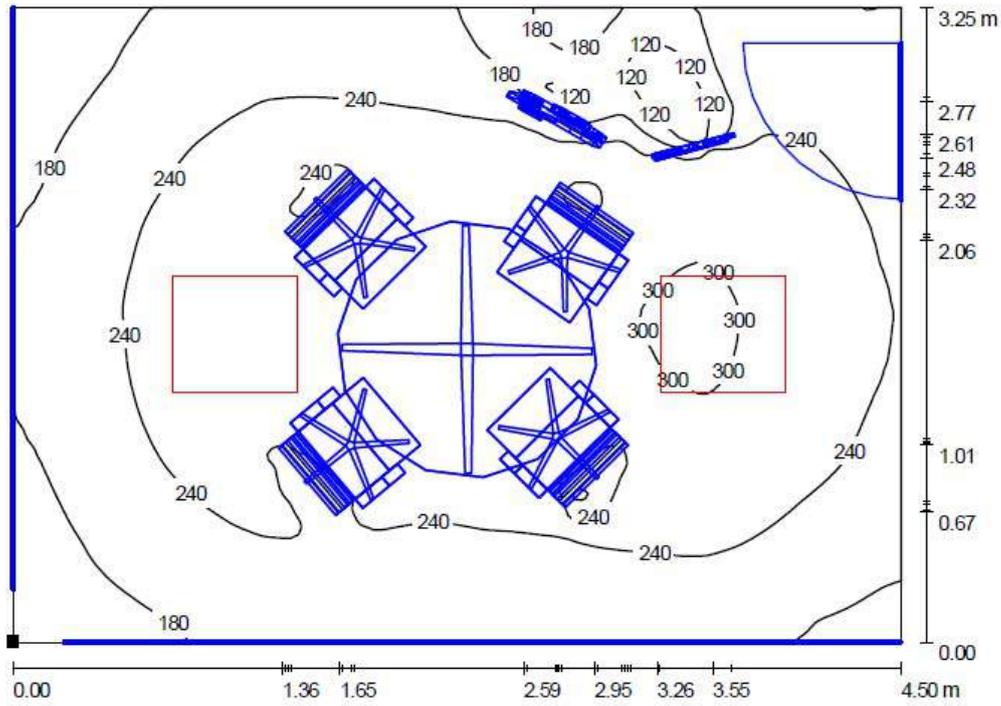
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	2	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 7616	Total: 11200	148.0

Valor de eficiencia energética:  $10.12 \text{ W/m}^2 = 4.30 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.63 \text{ m}^2$ )

despacho 7 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 33

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
235

$E_{min}$  [lx]  
45

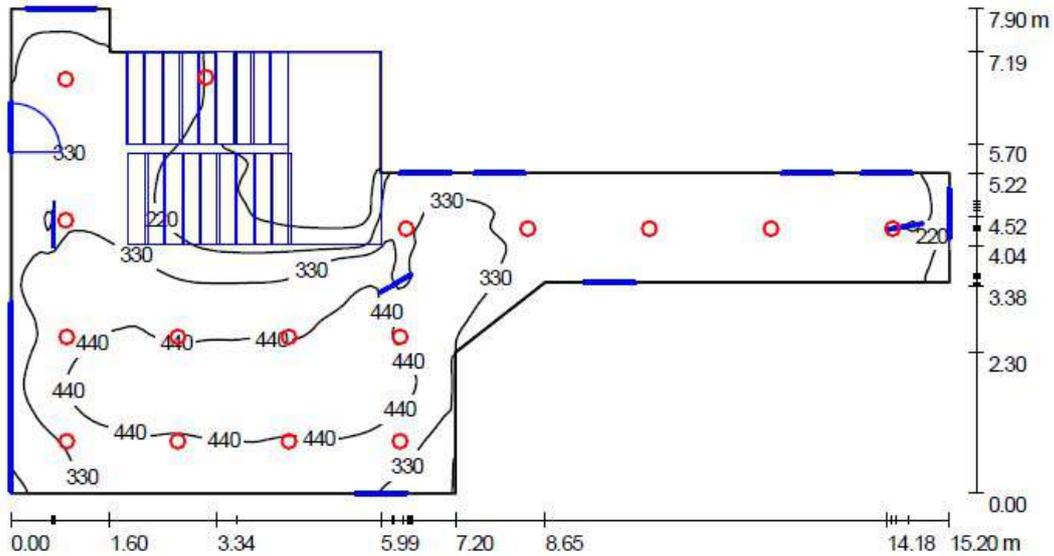
$E_{max}$  [lx]  
309

$E_{min} / E_m$   
0.191

$E_{min} / E_{max}$   
0.145

3.2.4.2.17 Distribuidor

Distribuidor / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:109

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	309	3.91	544	0.013
Suelo	20	264	8.90	451	0.034
Techo	70	53	26	90	0.486
Paredes (11)	50	117	13	726	/

**Plano útil:**

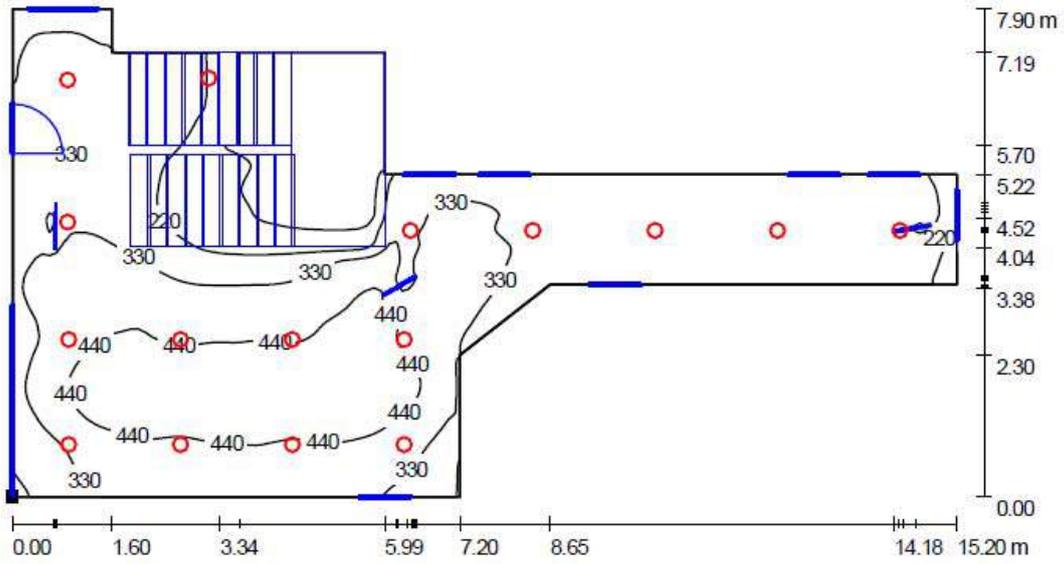
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	16	PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 (1.000)	2052	3600	66.4
			Total: 32832	Total: 57600	1062.4

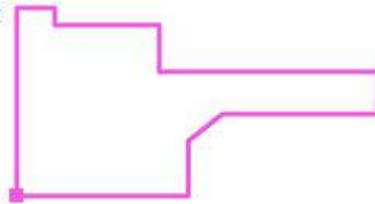
Valor de eficiencia energética:  $16.20 \text{ W/m}^2 = 5.24 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $65.59 \text{ m}^2$ )

**Distribuidor / Plano útil / Isolíneas (E)**



Valores en Lux, Escala 1 : 109

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

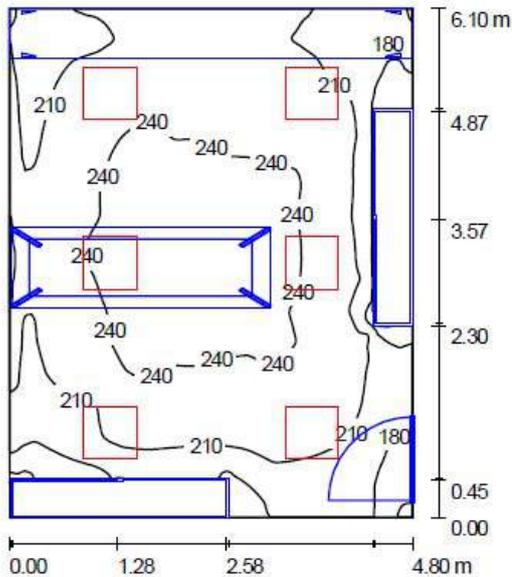


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
309	3.91	544	0.013	0.007

3.2.4.2.18 Office P1

office planta 1 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.339 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:79

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	220	145	255	0.661
Suelo	31	139	14	196	0.098
Techo	70	105	46	172	0.440
Paredes (4)	90	130	0.30	243	/

**Plano útil:**

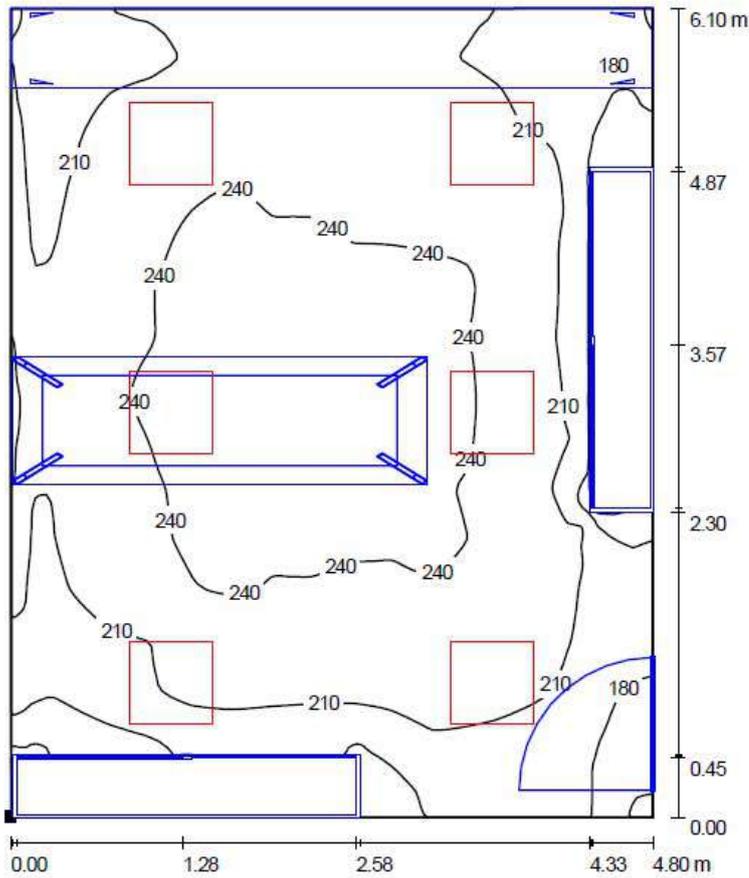
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	DIAL 25 SEKOLUX-E PL-L 136 EVG (1.000)	1486	2350	36.0
			Total: 8915	Total: 14100	216.0

Valor de eficiencia energética:  $7.38 \text{ W/m}^2 = 3.35 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $29.28 \text{ m}^2$ )

office planta 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 48

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$  [lx]  
220

$E_{min}$  [lx]  
145

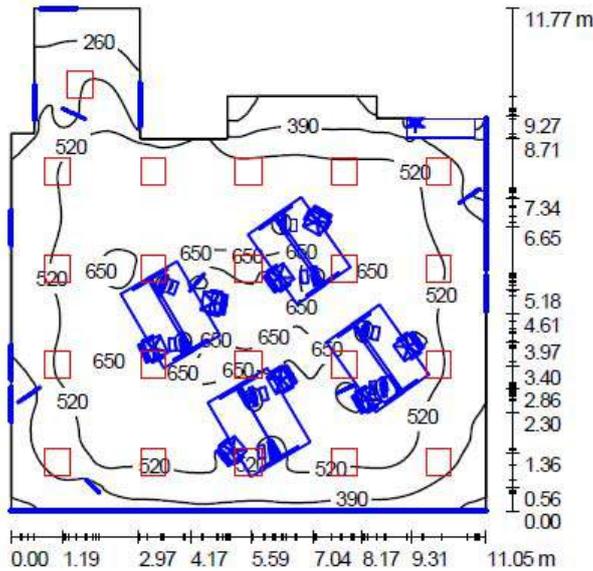
$E_{max}$  [lx]  
255

$E_{min} / E_m$   
0.661

$E_{min} / E_{max}$   
0.571

3.2.4.2.19 Oficinas

oficinas P1 / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:152

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	515	64	680	0.124
Suelo	20	382	18	589	0.048
Techo	70	100	50	181	0.496
Paredes (12)	50	194	23	661	/

**Plano útil:**

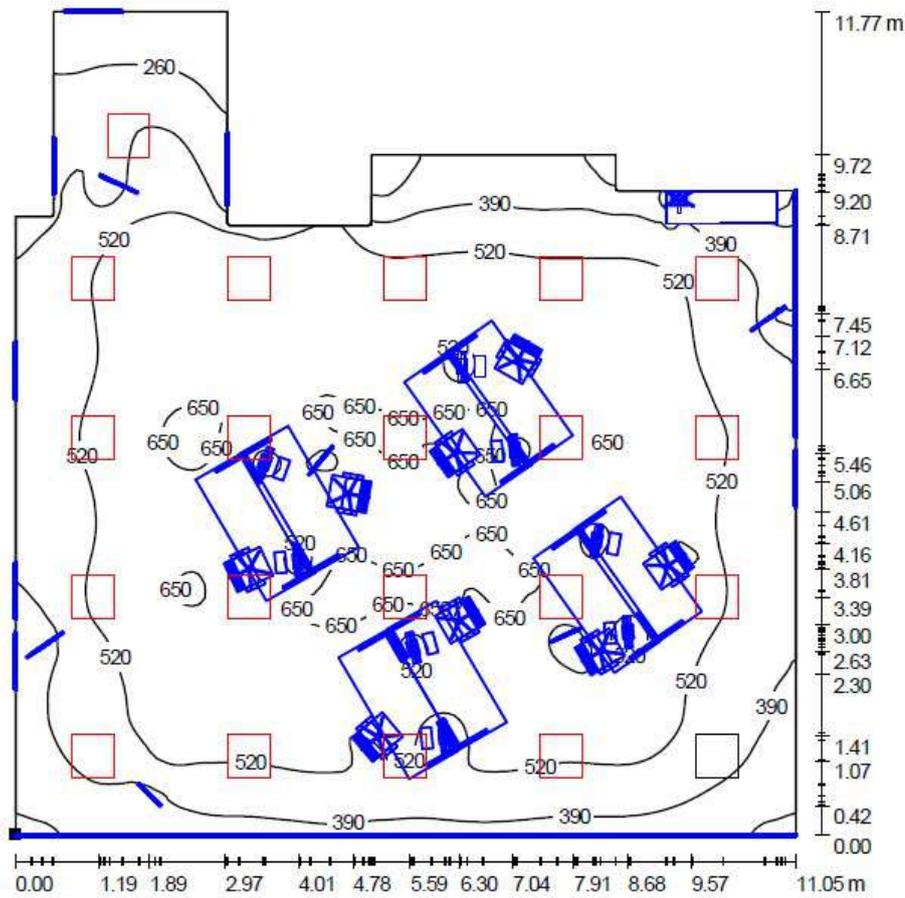
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	21	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
Total:			79968	117600	1554.0

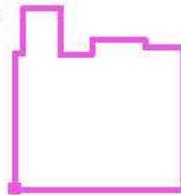
Valor de eficiencia energética:  $14.31 \text{ W/m}^2 = 2.78 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $108.59 \text{ m}^2$ )

oficinas P1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 93

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

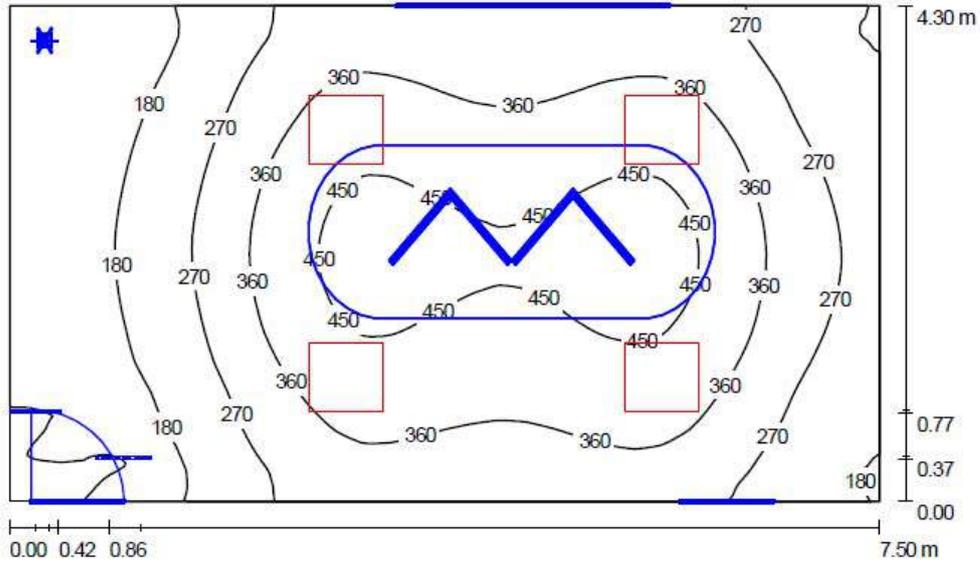


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
515	64	680	0.124	0.094

3.2.4.2.20 Sala de juntas

Sala de Juntas / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.330 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	311	64	486	0.206
Suelo	20	197	20	324	0.103
Techo	70	75	40	110	0.528
Paredes (4)	50	137	46	346	/

**Plano útil:**

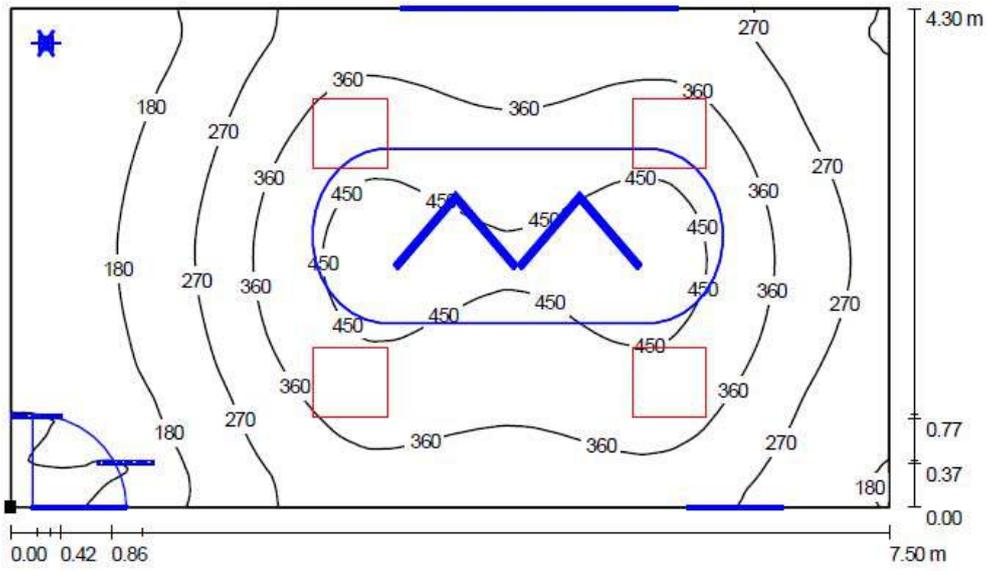
Altura: 0.850 m  
 Trama: 128 x 128 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	4	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
Total:			15232	22400	296.0

Valor de eficiencia energética:  $9.18 \text{ W/m}^2 = 2.95 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $32.25 \text{ m}^2$ )

Sala de Juntas / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 54

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)

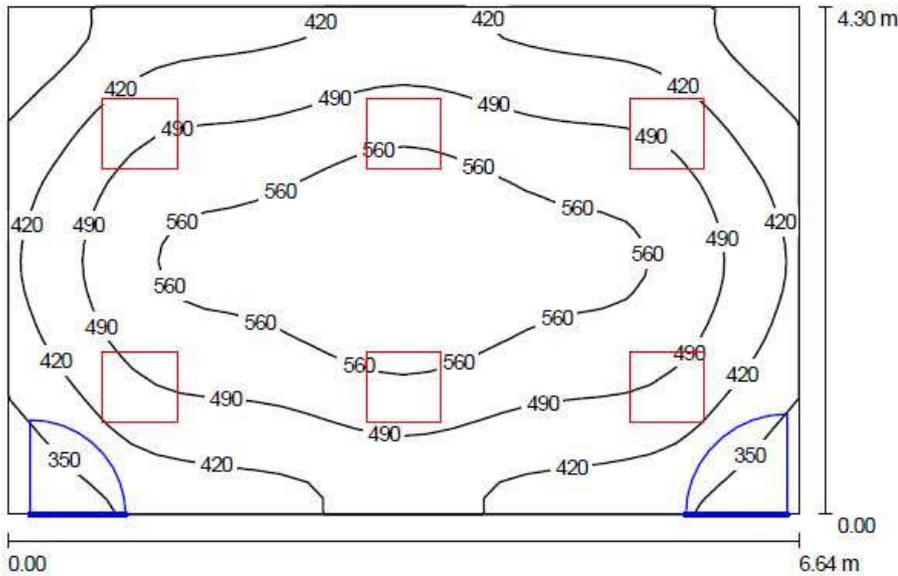


Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
311	64	486	0.206	0.132

3.2.4.2.21 Sala de formación

Sala Formación / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.350 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:56

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	475	286	632	0.601
Suelo	20	400	269	495	0.673
Techo	70	101	81	119	0.806
Paredes (4)	50	233	81	381	/

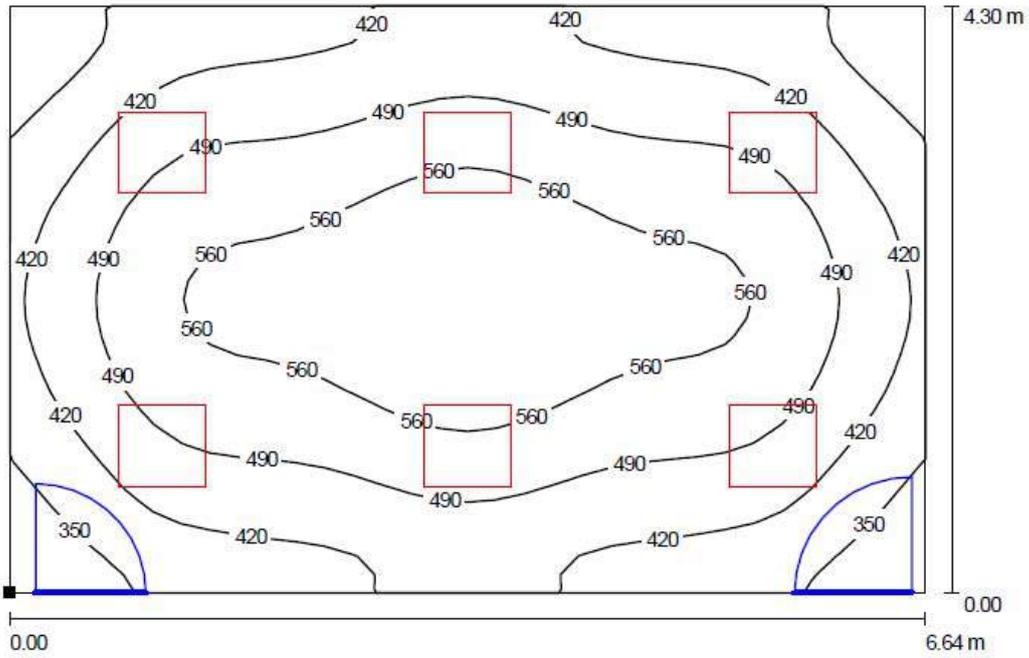
Plano útil:		UGR			Longi- Tran al eje de luminaria		
Altura:	0.850 m	Pared izq	15	18			
Trama:	32 x 32 Puntos	Pared inferior	16	18			
Zona marginal:	0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)					

Lista de piezas - Luminarias

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	6	PHILIPS IMPALA TBS160/418 C3 4xTL-D18W/840 (1.000)	3808	5600	74.0
			Total: 22848	Total: 33600	444.0

Valor de eficiencia energética: 15.55 W/m<sup>2</sup> = 3.27 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 28.55 m<sup>2</sup>)

Sala Formación / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 48

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
475

$E_{min}$  [lx]  
286

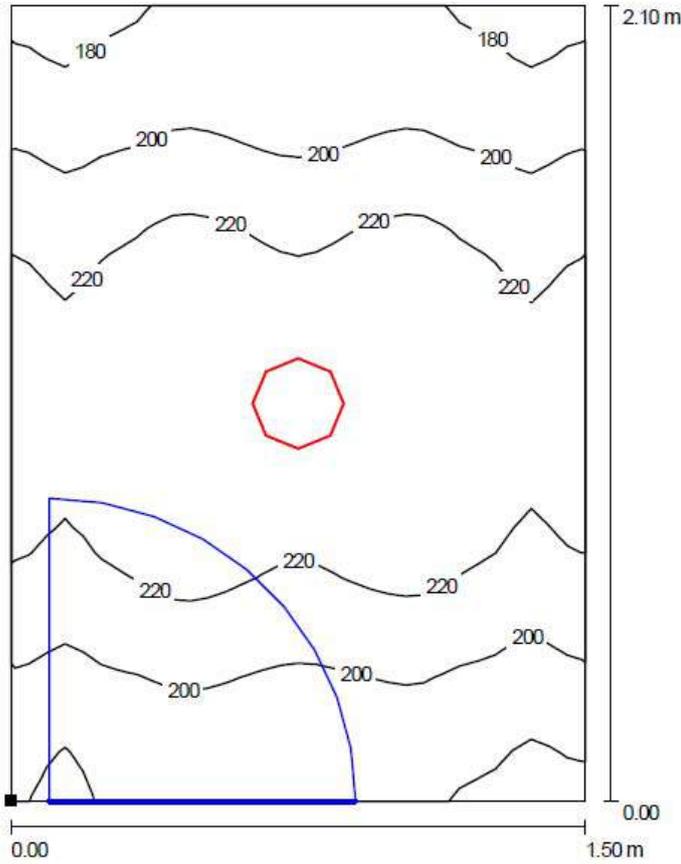
$E_{max}$  [lx]  
632

$E_{min} / E_m$   
0.601

$E_{min} / E_{max}$   
0.452

3.2.4.2.22 Servicio

Local 1 / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 17

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
210

$E_{min}$  [lx]  
169

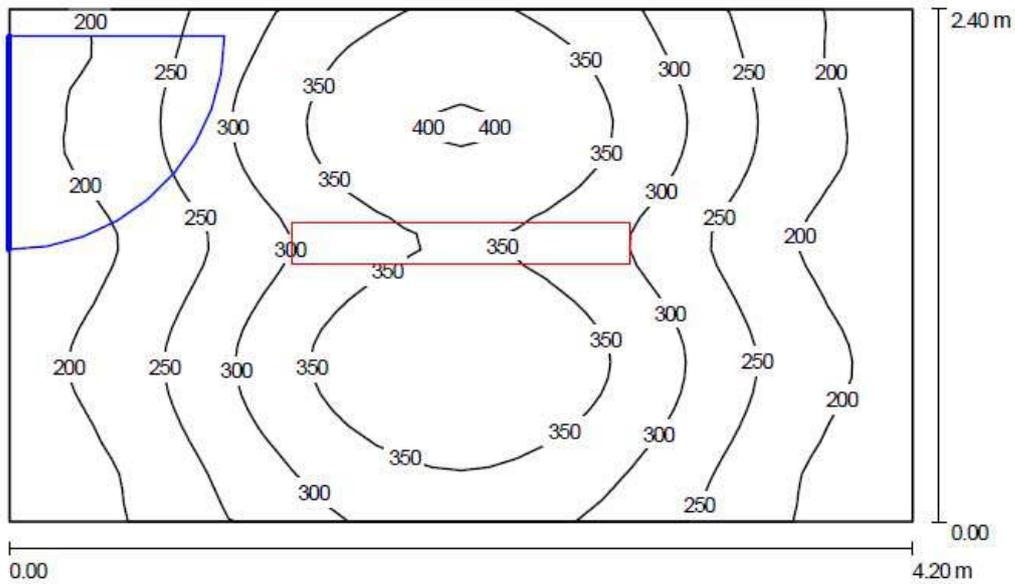
$E_{max}$  [lx]  
236

$E_{min} / E_m$   
0.804

$E_{min} / E_{max}$   
0.715

3.2.4.2.23 Servidor

servidor / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.250 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:31

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	281	164	406	0.584
Suelo	20	202	147	252	0.729
Techo	70	51	37	60	0.719
Paredes (4)	50	131	40	371	/

**Plano útil:**

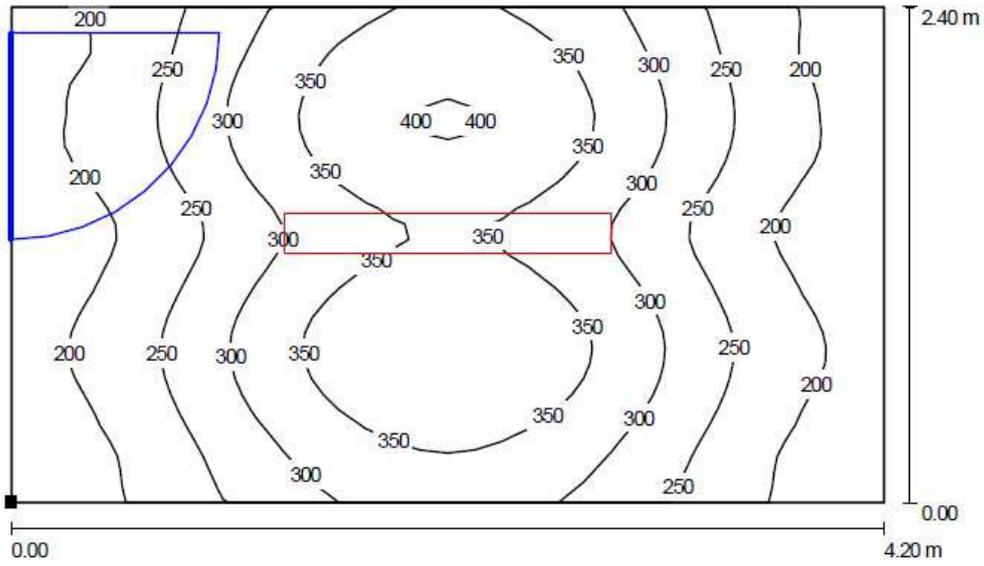
Altura: 0.850 m  
 Trama: 32 x 32 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

Nº	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	1	PHILIPS Pacific TCW596/258 R 2xTL-D58W/840 (1.000)	5800	10000	111.0
			Total: 5800	Total: 10000	111.0

Valor de eficiencia energética: 11.01 W/m<sup>2</sup> = 3.91 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 10.08 m<sup>2</sup>)

servidor / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 31

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (0.000 m, 0.000 m, 0.850 m)



Trama: 32 x 32 Puntos

$E_m$  [lx]  
281

$E_{min}$  [lx]  
164

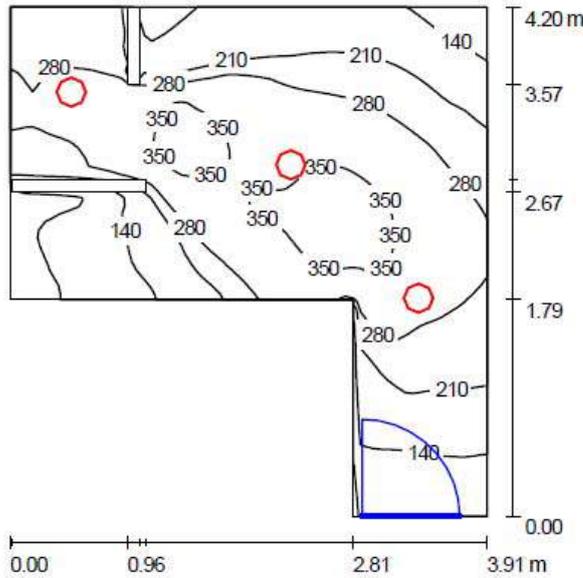
$E_{max}$  [lx]  
406

$E_{min} / E_m$   
0.584

$E_{min} / E_{max}$   
0.405

3.2.4.2.24 Vestidor

vestidor / Resumen



Altura del local: 3.250 m, Altura de montaje: 3.350 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Plano útil	/	244	31	377	0.127
Suelo	20	184	27	264	0.147
Techo	70	42	16	94	0.374
Paredes (6)	50	91	15	729	/

**Plano útil:**

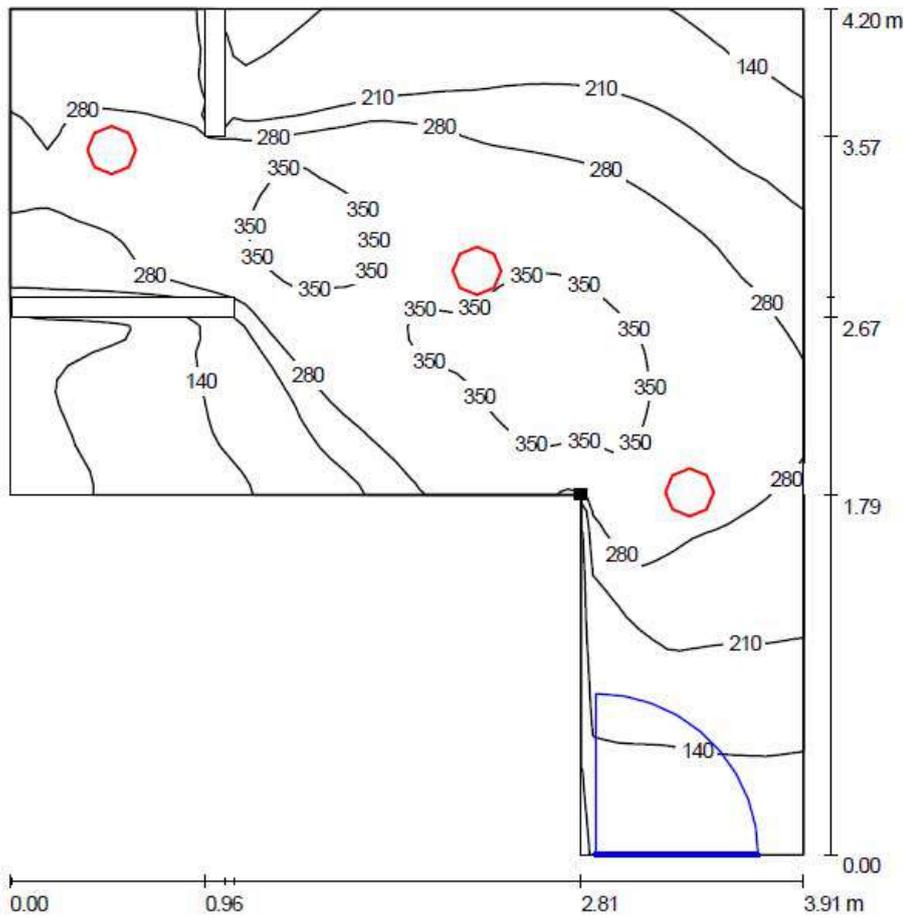
Altura: 0.850 m  
 Trama: 64 x 64 Puntos  
 Zona marginal: 0.000 m

**Lista de piezas - Luminarias**

N°	Pieza	Designación (Factor de corrección)	$\Phi$ (Luminaria) [lm]	$\Phi$ (Lámparas) [lm]	P [W]
1	3	PHILIPS Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840 (1.000)	2052	3600	66.4
			Total: 6156	Total: 10800	199.2

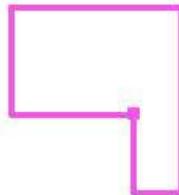
Valor de eficiencia energética: 17.48 W/m<sup>2</sup> = 7.17 W/m<sup>2</sup>/100 lx (Base: 11.40 m<sup>2</sup>)

vestidor / Plano útil / Isolíneas (E)



Valores en Lux, Escala 1 : 33

Situación de la superficie en el local:  
 Punto marcado:  
 (2.813 m, 1.786 m, 0.850 m)



Trama: 64 x 64 Puntos

$E_m$  [lx]  
244

$E_{min}$  [lx]  
31

$E_{max}$  [lx]  
377

$E_{min} / E_m$   
0.127

$E_{min} / E_{max}$   
0.082

Tarragona, 30 de Mayo del 2012

El ingeniero Técnico

David Gómez Ruiz



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **4. PLANOS**

La propiedad:

HIERROS PREFORMADOS, S.A

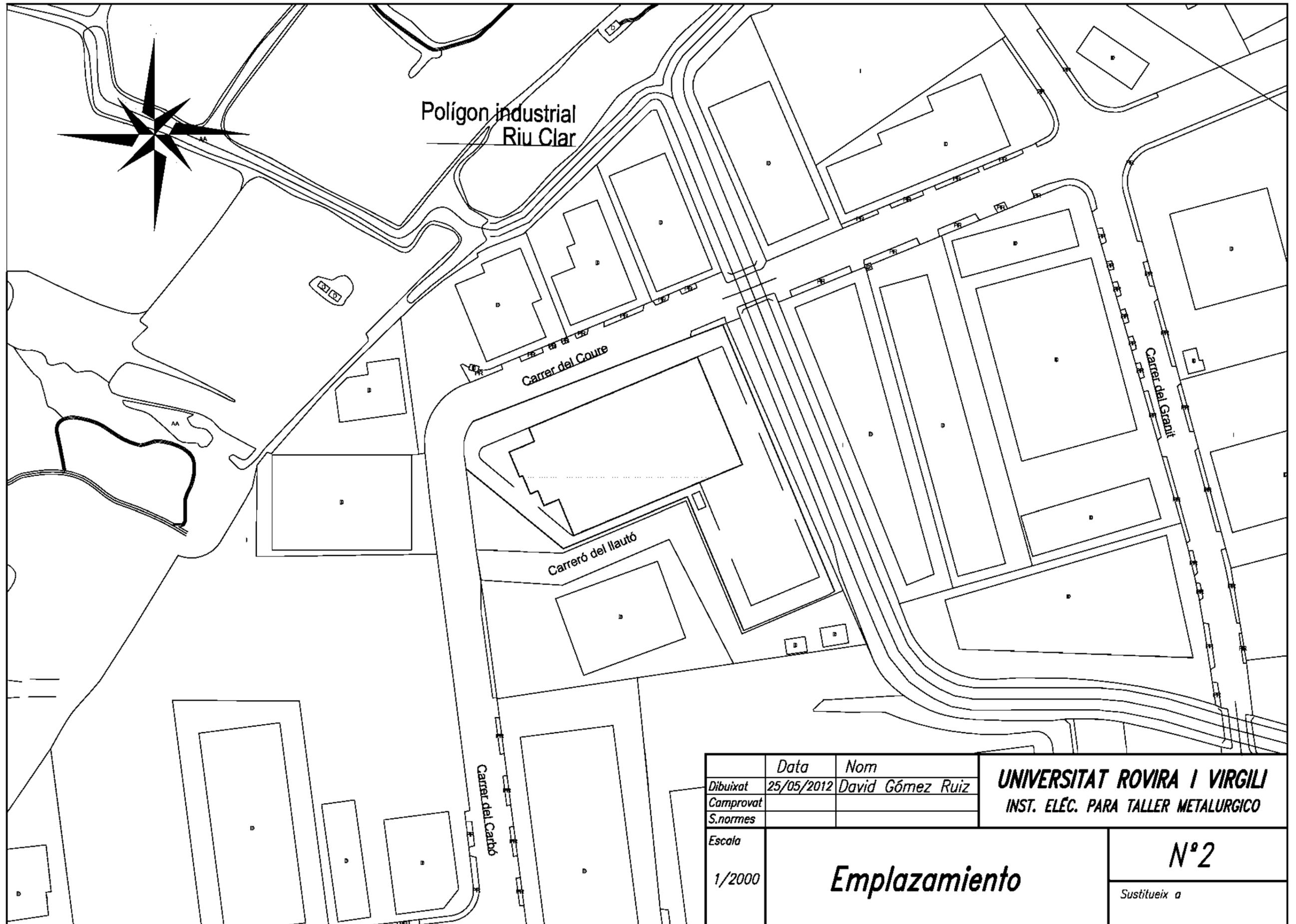
Autor:

David Gómez Ruiz

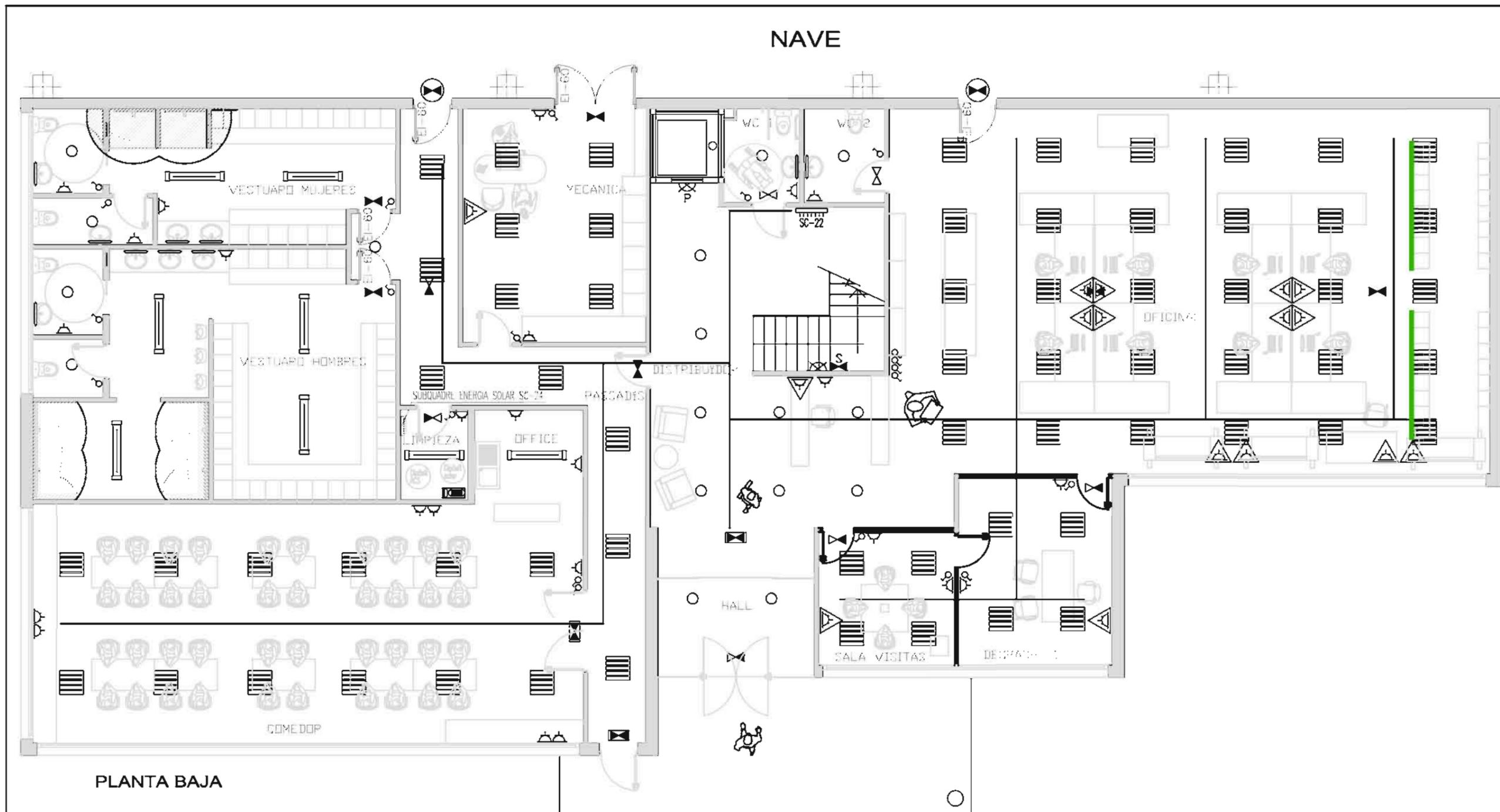
**ÍNDICE PLANOS**

4. PLANOS.....	272
ÍNDICE PLANOS .....	272
4.1 Situación .....	273
4.2 Emplazamiento .....	274
4.3 Electricidad Oficina PB.....	275
4.4 Electricidad Oficina P1 .....	276
4.5 Planta Nave Maquinaria.....	277
4.6 Planta Nave Electricidad.....	278
4.7 Planta Nave Contra Incendio y Anti robo.....	279
4.8 Esquema Unifilar CGBT1.....	280
4.9 Esquema Unifilar CGBT2 1/3 .....	281
4.10 Esquema Unifilar CGBT2 2/3 .....	282
4.11 Esquema Unifilar CGBT2 3/3 .....	283
4.12 Esquema Unifilar SC1/SC2/SC3/SC4 .....	284
4.12 Esquema Unifilar SC1/SC2/SC3/SC4 .....	285
4.12 Esquema Unifilar SC1/SC2/SC3/SC4 .....	286
4.13 Esquema Unifilar SC5/SC6/SC7/SC8 .....	287
4.14 Esquema Unifilar SC9/SC10 .....	288
4.15 Esquema Unifilar SC11/SC12/SC13/SC14 .....	289
4.16 Esquema Unifilar SC15/SC16/SC17/SC18 .....	290
4.17 Esquema Unifilar SC19/SC20/SC21/SC22 .....	291
4.18 Esquema Unifilar SC23 1/4 .....	292
4.19 Esquema Unifilar SC23 2/4 .....	293
4.20 Esquema Unifilar SC23 3/4 .....	294
4.21 Esquema Unifilar SC23 4/4 .....	295
4.22 Esquema Unifilar SC24/SC25 .....	296
4.23 Detalle Exterior C.T.....	297
4.24 Detalle Interior C.T.....	298
4.25 Esquema Unifilar A.T.....	299
4.26 Esquema Puesta a Tierra del C.T.....	300
4.27 Esquema Batería de Condensadores .....	301
4.28 Esquema Puesta a Tierra de la Nave.....	302
4.29 Cuadro relación Maquinaria .....	303





	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gómez Ruiz	
<i>Camprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Emplazamiento</b>		<b>Nº2</b>
1/2000			<i>Sustitueix a</i>

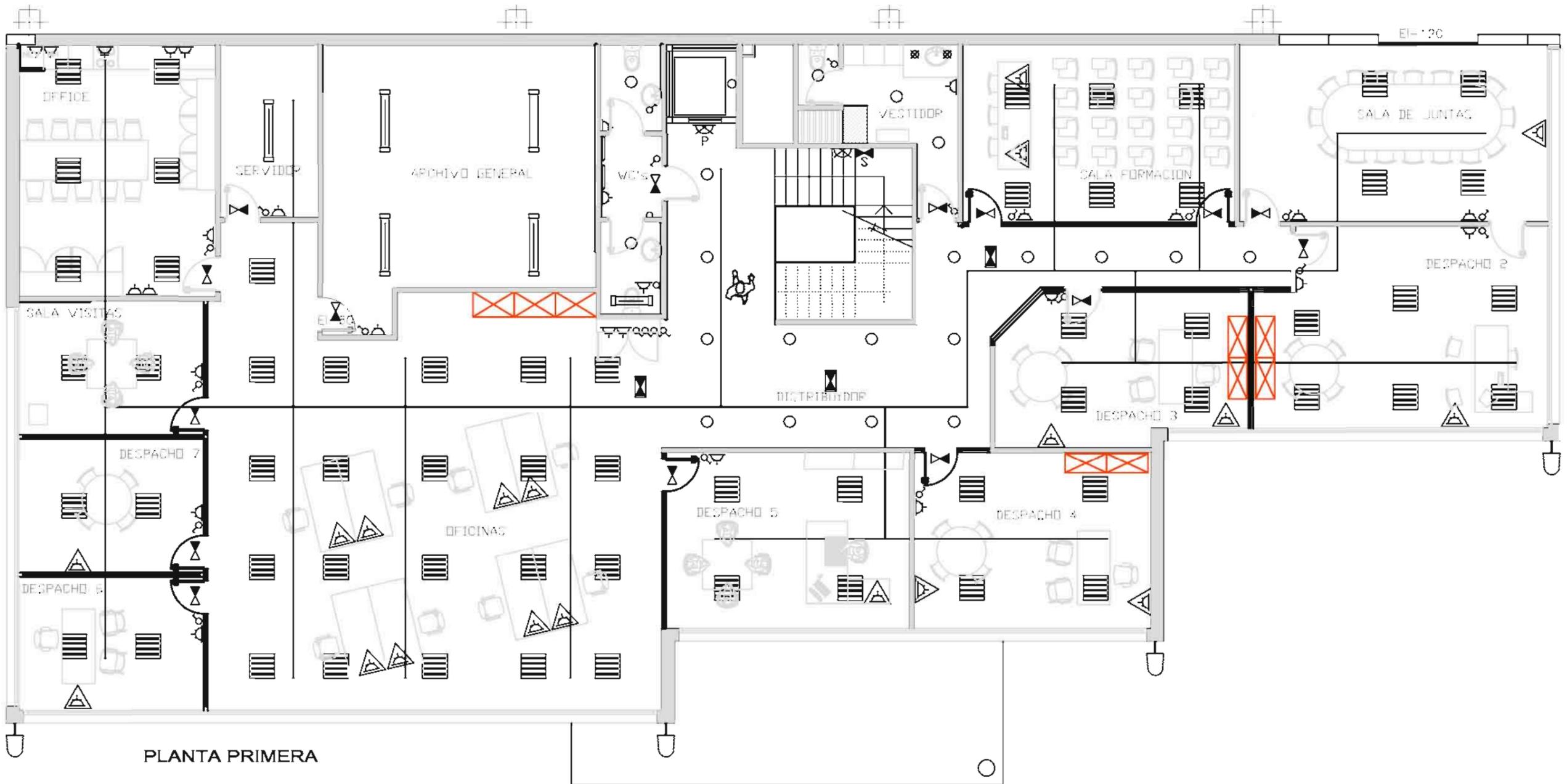


PLANTA BAJA

SIMBOLOGIA ELECTRICIDAD	
	PULSADOR UNIPOLAR
	BASE ENCHUFE 10/16 A.
	BASE ENCHUFE 25 A.
	CUADRO DISTRIBUCION
	2 ENCHUFES PARA ORDENADORES
	1 TOMA DE ORDENADOR
	1 TOMA DE TELEFONO
	2 ENCHUFE
	CANAL UNEX
	PROYECTOR QS 10L CON LAMPARA Vmh 40DW
	EMERGENCIA 583 LUMENS ENCASTADA
	EMERGENCIA 583 LUMENS ESTANCA
	FLUORESCENTE SIMPLE 18W
	PUNTO DE LUZ DE PARED
	LUMINARIA DOWNLIGHT 2x26W
	FLUORESCENTE ENCASTADO 4x18W
	FLUORESCENTE ESTANCO 1x18 W
	FLUORESCENT ESTANCO 1x58 W
	PUNTO DE LUZ DE PARED PERMANENTE

	Data	Nam	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI INST. ELEC. PARA TALLER METALURGICO
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escala	1/200		Nº3
	Electricidad Oficina PB		

# NAVE



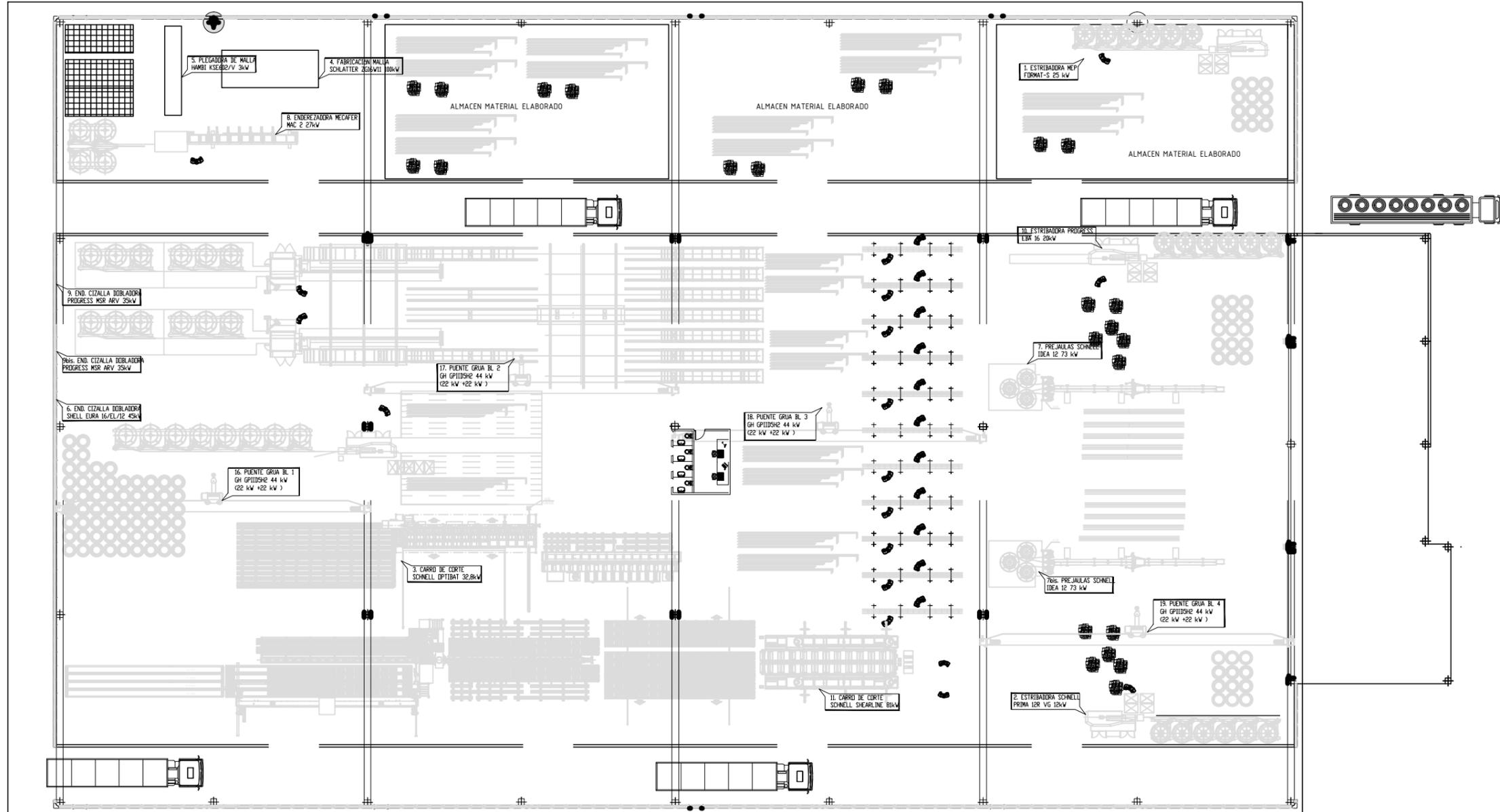
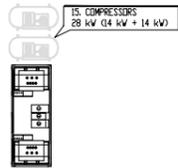
PLANTA PRIMERA

## SIMBOLOGIA ELECTRICIDAD

	PULSADOR UNIPOLAR		EMERGENCIA 583 LUMENS ENCASTADA
	BASE ENCHUFE 10/16 A.		EMERGENCIA 583 LUMENS ESTANCA
	BASE ENCHUFE 25 A.		FLUORESCENTE SIMPLE 18W
	CUADRO DISTRIBUCION		PUNTO DE LUZ DE PARED
	2 ENCHUFES PARA ORDENADORES		LUMINARIA DOWNLIGHT 2x26W
	1 TOMA DE ORDENADOR		FLUORESCENTE ENCASTADO 4x18W
	1 TOMA DE TELEFONO		FLUORESCENTE ESTANCO 1x18 W
	2 ENCHUFE		FLUORESCENTE ESTANCO 1x58 W
	CANAL UNEX		PUNTO DE LUZ DE PARED PERMANENTE
	PROYECTOR QS 10L CON LAMPARA Vmh 400W		

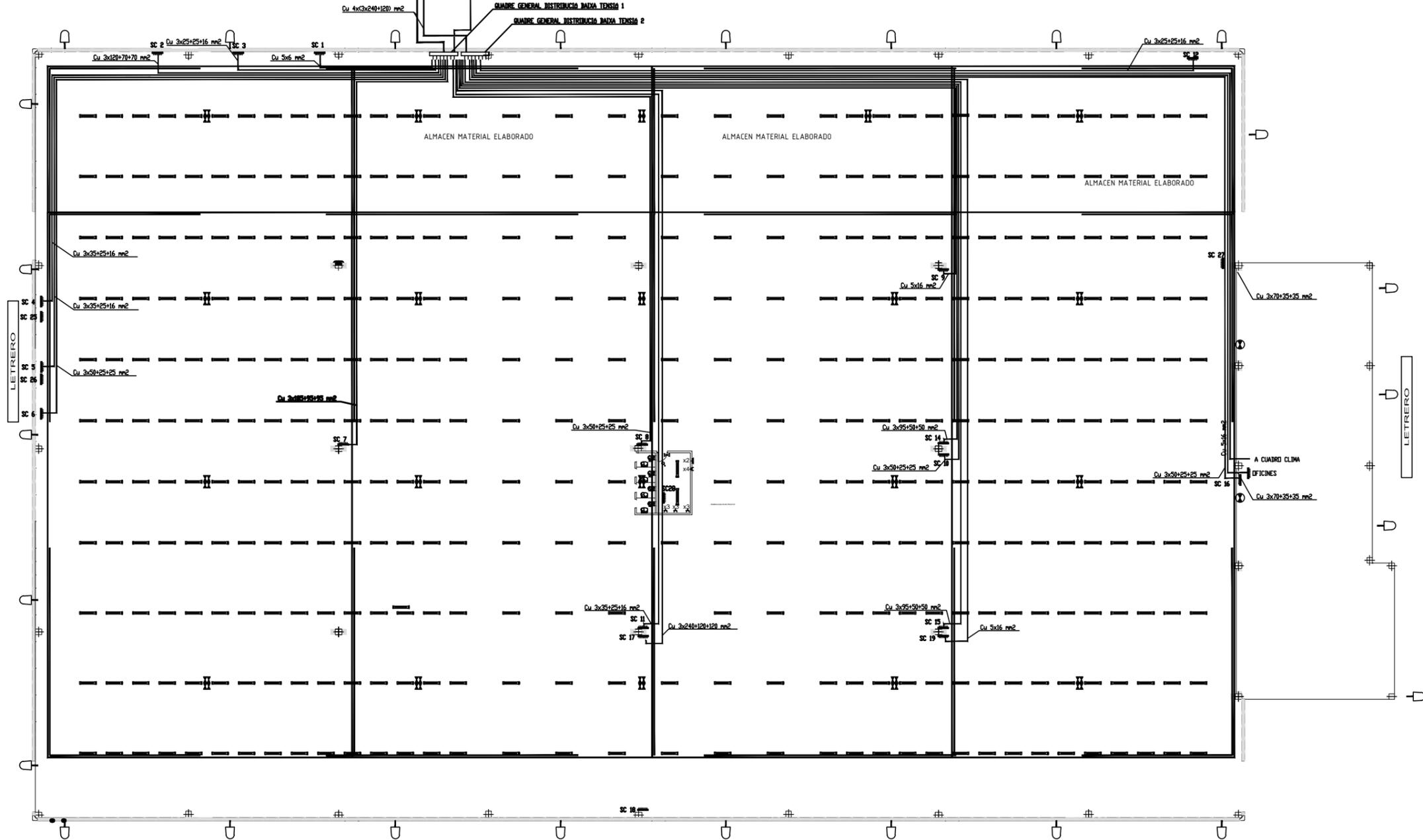
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELEC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escala	1/200		<b>Nº 4</b> Sustitueix a
	<b>Electricidad Oficina P1</b>		

C.T



	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gómez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	1/400		<b>Nº5</b> Sustitueix a
	<b>Planta Nave Maquinaria</b>		

# ESTACIÓ TRANSFORMADORA



SIMBOLOGIA ELECTRICITAT	
	SUBQUADRE MAQUINÀRIA
	PROJECTOR D'EMERGENCIA DAISALUX ZENIT 4 FOCUS 850 LUMENS
	EMERGENCIA 583 LUMENS ESTANCA
	FLUORESCENT ESTANC 2x58 W
	PROJECTOR QS 10L AMB LAMPARA Vmh 400 W AMB BRAC DE 1,5 m
	SAFATA REJIBAND BT
	SAFATA REJIBAND COMUNICACIONS
	CONDUCTOR DE COURE XLPE 0,6/ 1KV
	EMERGENCIA 220 LUMENS
	PUNT DE LLUM
	INTERRUPTOR
	CANAL
	ENDOLL
	PRESA TELÈFON

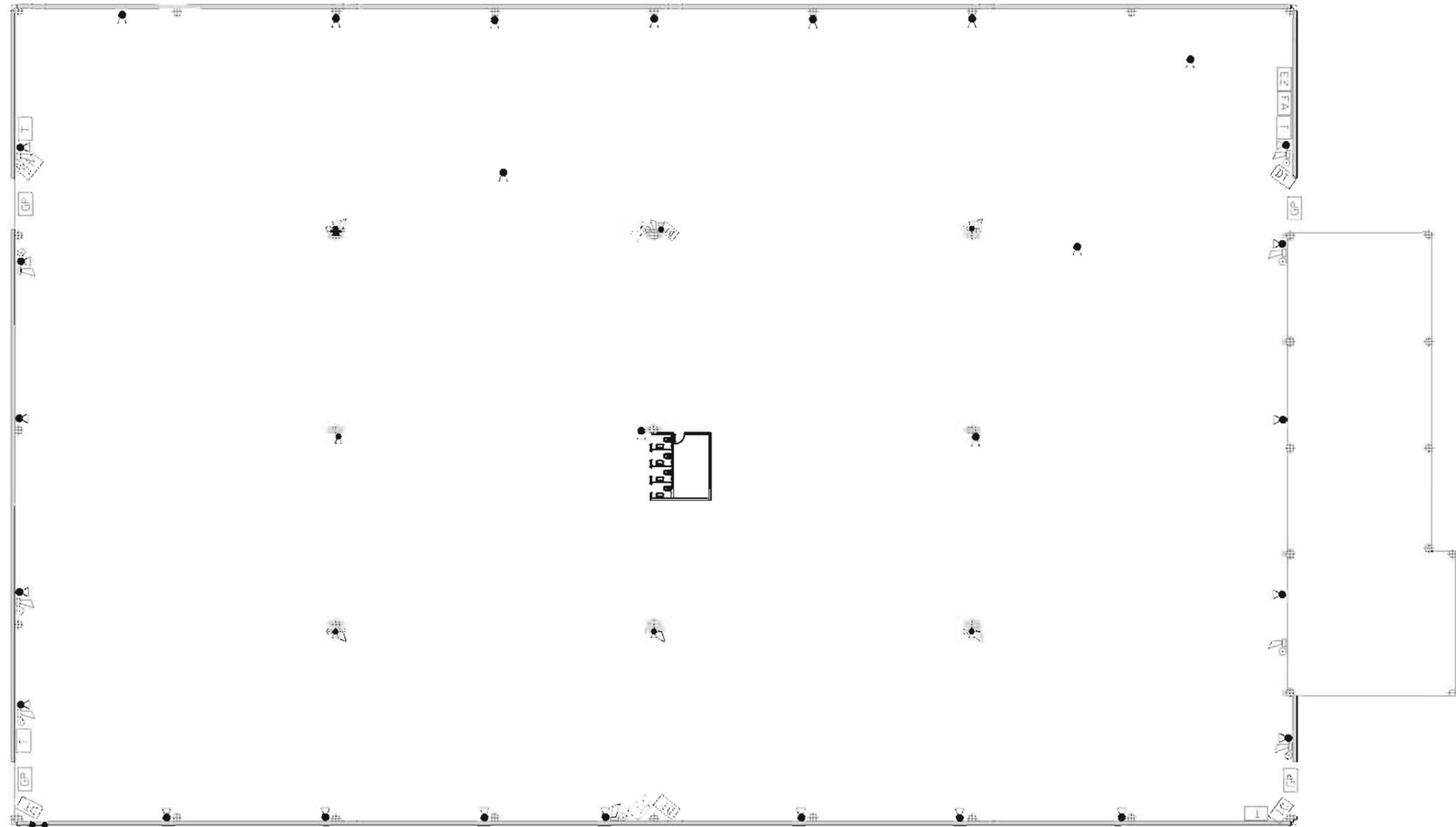
	Data	Nom
Dibuixat	25/05/2012	David Gómez Ruiz
Comprovat		
S.normes		

**UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI**  
**INST. ELÈC. PARA TALLER METALURGICO**

Escala  
 1/400

**Planta Nave Electricidad**

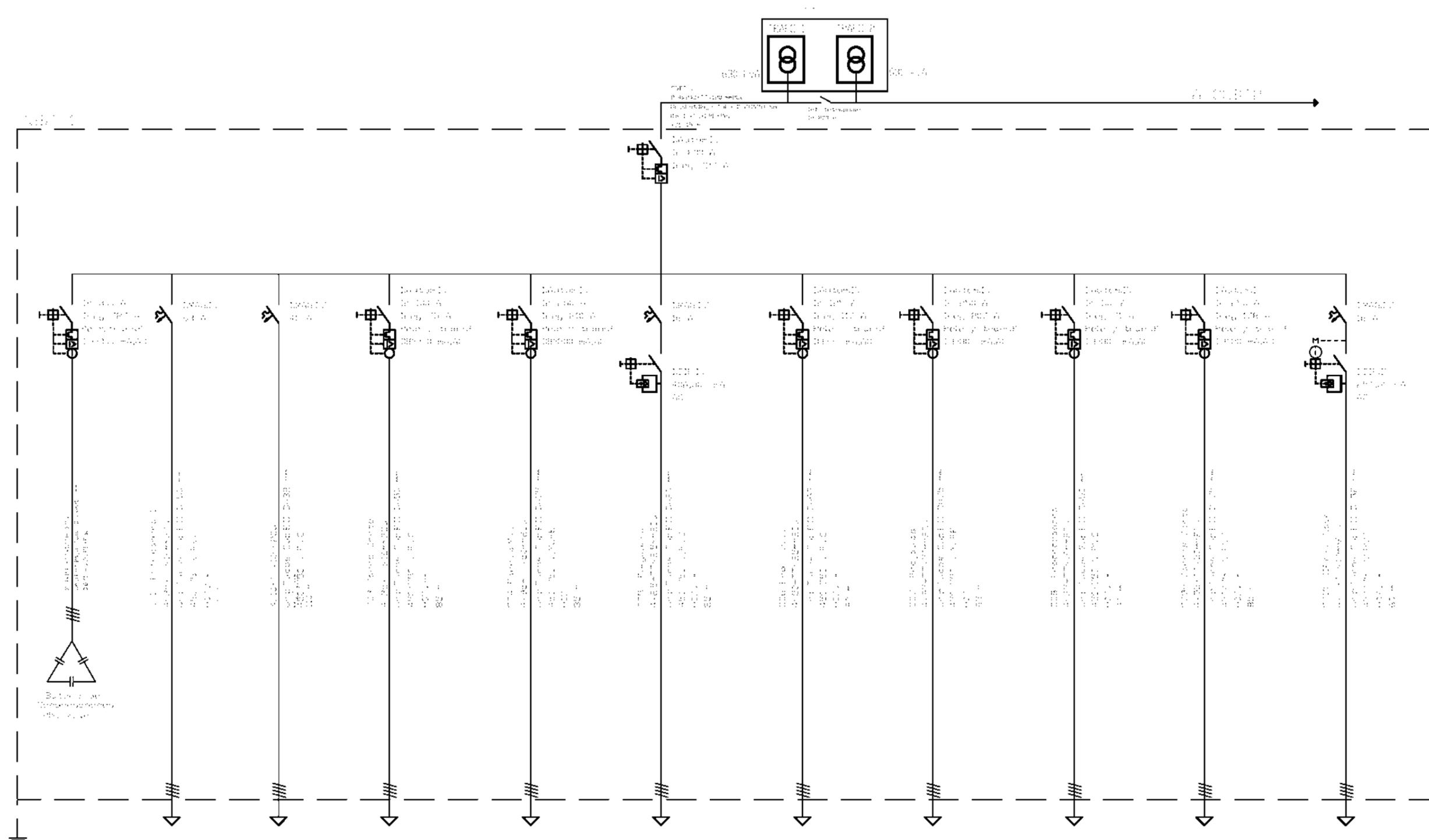
**Nº6**  
 Sustitueix a



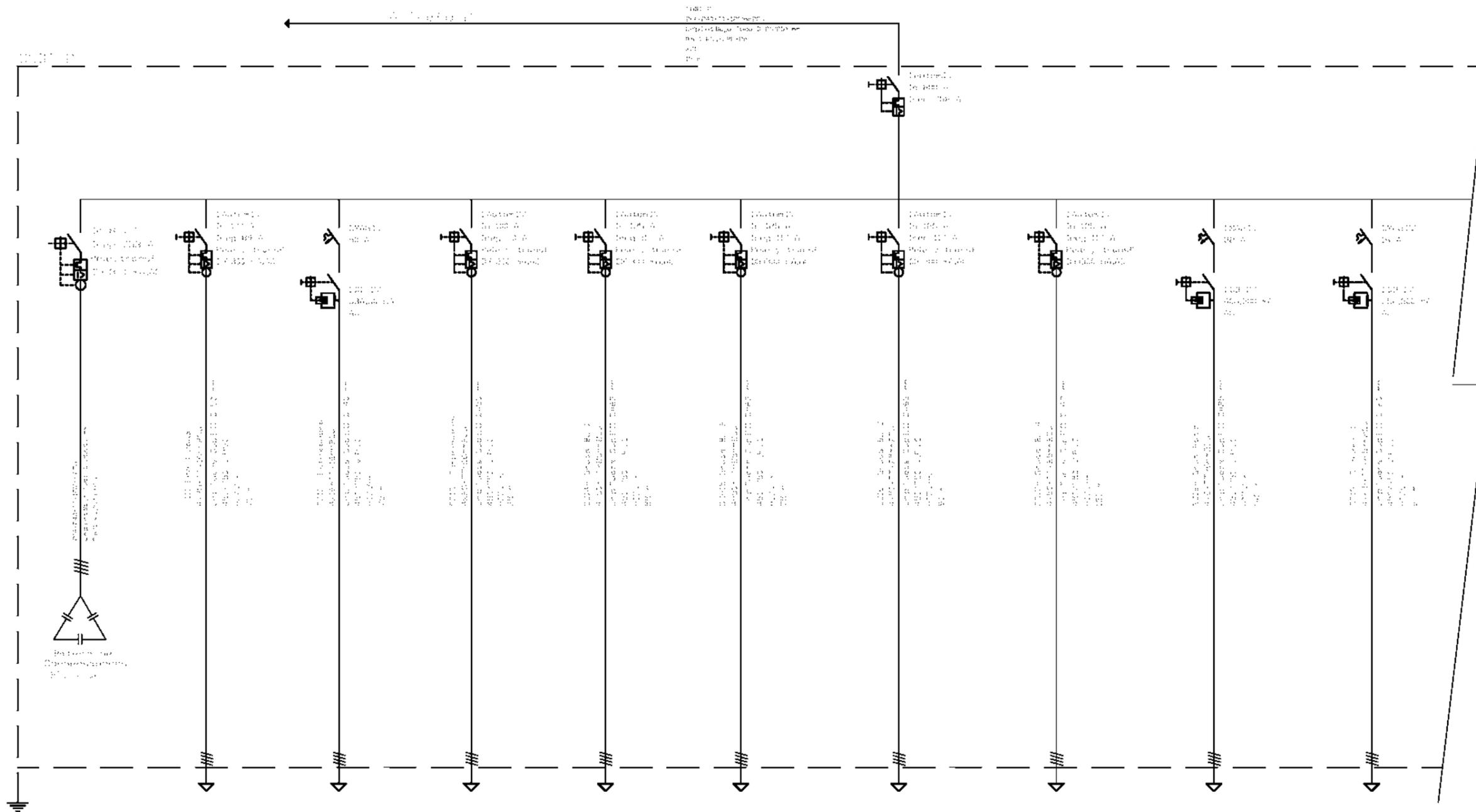
SIMBOLOGIA DETECCIÓN INTRUSIÓN	
T	TECLADO
EZ	MODULO EXPANSOR
FA	FUENTE DE ALIMENTACION
DT	DOBLE TECNOLOGIA 15+
GP	CONTACTO MAGNETICO GRAN POTENCIA

PROTECCION CONTRA INCENDIOS	
	EXTINTOR PORTATIL DE 6 Kg EFICACIA 21A-113B
	SIRENA INTERIOR
	PULSADOR DE INCENDIOS ANALOGICO

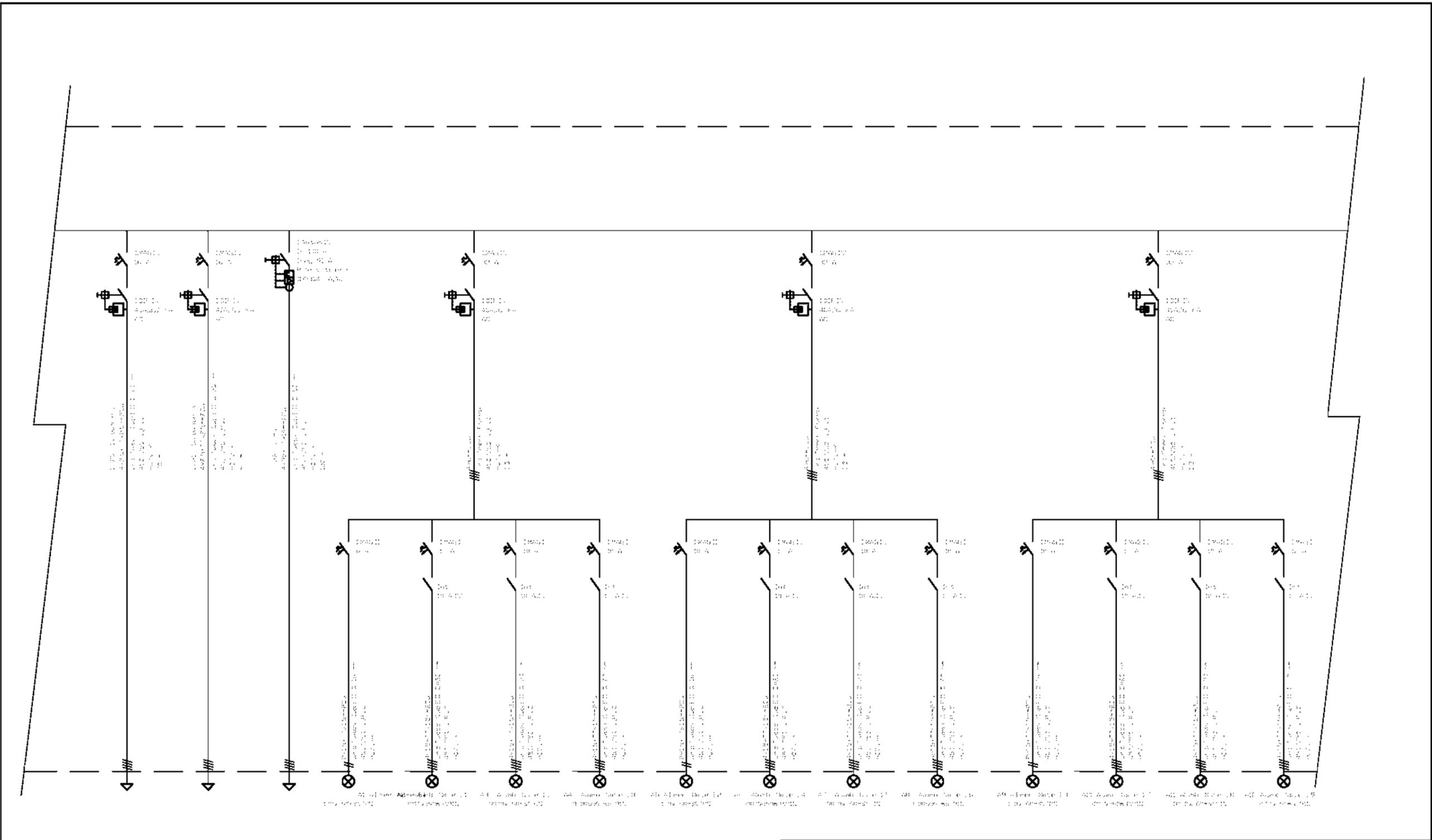
	Data	Nom	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÈC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gómez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escala	1/400		<b>Nº7</b> Sustitueix a
	<b>Planta Nave C.I y A.R</b>		



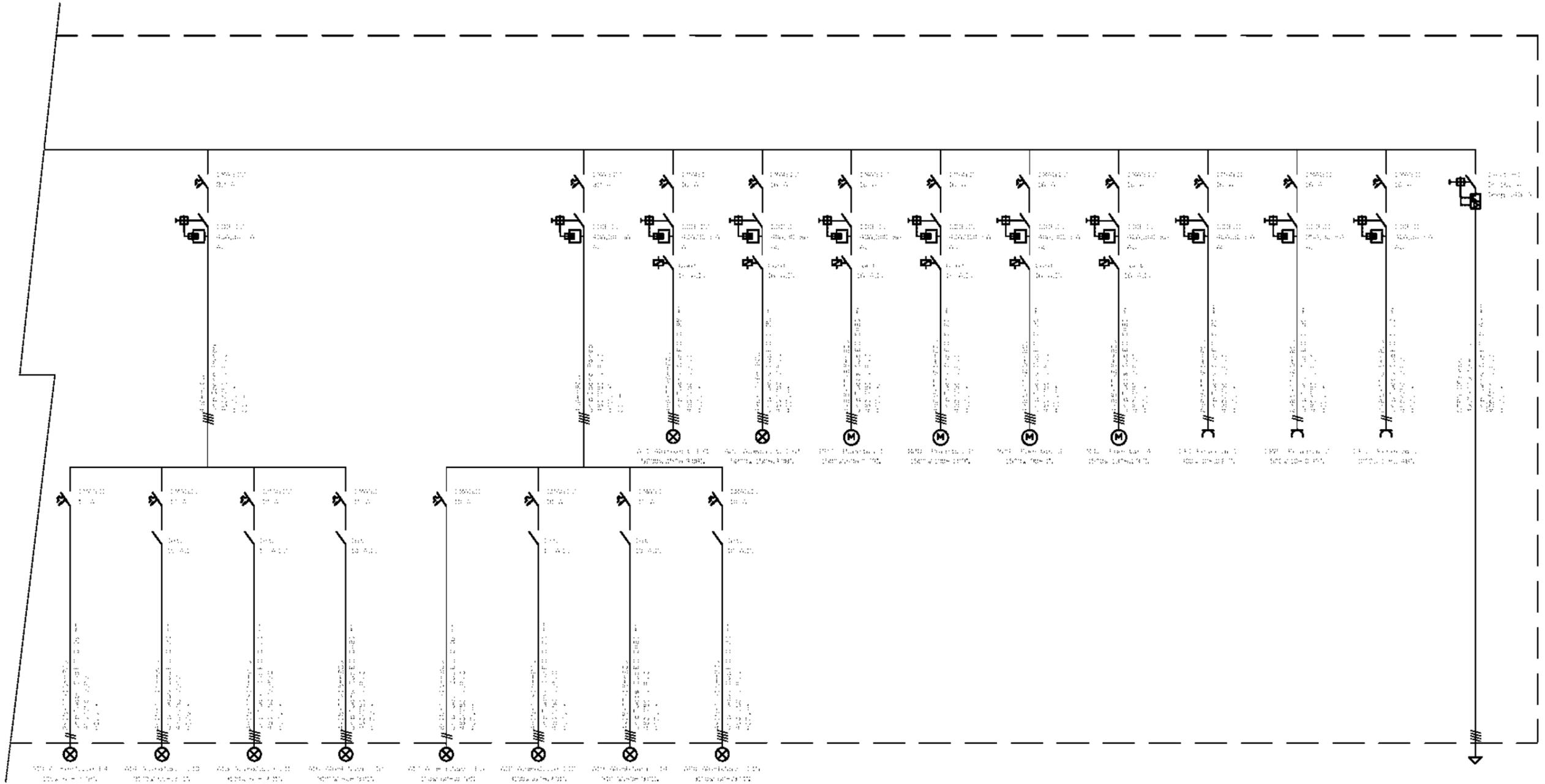
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Oibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escala	<b>Esquema Unifilar</b>		<b>Nº8</b>
S.E	<b>CGBT1</b>		
			Sustitueix a
			Sustituit per



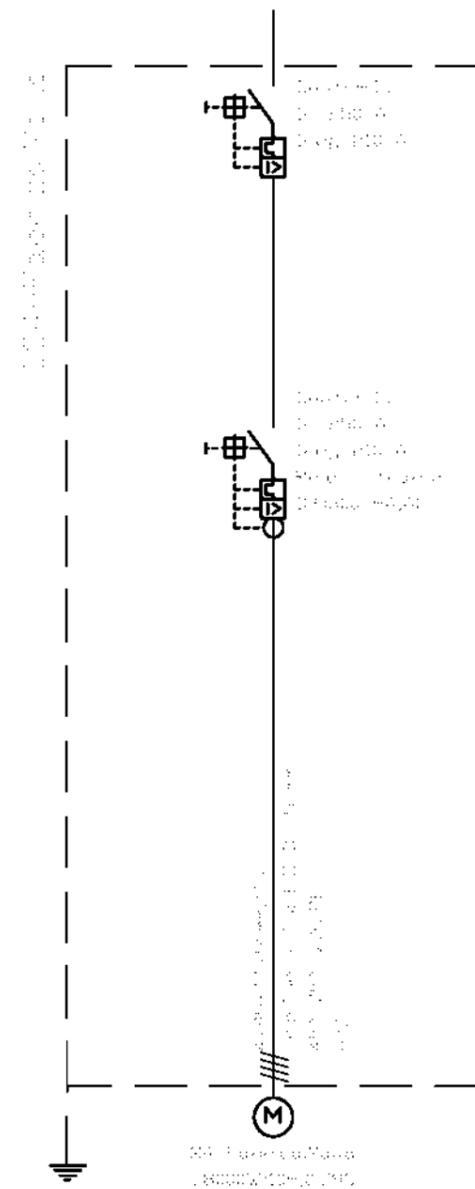
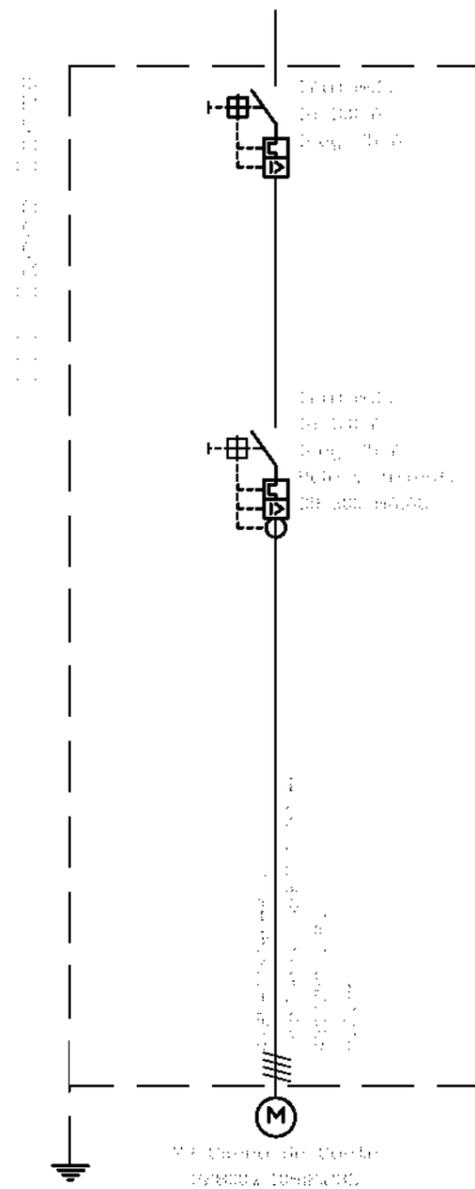
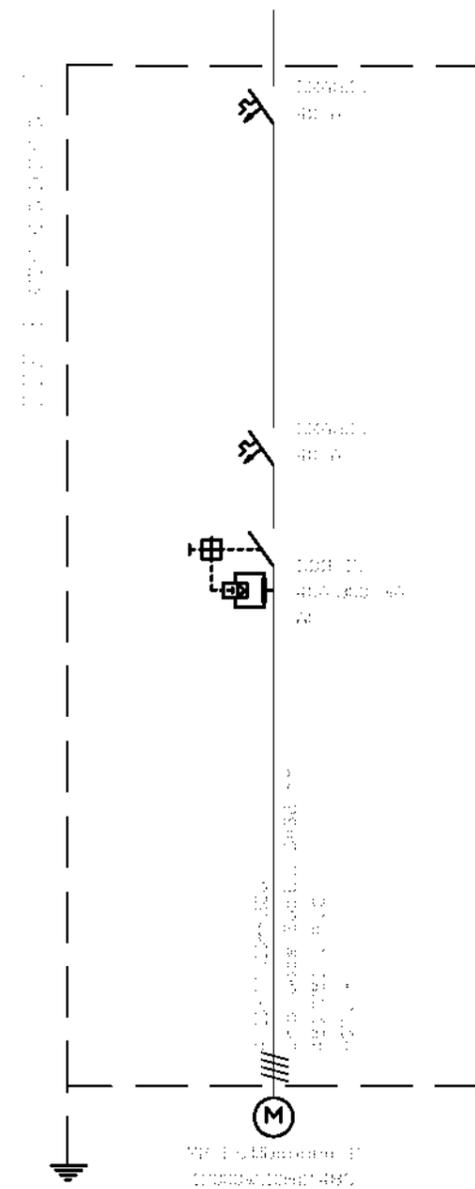
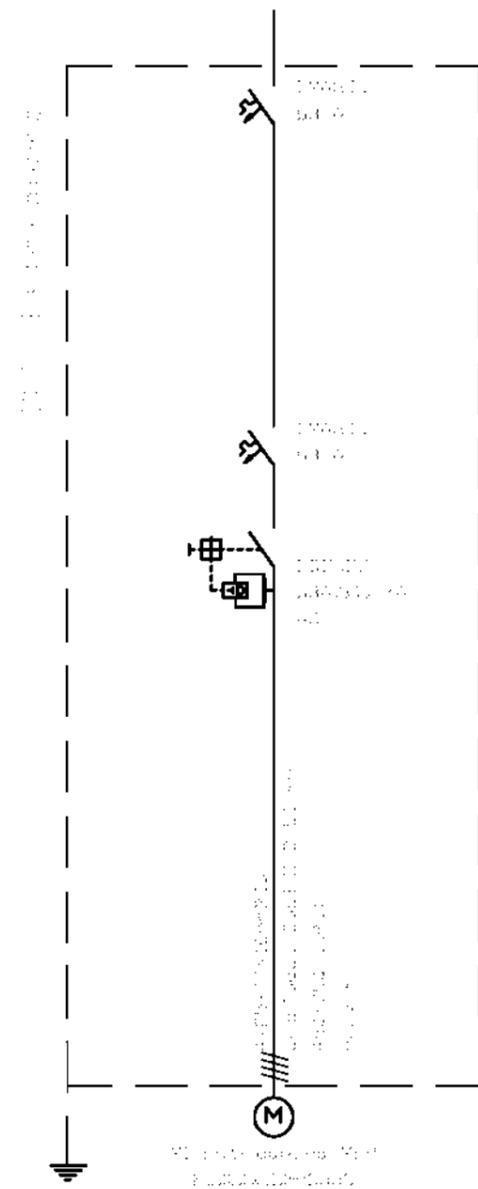
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escola	<b>Esquema Unifilar</b> <b>CGBT2 1/3</b>		<b>Nº9</b>
S.E			
			Sustitueix a
			Sustituit per



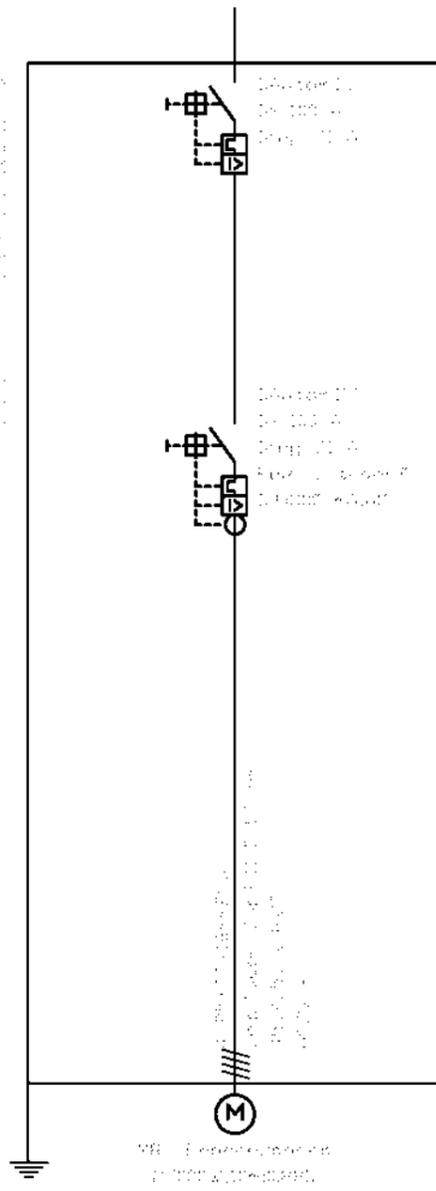
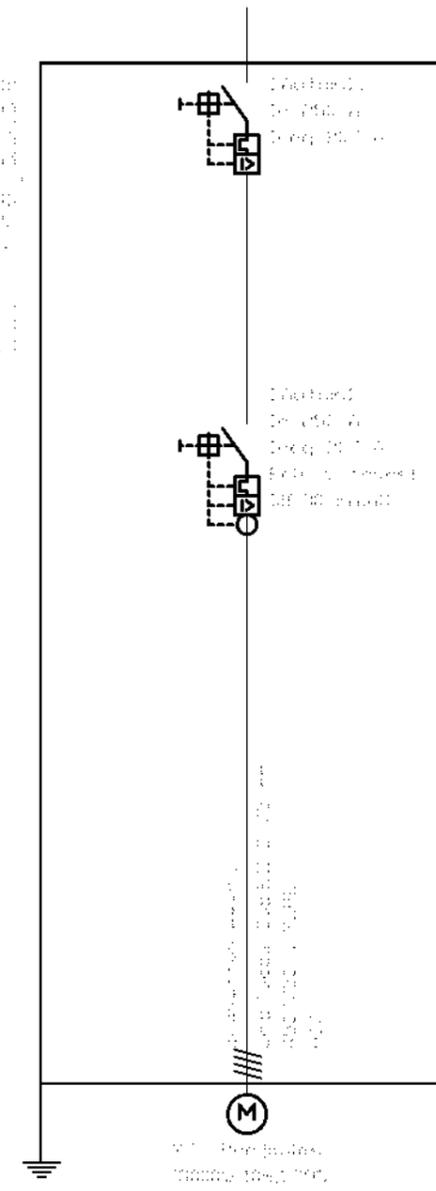
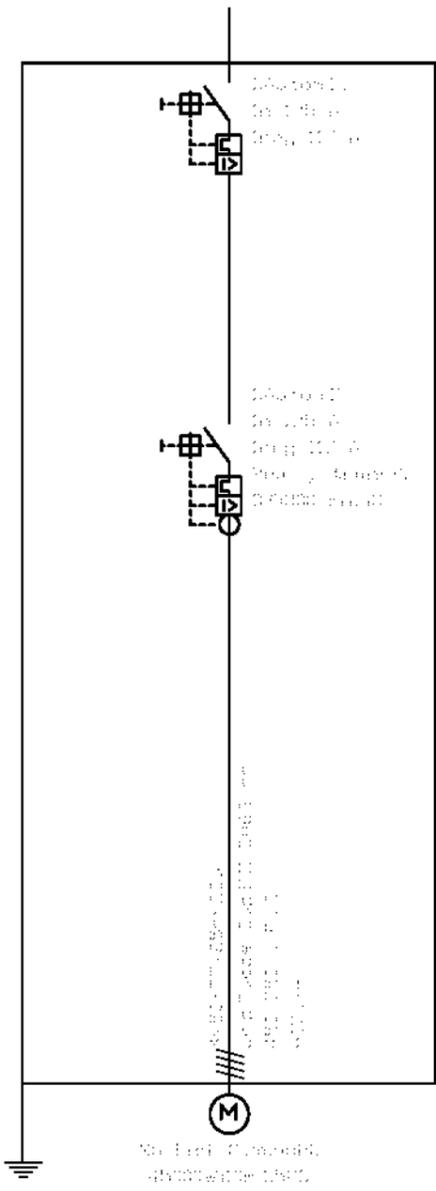
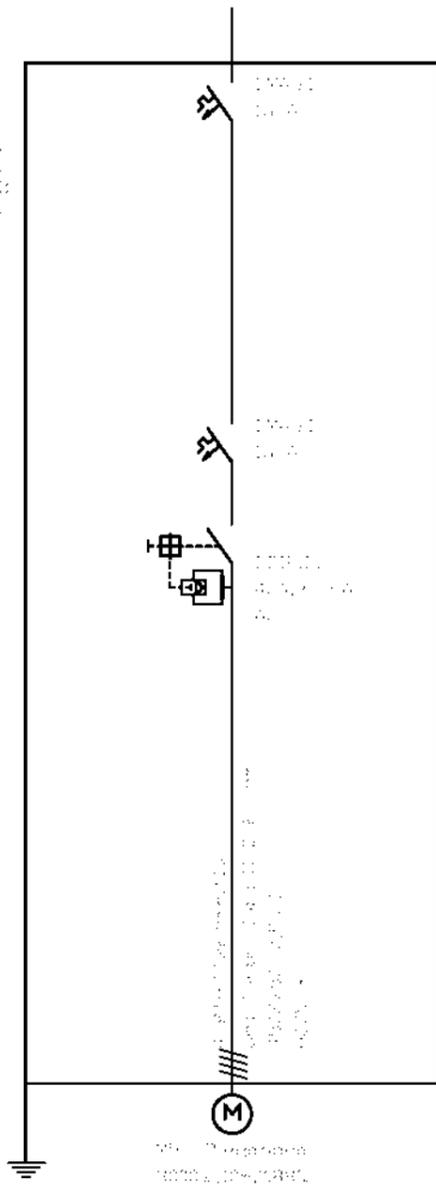
	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Esquema Unifilar</b> <b>CGBT2 2/3</b>		<b>Nº 10</b>
S.E			Sustitueix a
			Sustituit per



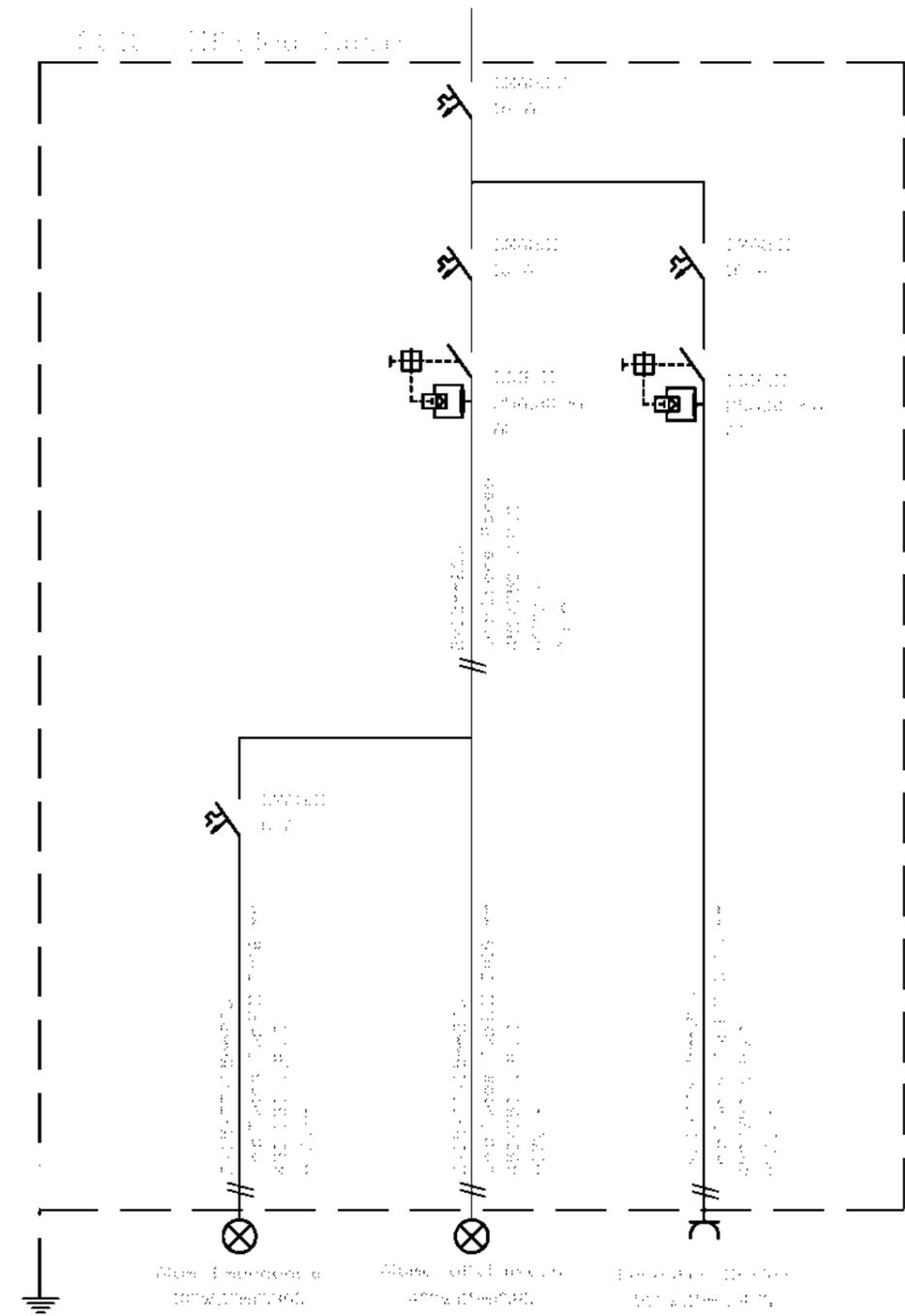
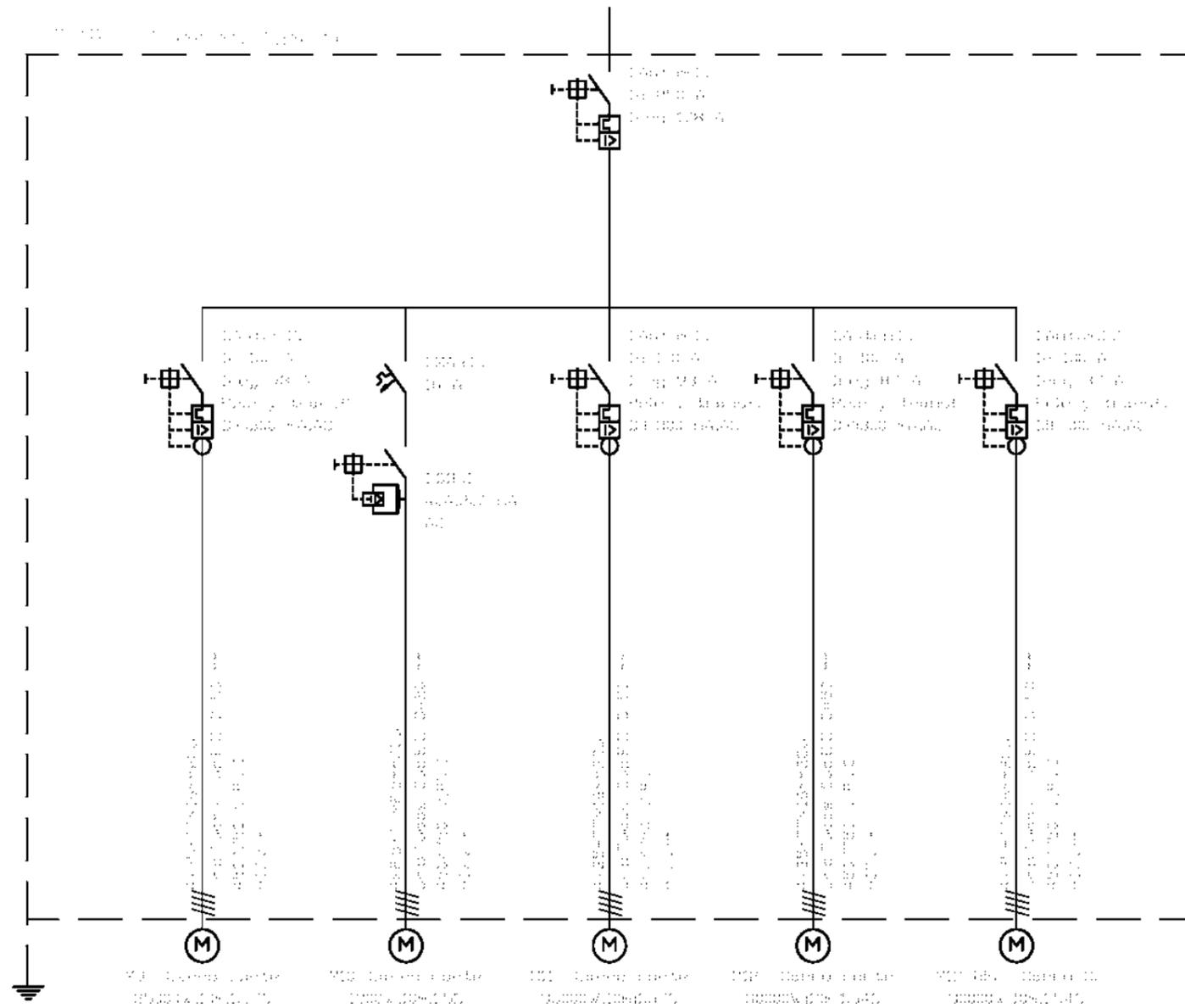
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escales	<b>Esquema Unifilar</b> <b>CGBT2 3/3</b>		<b>Nº 11</b>
S.E			Sustitueix a
			Sustituit per



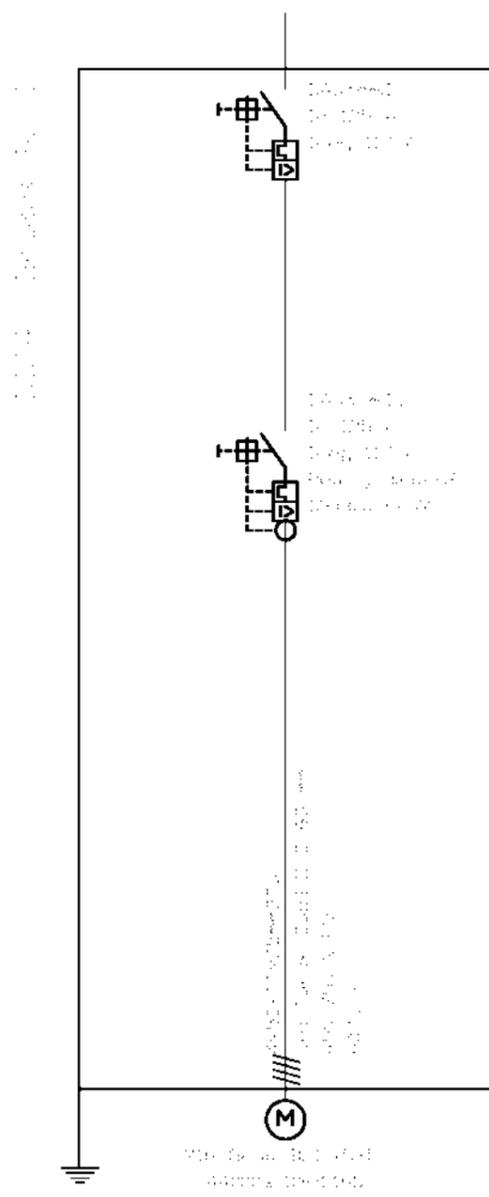
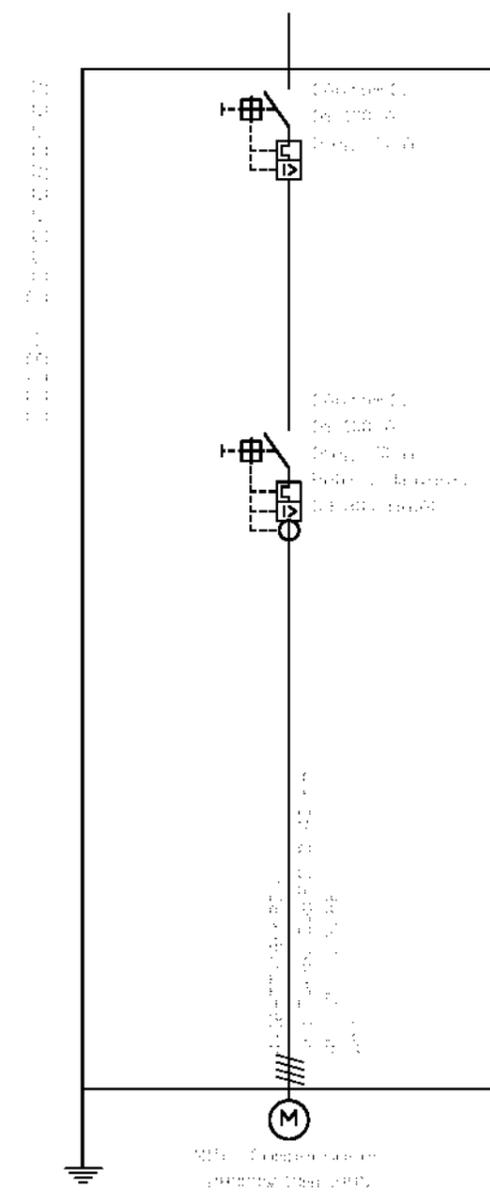
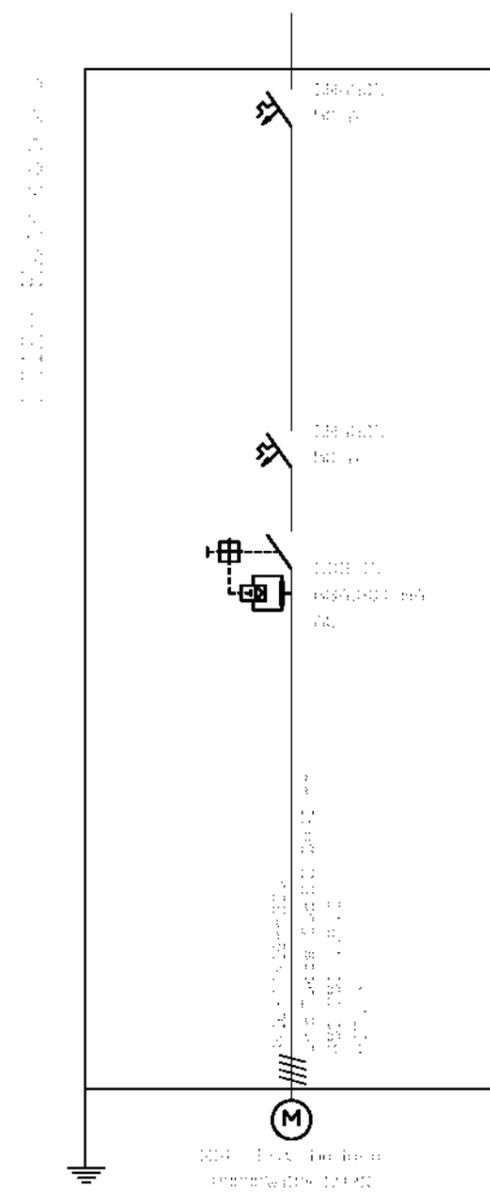
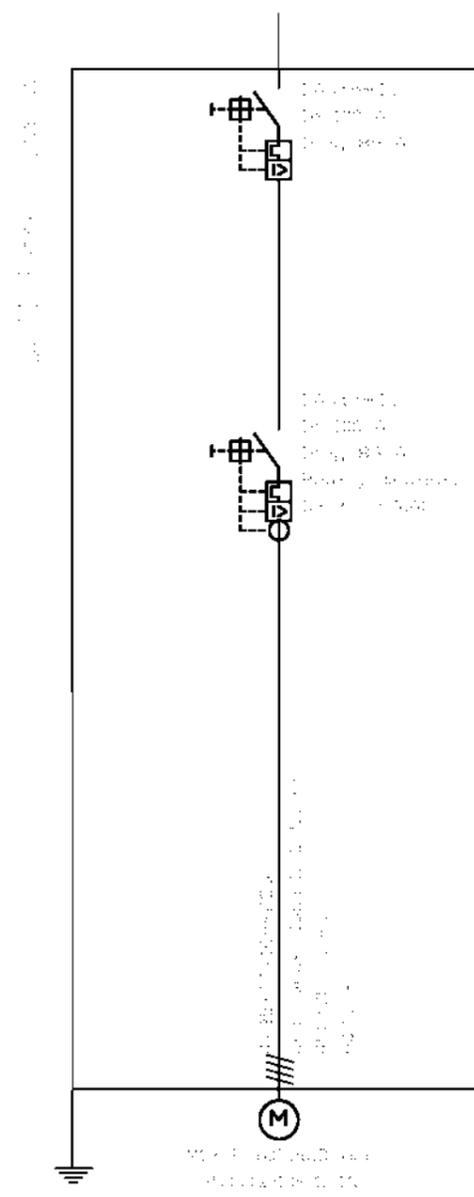
	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escola</i>	<b>Esquema Unifilar</b> <b>SC1/SC2/SC3/SC4</b>		<b>Nº 12</b>
S.E			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



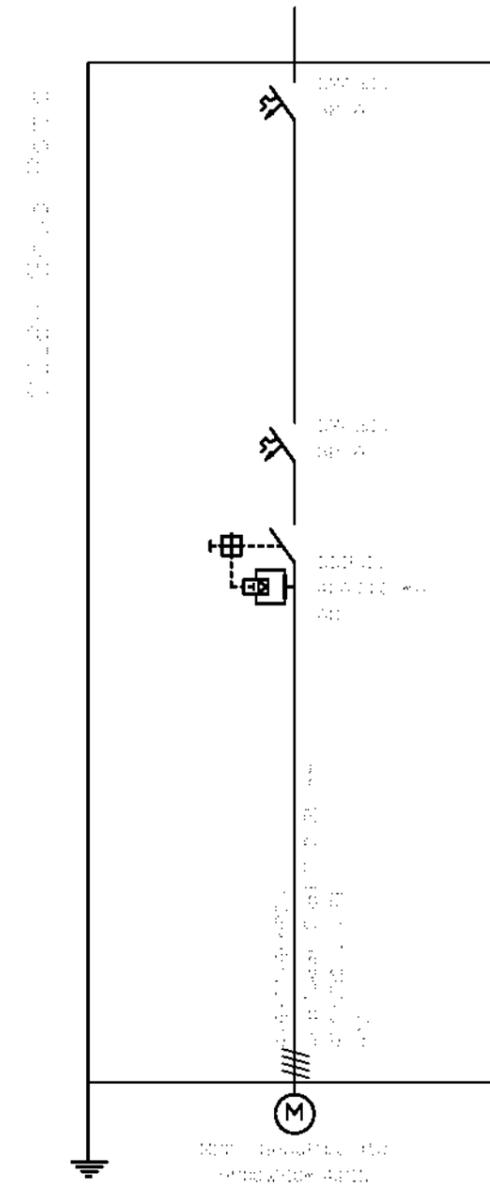
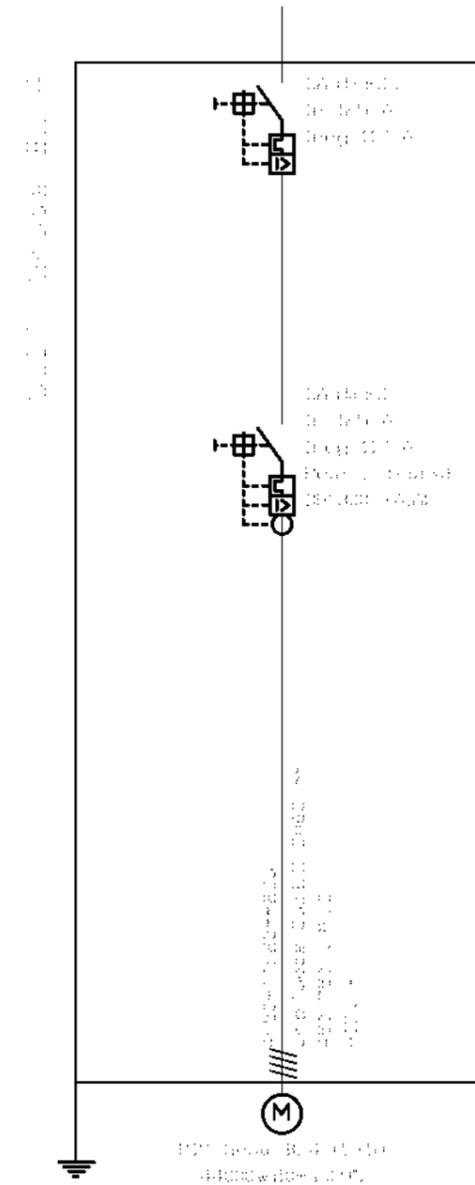
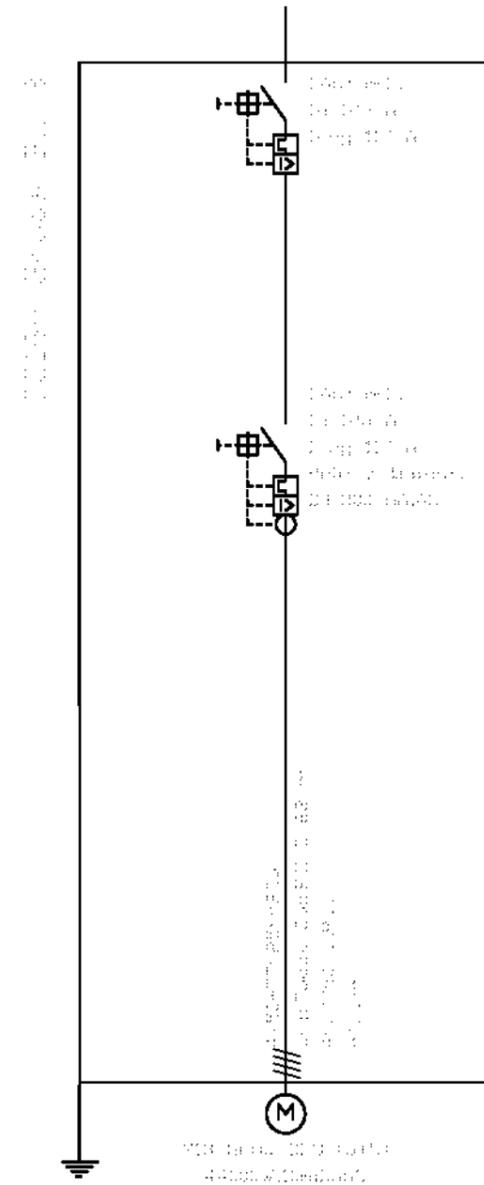
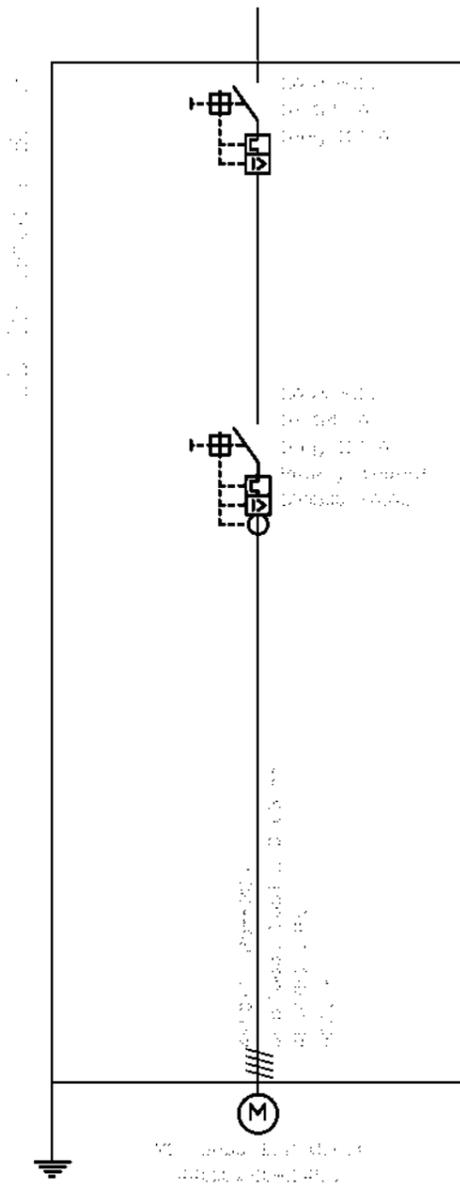
	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Esquema Unifilar</b> <b>SC5/SC6/SC7/SC8</b>		<b>Nº 13</b>
S.E			Sustitueix a
		Sustituit per	



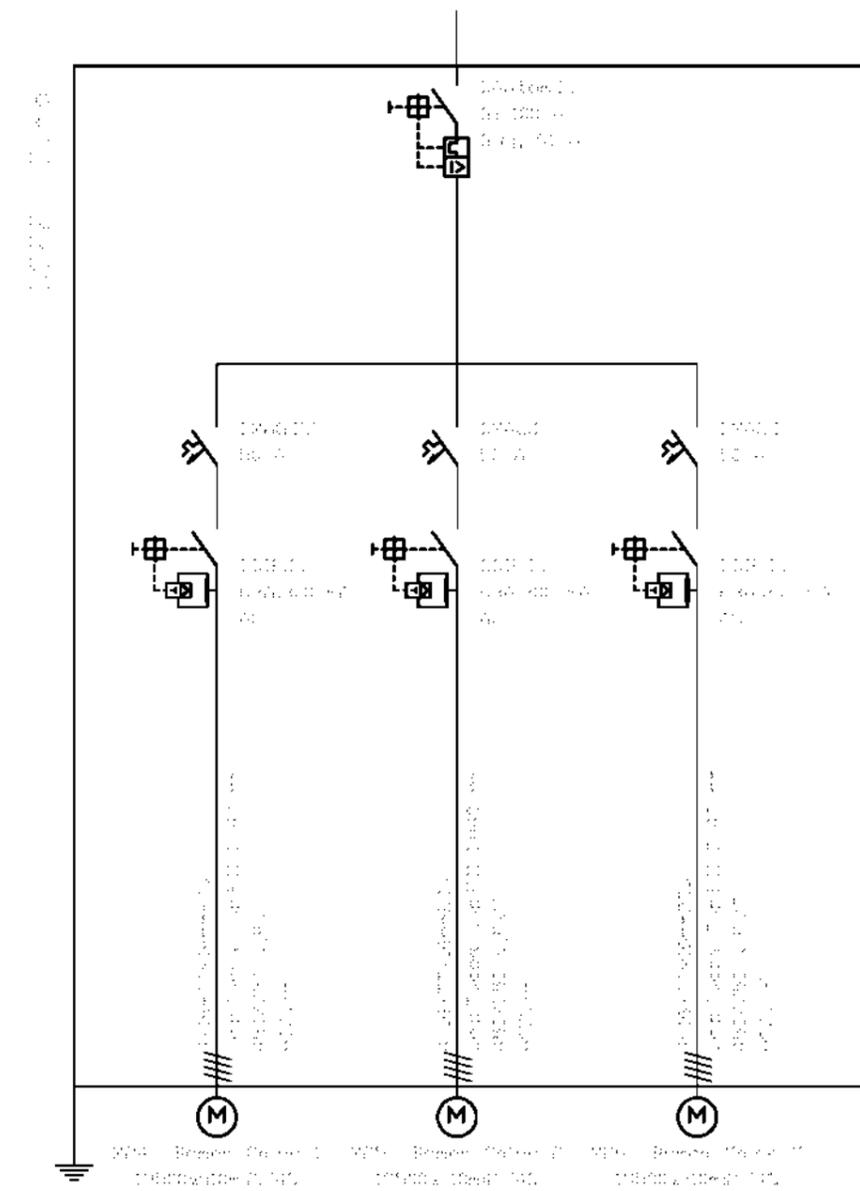
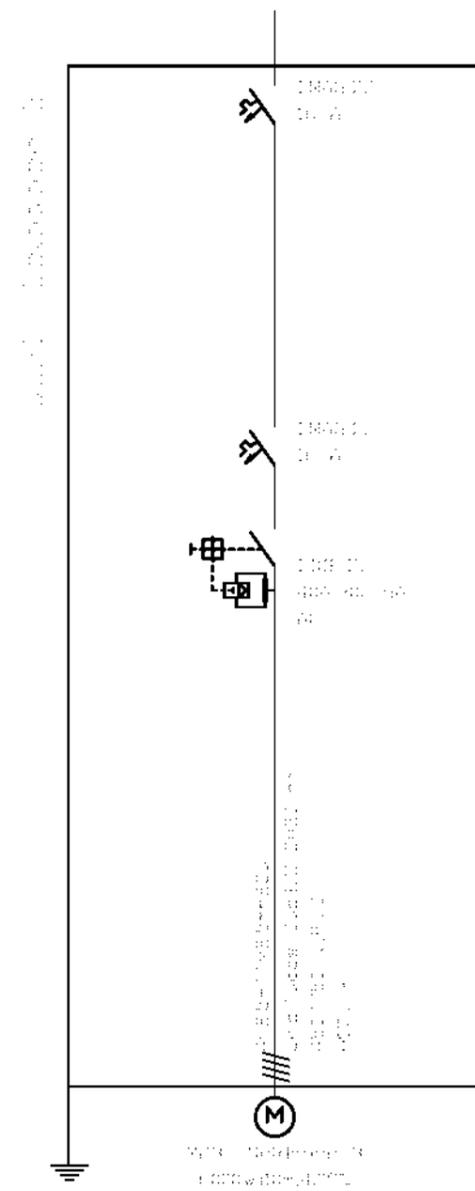
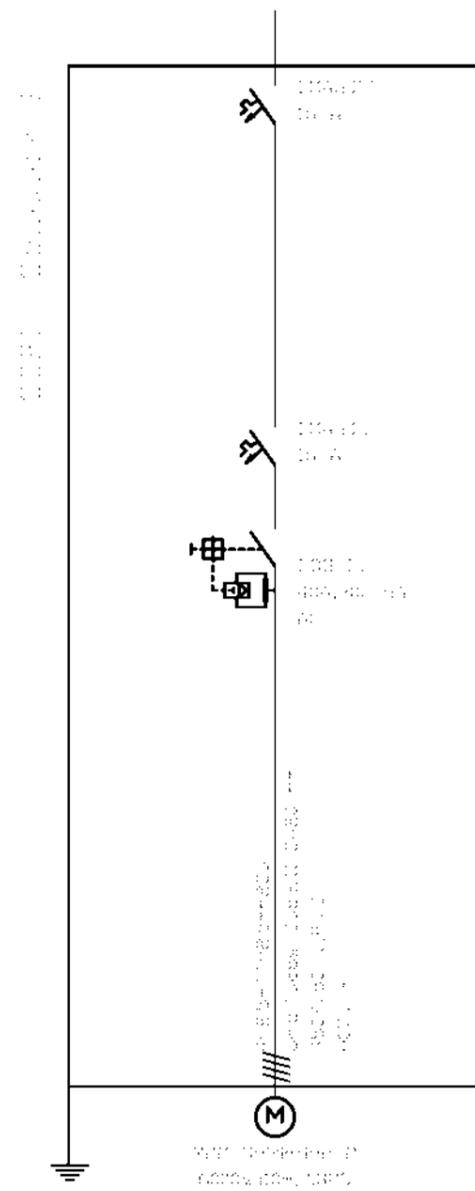
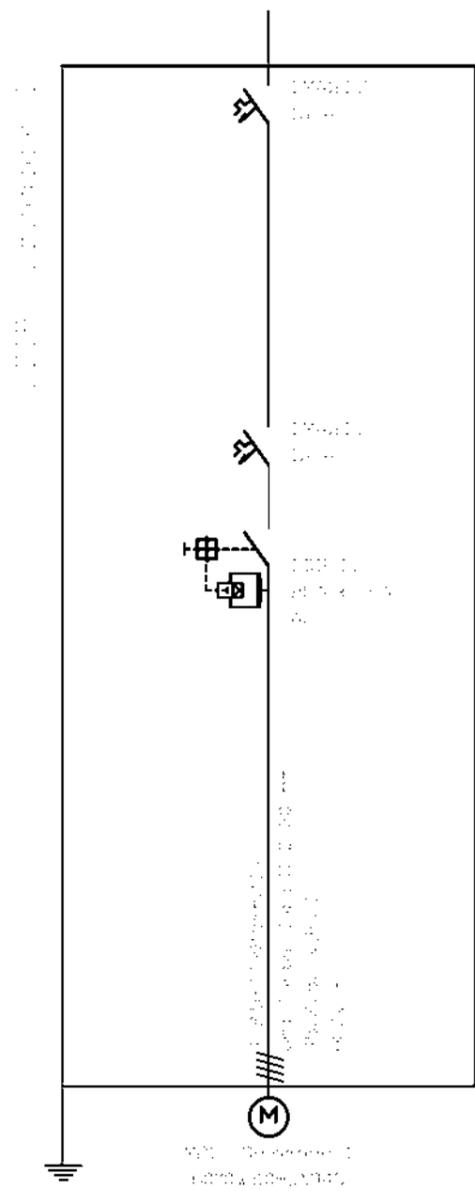
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escola	<b>Esquema Unifilar</b> <b>SC9/SC10</b>		<b>Nº 14</b>
S.E			Sustitueix a
			Sustituït per



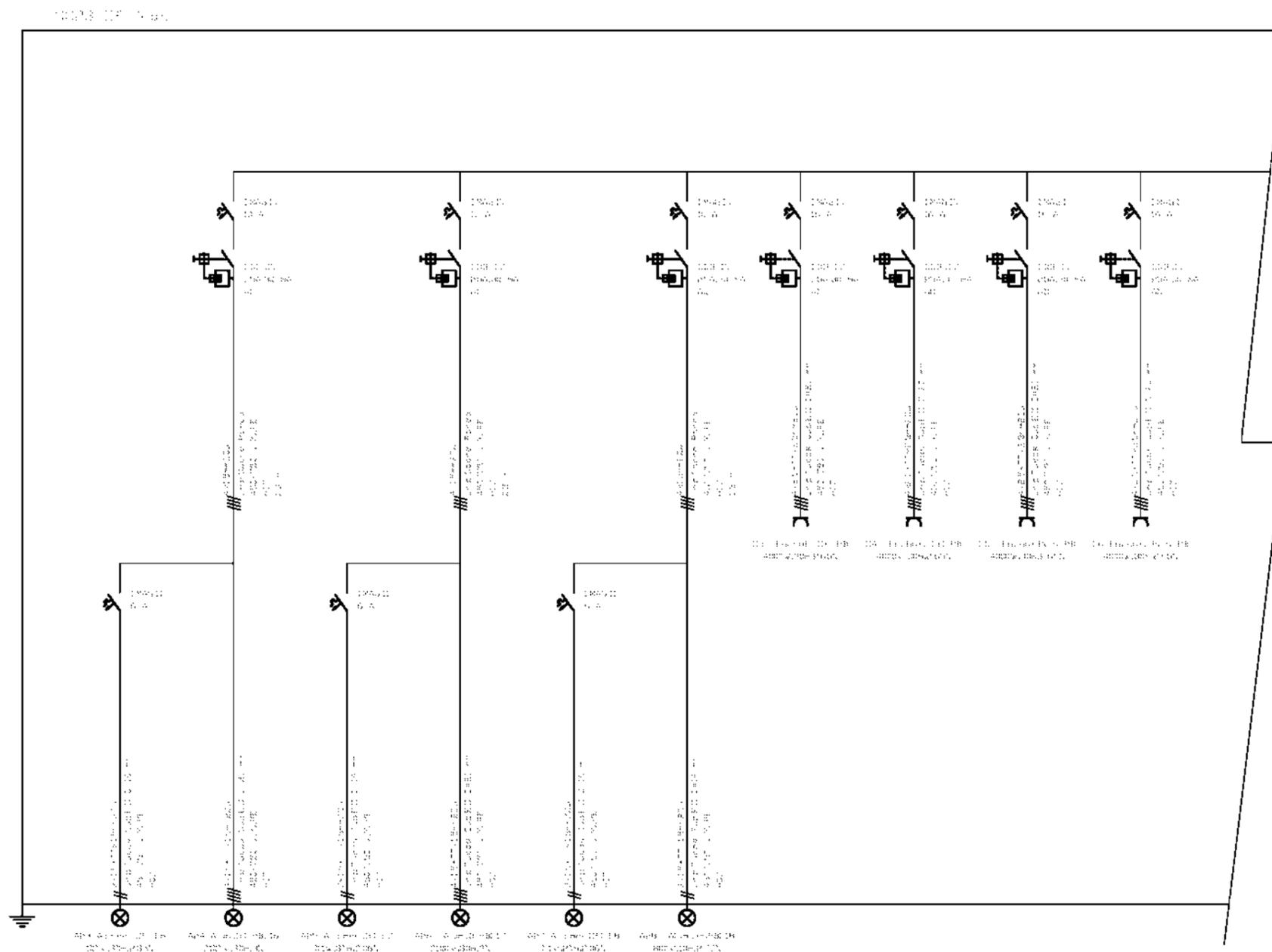
	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Esquema Unifilar</b> <b>SC11/SC12/SC13/SC14</b>		<b>Nº 15</b>
S.E			Sustitueix a
			Sustituit per



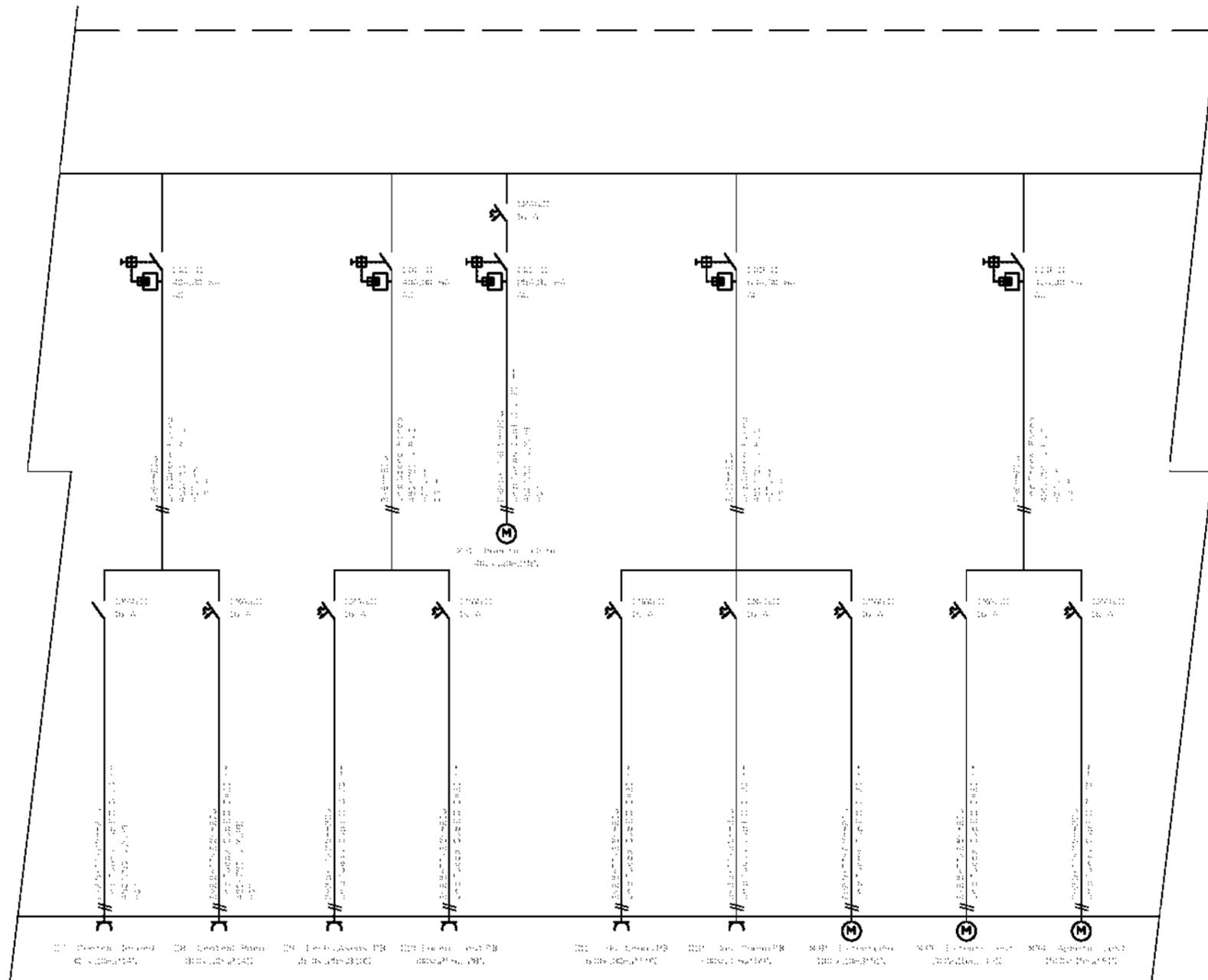
	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escola</i>	<b>Esquema Unifilar</b>		<b>Nº 16</b>
<i>S.E</i>	<b>SC15/SC16/SC17/SC18</b>		
			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



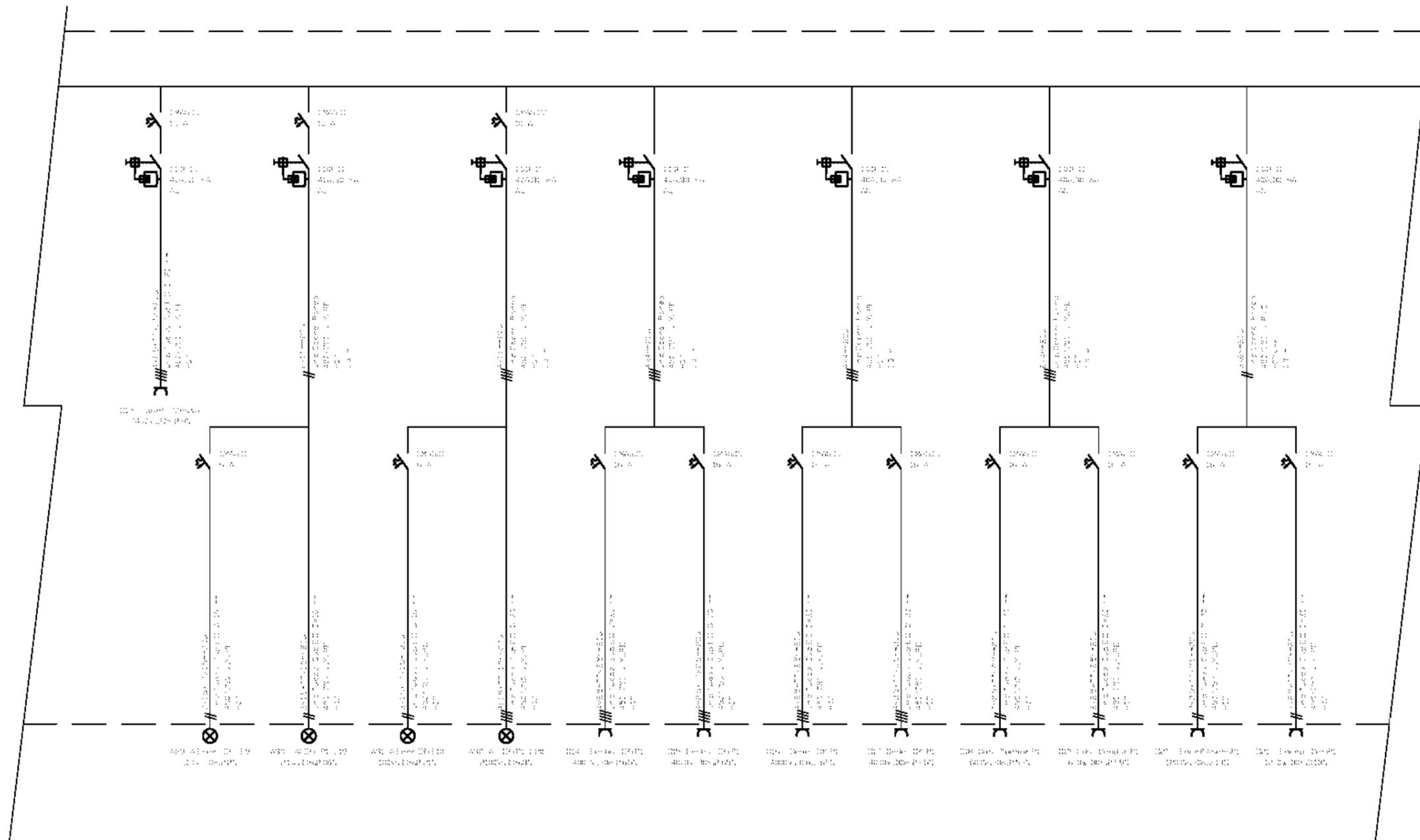
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escola	<b>Esquema Unifilar</b>		<b>Nº 17</b>
S.E	<b>SC19/SC20/SC21/SC22</b>		
			Sustitueix a
			Sustituit per



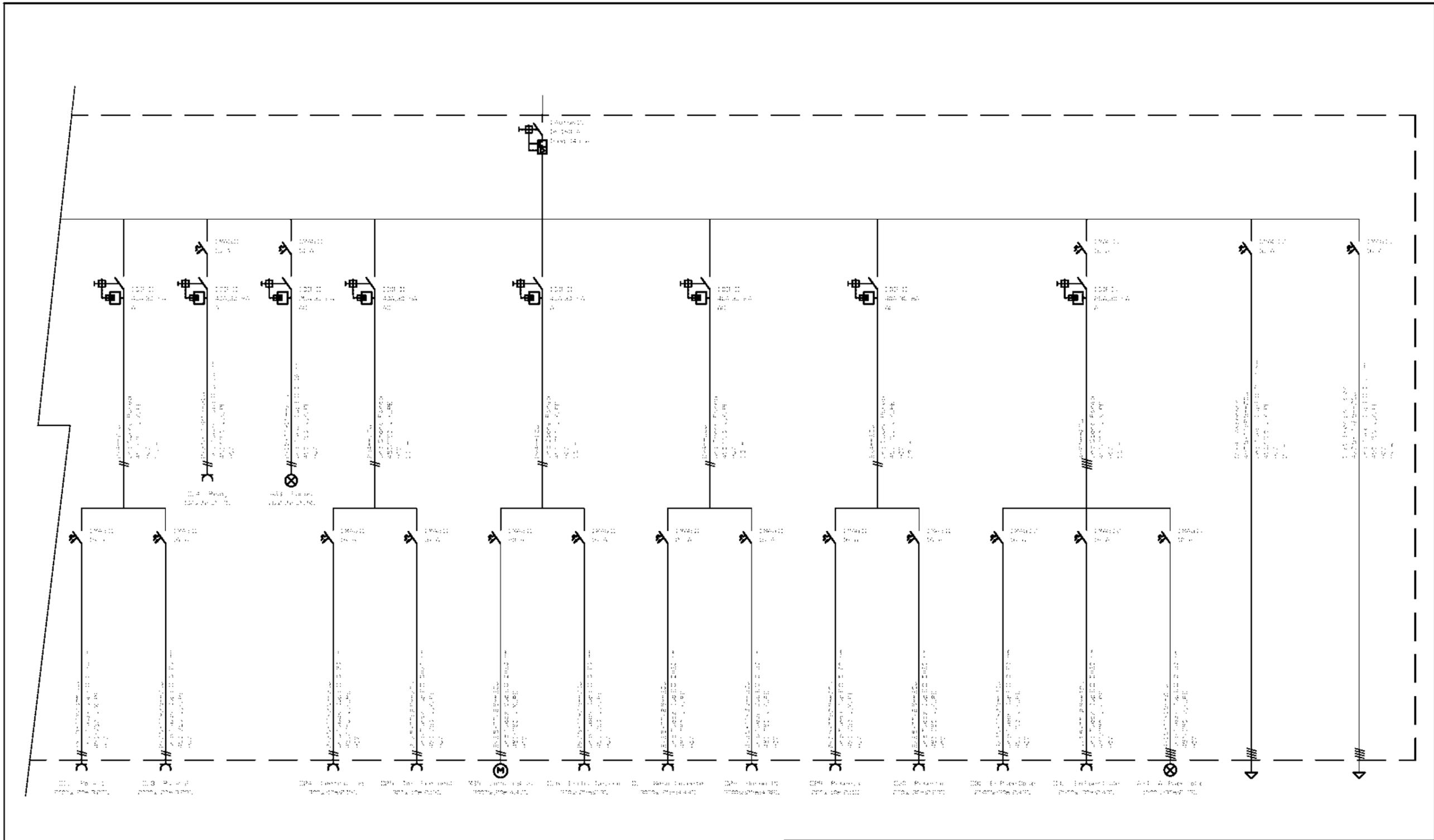
	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escola</i>	<b>Esquema Unifilar</b> <b>SC23 1/4</b>		<b>Nº 18</b>
S.E			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



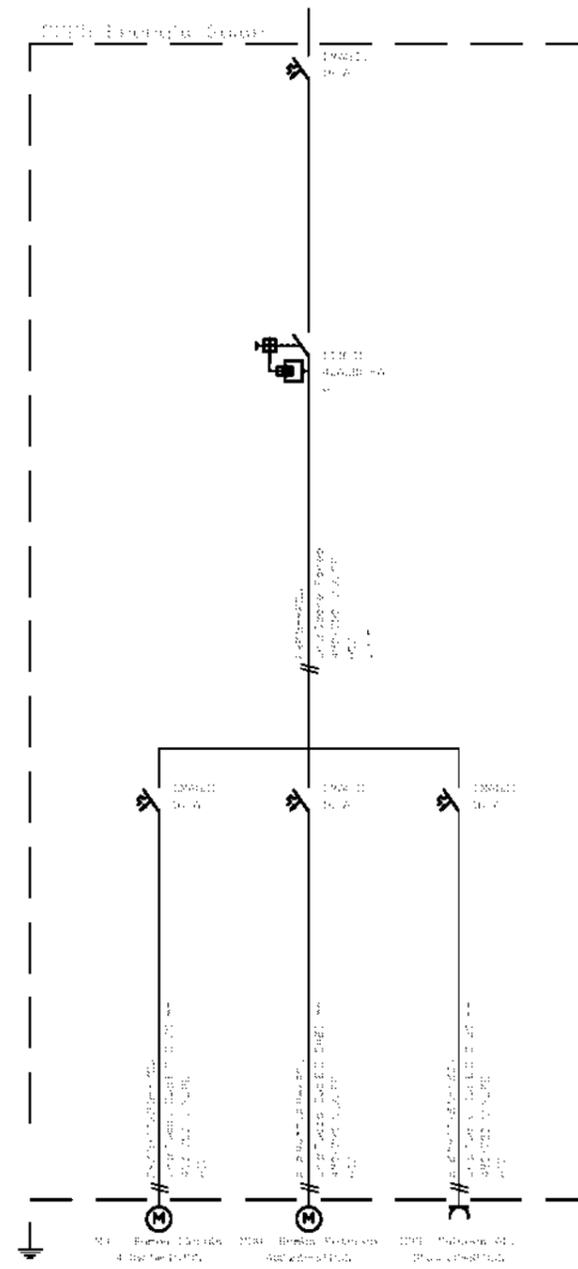
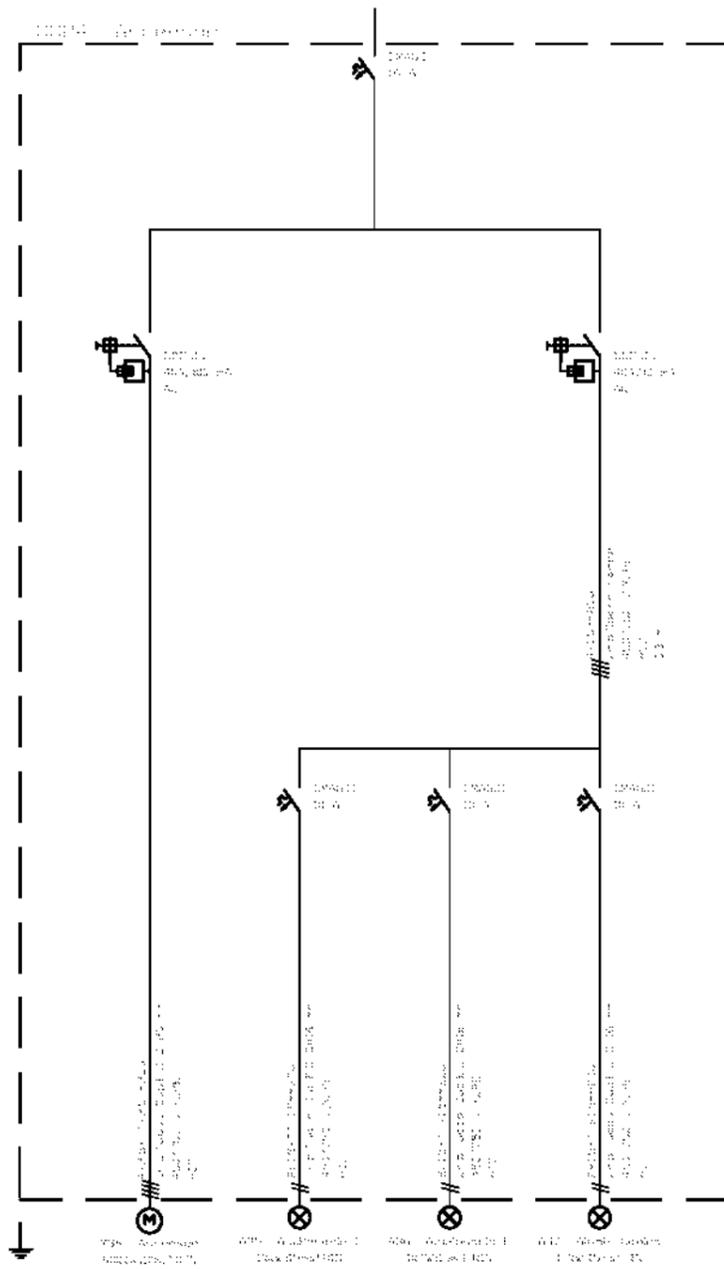
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escola	<b>Esquema Unifilar</b>		<b>Nº 19</b>
S.E	<b>SC23 2/4</b>		
			Sustitueix a
			Sustituit per



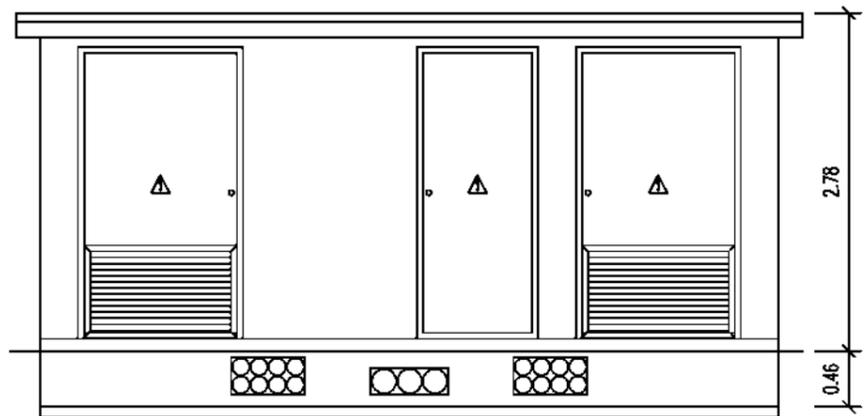
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escola	<b>Esquema Unifilar</b>		<b>Nº20</b>
S.E	<b>SC23 3/4</b>		
			Sustitueix a
			Sustituit per



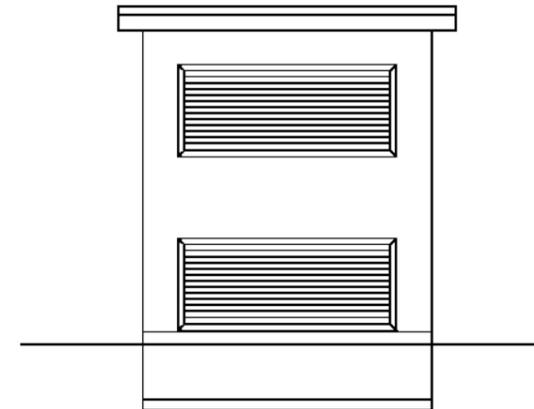
	Data	Nam	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escola	<b>Esquema Unifilar</b>		<b>Nº21</b>
S.E	<b>SC23 4/4</b>		
			Sustitueix a
			Sustituit per



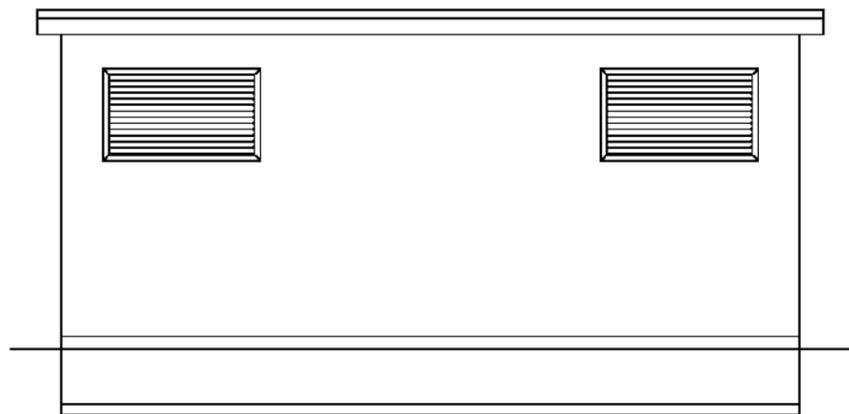
	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Esquema Unifilar</b> <b>SC24/SC25</b>		<b>Nº22</b>
S.E			Sustitueix a
			Sustituit per



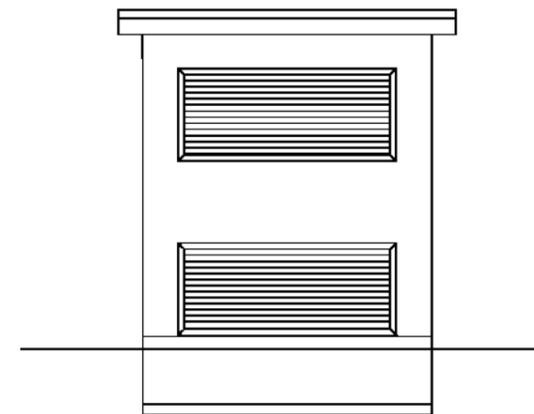
ALZADO FRONTAL



ALZADO LATERAL DERECHO



ALZADO POSTERIOR

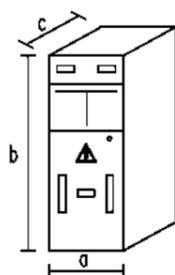
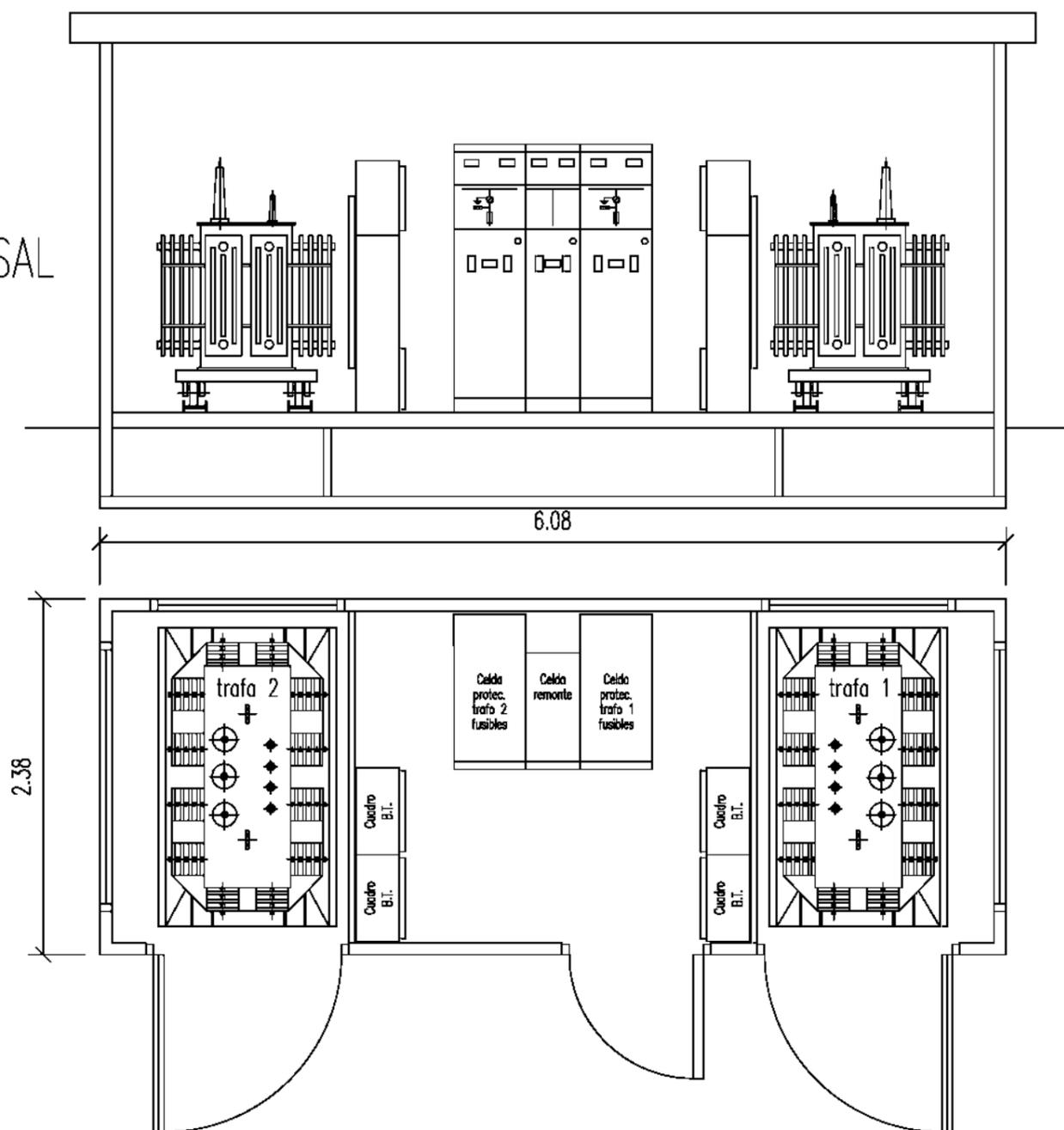


ALZADO LATERAL IZQUIERDO

DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
6.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.

	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Detalle Exterior C.T</b>		<b>Nº23</b>
S.E			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>

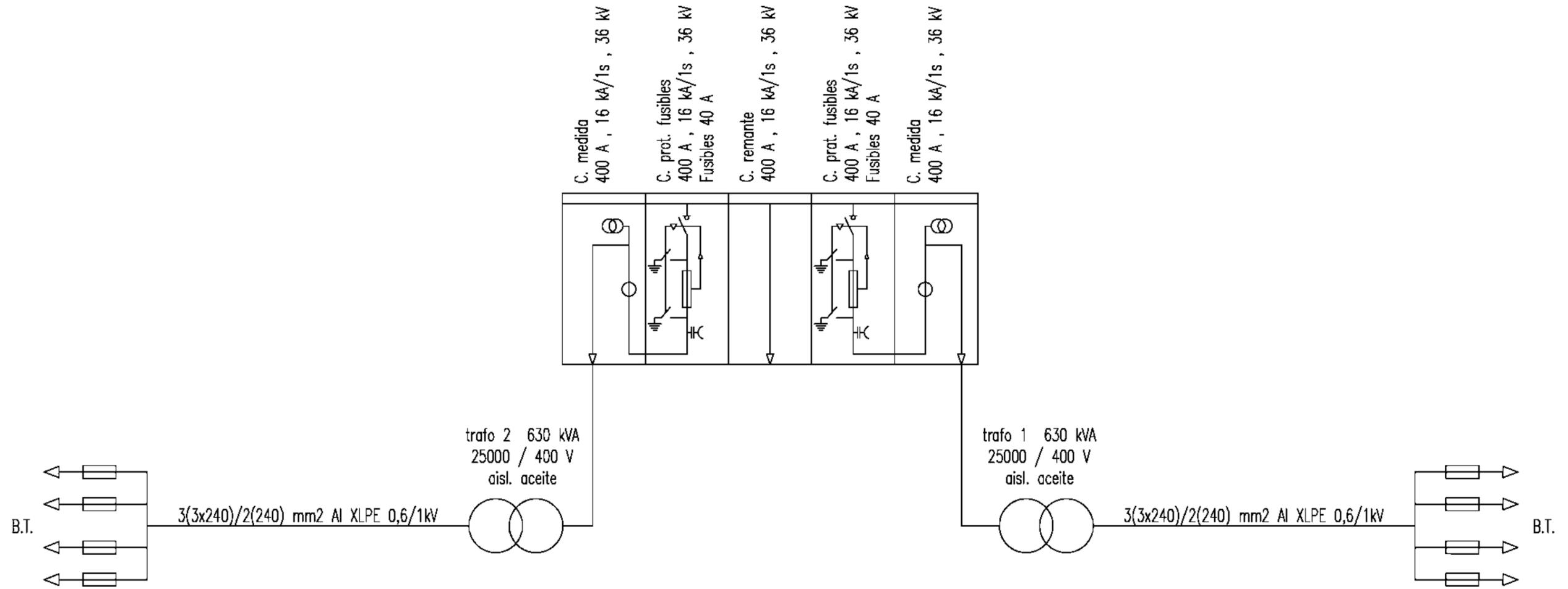
# SECCIÓN TRANSVERSAL



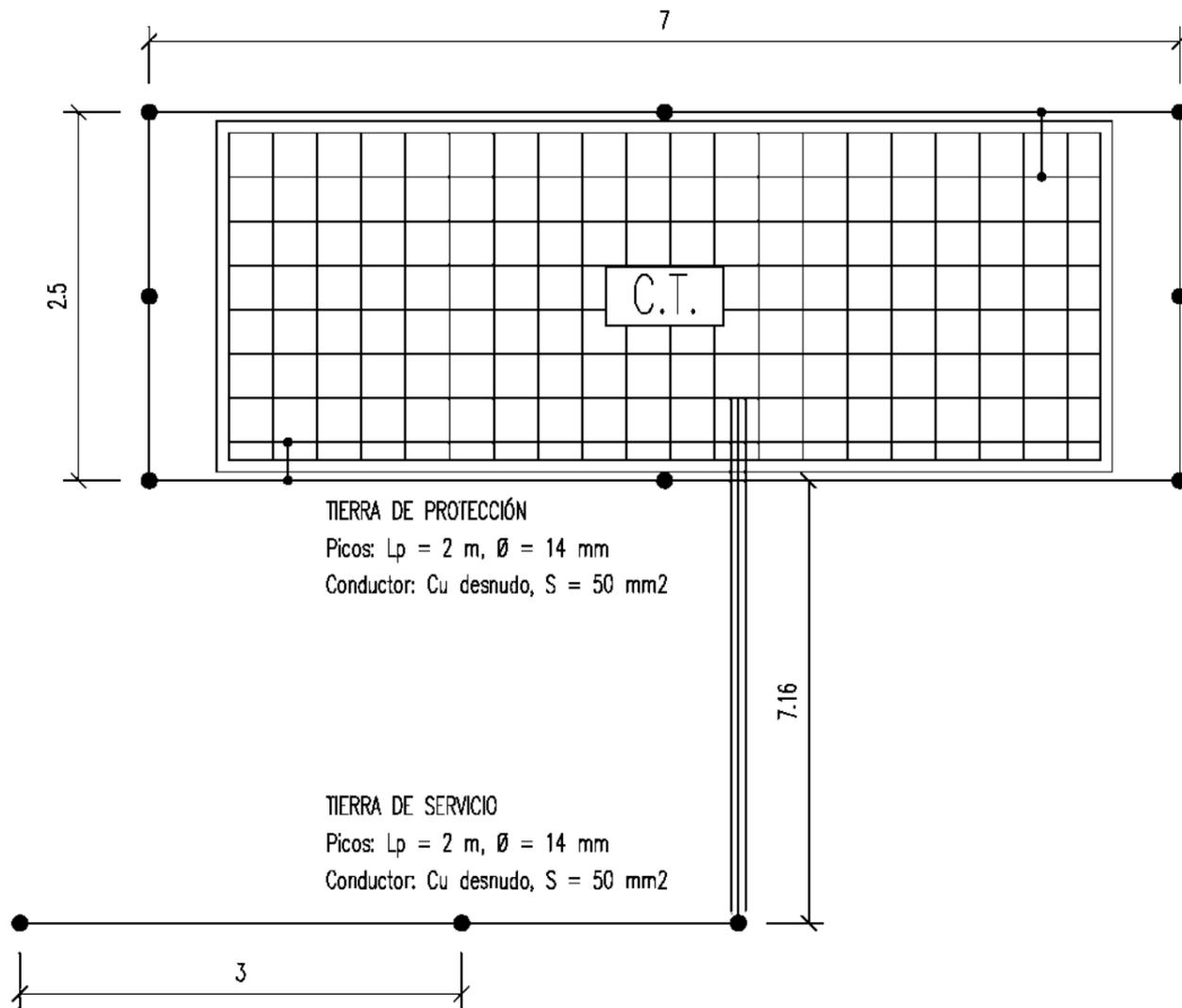
## DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Prot. fusibles	0.48	1.8	1.04
Remonte	0.37	1.8	0.78
Prot. fusibles	0.48	1.8	1.04

	Data	Nam	UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO
Dibuixat	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
Comprovat			
S.normes			
Escola	Detalle Interior C.T		Nº24
S.E			Sustitueix a
			Sustituit per



	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Oibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Esquema Unifilar A.T</b>		<b>Nº25</b>
S.E			<i>Sustitueix a</i>
			<i>Sustituit per</i>



TIERRA DE PROTECCIÓN  
 Configuración: 70-25/5/82  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Número de picos: 8  
 Longitud picas: 2

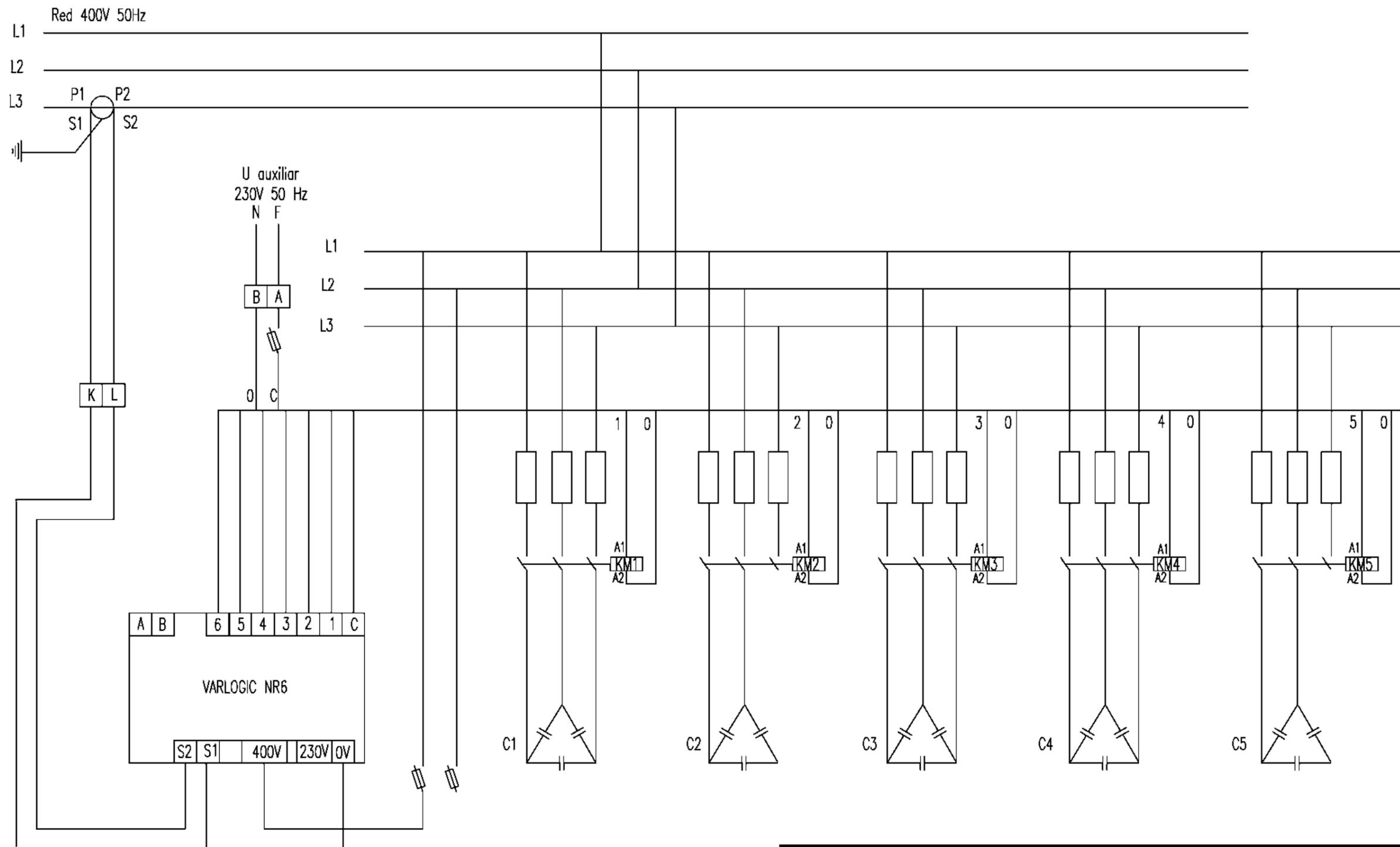
NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mollozo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una red de 0,30x0,30 m. Este mollozo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de lo puesto o tierra de protección del Centro. Dicho mollozo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguna con masas conductoras que, a causa de defectos o overíos, sean susceptibles de quedar sometidos a tensión.

TIERRA DE SERVICIO  
 Configuración: 5/32.  
 Profundidad electrodo: 0.5 m  
 Separación picas: 3 m  
 3 picos en hilero unidos por conductor horizontal  
 Sección conductor: 50 mm<sup>2</sup>  
 Diámetro picas: 14 mm  
 Longitud picas: 2

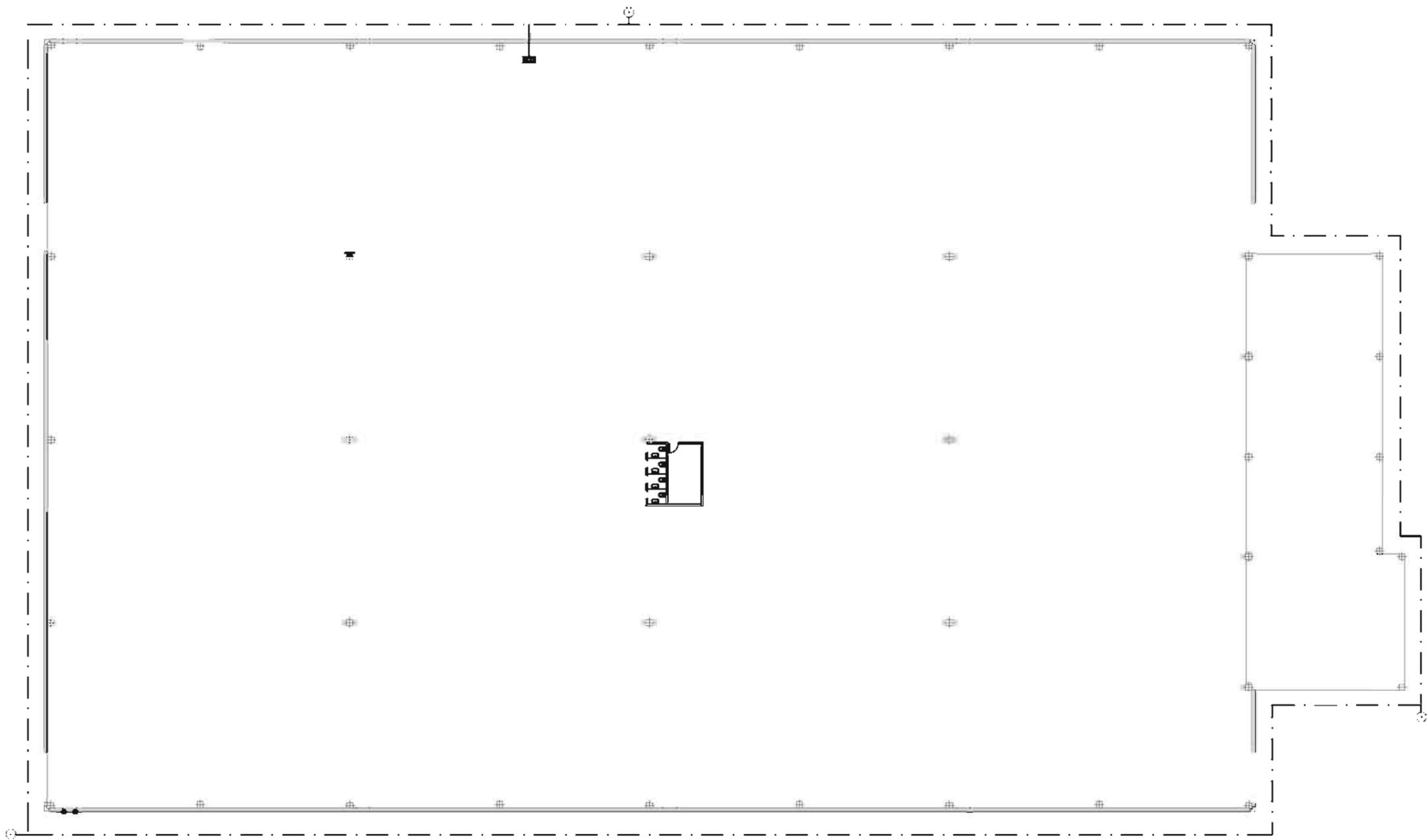
NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm<sup>2</sup> en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

## PUESTAS A TIERRA

	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÉC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>			<b>Nº26</b>
S.E	<b>Esquema Puesta a Tierra</b>		Sustitueix a
			Sustituit per



	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <i>Oficina Tècnica</i>
<i>Dibuixat</i>	25/5/2012	David Gámez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Esquema de la Batería Condensadores</b>		<b>Nº27</b>
S.E			<i>Sustitueix a</i>



SIMBOLOGIA TOMA A TIERRA	
	Arqueto de conexi3n
	Conductor escaudat de 50 mm <sup>2</sup>
	Electrode de Puesta a Tierra

	<i>Data</i>	<i>Nam</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <b>INST. ELÈC. PARA TALLER METALURGICO</b>
<i>Dibuixat</i>	25/05/2012	David Gómez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Esquema Puesta a Tierra</b>		<b>Nº28</b>
S.E	<b>de la Nave</b>		
			<i>Sustitueix a</i>

CUADRO MAQUINARIA								
REF.	TIPO	MARCA	MODELO	POTENCIA	CAUDAL (lit/min)	TUBO	PRESION (BARS)	PRESION EJERCIO (BARS)
1	ESTRIBADORA	MEP	FORMAT -S	25 KW				
2	ESTRIBADORA	SCHNELL	PRIMA 12 R VG	12 KW	15			7
3	CARRO DE CORTE	SCHNELL	OPTIBAT	(22+2+2+3.7+3.1) 32.8 KW	80			7
4	FABRICACION MALLA	SCHLATTER	ZG16W11	78 KW	2000			
5	PLEGADORA MALLA	HAMBI	KSE602/V	3 KW				
6	END. CIZALLA DOBRADORA	SHELL	EURA 16/EL/12	45 KW	85			7
7	PREJAULAS	SCHNELL	IDEA 12	73 KW	360	1/2"	10	8.5
8	ENDEREZADORA	MECAFER	MAC 2	27 KW			6	
9	END. CIZALLA DOBRADORA	PROGRESS	MSR ARV	35 KW	400	3/4"	8	6
10	ESTRIBADORA	PROGRESS	EBA 16	20 KW	200	3/4"	8	6
11	CARRO DE CORTE	SCHNELL	SHEARLINE	35 KW	300	1/2"	10	7
12	CARRO DE CORTE	SCHNELL	VRP 12/2	1.8 KW	370	1/2"	10	7
13	CARRO DE CORTE	SCHNELL	MEGAGENIOS	35 KW	1500	1/2"	10	7
14	CARRO DE CORTE	SCHNELL	ROBDMASTER	30 KW	350	1/2"	10	7
14 BIS	CARRO DE CORTE	SCHNELL	ROBDMASTER	30 KW	350	1/2"	10	7
15	COMPRESORES			(14+14) 28 KW				
16	GRUAS BL 1 (5+5)	GH	GPIID5H2	(22+22) 44 KW				
17	GRUAS BL 2 (5+5)	GH	GPIID5H2	(22+22) 44 KW				
18	GRUAS BL 3 (5+5)	GH	GPIID5H2	(22+22) 44 KW				
19	GRUAS BL 4 (5+5)	GH	GPIID5H2	(22+22) 44 KW				

	<i>Data</i>	<i>Nom</i>	<b>UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI</b> <i>Oficina Tècnica</i>
<i>Oibuixat</i>	25/05/2012	David Gómez Ruiz	
<i>Comprovat</i>			
<i>S.normes</i>			
<i>Escala</i>	<b>Cuadro Relación Maquinaria</b>		<b>Nº29</b>
S.E			<i>Sustitueix a</i>



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALCI3N ELÈCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **5. PLIEGO DE CONDICIONES**

La propiedad:

HIERROS PREFORMADOS, S.A

Autor:

David Gómez Ruiz

**ÍNDICE PLIEGO CONDICIONES**

5. PLIEGO DE CONDICIONES .....	305
ÍNDICE PLIEGO CONDICIONES.....	305
5.1 Disposiciones Generales .....	309
5.1.1 Naturalezay objeto del Pliego de Condiciones.....	309
5.1.2 Documentación del contrato de Obra.....	309
5.2 Condiciones Facultativas .....	309
5.2.1 Tecnico Director de Obra.....	309
5.2.2 Constructor o Instalador .....	310
5.2.3 Verificación de los Documentos del Proyecto .....	311
5.2.4 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.....	311
5.2.5 Presencia del Constructor o Instalador en la obra .....	311
5.2.6 Trabajos no estipulados expresamente .....	311
5.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los Documentos del Proyecto .....	312
5.2.8 Reclamaciones contra las ordenes de la Direccion Facultativa.....	312
5.2.9 Faltas de personal .....	313
5.2.10 Caminos y accesos .....	313
5.2.11 Replanteo.....	313
5.2.12 Comienzo de la obra. Ritmode ejecución en los trabajos .....	313
5.2.13 Orden de los trabajos.....	314
5.2.14 Facilidades para otro contratista.....	314
5.2.15 Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor.....	314
5.2.16 Prórroga por causas de fuerza mayor .....	314
5.2.17 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra .....	314
5.2.18 Condiciones Generales de la ejecución de los trabajos.....	315
5.2.19 Obras ocultas .....	315
5.2.20 Trabajos defectuosos .....	315
5.2.21 Vicios ocultos.....	315
5.2.22 Procedencia de los materiales y aparatos .....	316
5.2.23 Materiales no utilizables.....	316
5.2.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos .....	316
5.2.25 Limpieza de las obras .....	316
5.2.26 Documentación final de la obra .....	317

5.2.27 Plazo de Garantía .....	317
5.2.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente.....	317
5.2.29 De la recepción definitiva .....	317
5.2.30 Prórroga del plazo de garantía.....	318
5.2.31 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida .....	318
5.3 Condiciones Económicas .....	318
5.3.1 Composición de los receptores unitarios.....	318
5.3.2 Precio de contrata. Importe de contrata.....	319
5.3.3 Precios contradictorios .....	319
5.3.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas .....	320
5.3.5 De la revisión de los precios contratados .....	320
5.3.6 Acopio de materiales .....	320
5.3.7 Responsabilidad del Constructor o Instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores .....	320
5.3.8 Relaciones Valoradas y Certificadas.....	321
5.3.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas.....	322
5.3.10 Abono de trabajos presupuestados con partida alzada .....	322
5.3.11 Pagos .....	322
5.3.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de la obra .....	323
5.3.13 Demora de los pagos .....	323
5.3.14 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios.....	323
5.3.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables .....	323
5.3.16 Seguro de las obras.....	324
5.3.17 Conservación de la obra .....	324
5.3.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario.....	325
5.4 Condiciones Técnicas de la instalación eléctrica en baja tensión.....	325
5.4.1 Condiciones Generales.....	325
5.4.2 Canalizaciones eléctricas.....	326
5.4.2.1 Conductores aislados bajo tubosprotectores.....	326
5.4.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre pared .....	331
5.4.2.3 Conductores aislados enterrados .....	332
5.4.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras.....	332
5.4.2.5 Conductores aislados en el interior de la construcción.....	332

5.4.2.6 Conductores aislados bajo canales protectoras.....	333
5.4.2.7 Conductores aislados bajo molduras .....	334
5.4.2.8 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas .....	335
5.4.2.9 Normas de instalaciones en presencia de otras canalizaciones no eléctricas .....	335
5.4.2.10 La accesibilidad de las instalaciones .....	336
5.4.3 Conductores.....	336
5.4.3.1 Materiales .....	336
5.4.3.2 Dimensionado.....	337
5.4.3.3 Identificación de las instalaciones .....	338
5.4.3.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica .....	338
5.4.4 Cajas de empalmes .....	338
5.4.5 Mecanismos y tomas de corriente .....	339
5.4.6 Aparato de mando y protección.....	340
5.4.6.1 Cajas eléctricas.....	340
5.4.6.2 Interruptores automáticos .....	341
5.4.6.3 Guardamotors.....	342
5.4.6.4 Fusibles .....	342
5.4.6.5 Interruptores diferenciales .....	342
5.4.6.6 Seccionadores .....	344
5.4.6.7 Embarrados.....	344
5.4.6.8 Prensaestopas y etiquetas.....	344
5.4.7 Receptores de Alumbrado .....	345
5.4.8 Receptores a Motor .....	346
5.4.9 Puesta a Tierra.....	349
5.4.9.1 Uniones a Tierra .....	349
5.4.10 Inspecciones y pruebas en fábrica.....	351
5.4.11 Control.....	352
5.4.13 Limpieza.....	353
5.4.14 Mantenimiento .....	353
5.4.15 Criterios de medición .....	353
5.5 Condiciones Técnicas para la Obra Civil y Montaje de Centros de Transformación de Interior prefabricados.....	354
5.5.1 Obra Civil.....	354

5.5.1.1 Emplazamiento .....	354
5.5.1.2 Excavación.....	355
5.5.1.3 Acondicionamiento.....	355
5.5.1.4 Edificio Prefabricado de hormigón.....	355
5.5.1.5 Evacuación y extinción del aceite aislante .....	356
5.5.1.6 Ventilación .....	357
5.5.2 Instalación eléctrica.....	357
5.5.2.1 Aparamentre A.T .....	357
5.5.2.2 Transformadores .....	359
5.5.2.4 Acometidas subterranas .....	360
5.5.2.5 Alumbrado .....	360
5.5.2.6 Puesta a Tierra .....	361
5.5.3 Normas de ejecución de las instalaciones .....	361
5.5.4 Pruebas reglamentarias.....	362
5.5.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad .....	362
5.5.5.1 Prevenciones Generales .....	362
5.5.5.2 Puesta en servicio .....	363
5.5.5.3 Separación de servicio .....	364
5.5.5.4 Mantenimiento.....	364
5.5.6 Certificados y Documentación .....	364
5.5.7 Libro de ordenes.....	365
5.5.8 Recepción de la obra .....	365

## 5.1 DISPOSICIONES GENERALES

### 5.1.1 Naturalezay objeto del Pliego de Condiciones

El presente Pliego de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones particulares del proyecto. Los dos, como parte del proyecto tienen la finalidad de regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigible y precisan las intervenciones que corresponden, según el contrato y de acuerdo con la legislación aplicable, el promotor o propietario de la obra, al contratista o constructor de la obra, a sus técnicos o encargados, al proyectista, así como las relaciones entre ellos y sus obligaciones correspondientes en orden al cumplimiento del contrato de obra.

### 5.1.2 Documentación del contrato de Obra

Integrado por los siguientes documentos relacionados por orden de relación por la cual es referida al valor de sus especificaciones en caso de omisión o contradicción aparente:

- Las condiciones fijadas en el mismo documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra si es que existe.
- El Pliego de Condiciones Particulares.
- El presente Pliego General de Condiciones.
- El resto de documentación del proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las ordenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones. En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en el caso de los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

## 5.2 CONDICIONES FACULTATIVAS

### 5.2.1 Técnico Director de Obra

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.

- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor o Instalador.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

### **5.2.2 Constructor o Instalador**

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.

- Facilitar al Técnico Director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

### **5.2.3 Verificación de los Documentos del Proyecto**

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

### **5.2.4 Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo**

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

### **5.2.5 Presencia del Constructor o Instalador en la obra**

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

### **5.2.6 Trabajos no estipulados expresamente**

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación,

lo disponga el Técnico Director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

### **5.2.7 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los Documentos del Proyecto**

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.

El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

### **5.2.8 Reclamaciones contra las ordenes de la Direccion Facultativa**

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

### **5.2.9 Faltas de personal**

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

### **5.2.10 Caminos y accesos**

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico Director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.

### **5.2.11 Replanteo**

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

### **5.2.12 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución en los trabajos**

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

### **5.2.13 Orden de los trabajos**

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

### **5.2.14 Facilidades para otro contratista**

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

### **5.2.15 Ampliación del Proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor**

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

### **5.2.16 Prórroga por causas de fuerza mayor**

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

### **5.2.17 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra**

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

### **5.2.18 Condiciones Generales de la ejecución de los trabajos**

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.

### **5.2.19 Obras ocultas**

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

### **5.2.20 Trabajos defectuosos**

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las "Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica "del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

### **5.2.21 Vicios ocultos**

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

#### **5.2.22 Procedencia de los materiales y aparatos**

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### **5.2.23 Materiales no utilizables**

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviere establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

#### **5.2.24 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos**

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### **5.2.25 Limpieza de las obras**

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

### **5.2.26 Documentación final de la obra**

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

### **5.2.27 Plazo de Garantía**

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

### **5.2.28 Conservación de las obras recibidas provisionalmente**

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

### **5.2.29 De la recepción definitiva**

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

### 5.2.30 Prórroga del plazo de garantía

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

### 5.2.31 De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.

## 5.3 CONDICIONES ECONÓMICAS

### 5.3.1 Composición de los receptores unitarios

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

### **5.3.2 Precio de contrata. Importe de contrata**

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

### **5.3.3 Precios contradictorios**

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudiría en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

#### **5.3.4 Reclamaciones de aumento de precios por causas diversas**

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

#### **5.3.5 De la revisión de los precios contratados**

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

#### **5.3.6 Acopio de materiales**

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

#### **5.3.7 Responsabilidad del Constructor o Instalador en el bajo rendimiento de los trabajadores**

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

### **5.3.8 Relaciones Valoradas y Certificadas**

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los "Pliegos de Condiciones Particulares" que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego General de Condiciones Económicas", respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

### **5.3.9 Mejoras de obras libremente ejecutadas**

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

### **5.3.10 Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada**

Salvo lo preceptuado en el "Pliego de Condiciones Particulares de índole económica", vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

### **5.3.11 Pagos**

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

### **5.3.12 Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de la obra**

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

### **5.3.13 Demora de los pagos**

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

### **5.3.14 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios**

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### **5.3.15 Unidades de obra defectuosas pero aceptables**

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

### **5.3.16 Seguro de las obras**

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando.

El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

### **5.3.17 Conservación de la obra**

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

### **5.3.18 Uso por el contratista del edificio o bienes del propietario**

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

## **5.4 CONDICIONES TÉCNICAS DE LA INSTALACION ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN**

### **5.4.1 Condiciones Generales**

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

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

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

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

## 5.4.2 Canalizaciones eléctricas

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

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

### 5.4.2.1 Conductores aislados bajo tubosprotectores

Los tubos protectores pueden ser:

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

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

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

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

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

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

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

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

#### Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

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

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2	Rígido/curvable
- Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección int/exter
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

#### Tubos en canalizaciones empotradas.

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

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

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	2	Ligera
- Resistencia al impacto	2	Ligera
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquier de las especificadas
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección inter/exter
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

2- Tubos empotrados embebidos en hormigón o canalizaciones precableadas.

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	3	Media
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C(+ 60 °Ccanal.precabl.Ordi.)
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especi.
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra polvo
- Resistencia a la penetración del agua	3	Protegido contra agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección inter/externo
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

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

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	4	Fuerte
- Resistencia al impacto	3	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	2	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+ 60 °C
- Resistencia al curvado	4	Flexible
- Propiedades eléctricas	1/2	Continuidad/aislado
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	2	Contra gotas de agua
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección inter.m/exter
- Resistencia a la tracción	2	Ligera
- Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
- Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Se recomienda no utilizar este tipo de instalación para secciones nominales de conductor superiores a 16 mm<sup>2</sup>.

Tubos en canalizaciones enterradas.

Las características mínimas de los tubos enterrados serán las siguientes:

<u>Característica</u>	<u>Código</u>	<u>Grado</u>
- Resistencia a la compresión	NA	250 N / 450 N / 750 N
- Resistencia al impacto	NA	Ligero/Normal/Normal
- Temperatura mínima de instalación y servicio	NA	NA
- Temperatura máxima de instalación y servicio	NA	NA
- Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera de las especi.
- Propiedades eléctricas	0	No declaradas
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	Contra objetos D <sup>3</sup> 1 mm
- Resistencia a la penetración del agua	3	Contra el agua de lluvia
- Resistencia a la corrosión de tubos metálicos	2	Protección inter/exterior
- Resistencia a la tracción	0	No declarada
- Resistencia a la propagación de la llama	0	No declarada
- Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

Notas:

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

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

### Instalación.

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

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

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

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN.
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

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

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.

- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.

- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.

- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

#### *5.4.2.2 Conductores aislados fijados directamente sobre pared*

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

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

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.

- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.

- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

#### *5.4.2.3 Conductores aislados enterrados*

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

#### *5.4.2.4 Conductores aislados directamente empotrados en estructuras*

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

#### *5.4.2.5 Conductores aislados en el interior de la construcción*

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

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

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

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

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

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

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

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

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

*5.4.2.6 Conductores aislados bajo canales protectoras.*

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

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas indicadas a continuación:

<u>Característica</u>	<u>Grado</u>	
	<u>≤ 16 mm</u>	<u>&gt; 16 mm</u>
<u>Dimensión del lado mayor de la sección transversal</u>		
- Resistencia al impacto	Muy ligera	Media
- Temperatura mínima de instalación y servicio	+ 15 °C	- 5 °C
- Temperatura máxima de instalación y servicio	+ 60 °C	+ 60 °C
- Propiedades eléctricas	Aislante	Continuidad eléctrica/aislante
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos	4	No inferior a 2

- |  |                           |
|--|---------------------------|
| - Resistencia a la penetración de agua | No declarada              |
| - Resistencia a la propagación         | No propagador de la llama |

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

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

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

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

#### *5.4.2.7 Conductores aislados bajo molduras*

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 mm<sup>2</sup> serán, como mínimo, de 6 mm.

Para la instalación de las molduras se tendrá en cuenta:

- Las molduras no presentarán discontinuidad alguna en toda la longitud donde contribuyen a la protección mecánica de los conductores. En los cambios de dirección, los ángulos de las ranuras serán obtusos.
- Las canalizaciones podrán colocarse al nivel del techo o inmediatamente encima de los rodapiés. En ausencia de éstos, la parte inferior de la moldura estará, como mínimo, a 10 cm por encima del suelo.

- En el caso de utilizarse rodapiés ranurados, el conductor aislado más bajo estará, como mínimo, a 1,5 cm por encima del suelo.
- Cuando no puedan evitarse cruces de estas canalizaciones con las destinadas a otro uso (agua, gas, etc.), se utilizará una moldura especialmente concebida para estos cruces o preferentemente un tubo rígido empotrado que sobresaldrá por una y otra parte del cruce. La separación entre dos canalizaciones que se crucen será, como mínimo de 1 cm en el caso de utilizar molduras especiales para el cruce y 3 cm, en el caso de utilizar tubos rígidos empotrados.
- Las conexiones y derivaciones de los conductores se hará mediante dispositivos de conexión con tornillo o sistemas equivalentes.
- Las molduras no estarán totalmente empotradas en la pared ni recubiertas por papeles, tapicerías o cualquier otro material, debiendo quedar su cubierta siempre al aire.
- Antes de colocar las molduras de madera sobre una pared, debe asegurarse que la pared está suficientemente seca; en caso contrario, las molduras se separarán de la pared por medio de un producto hidrófugo.

#### *5.4.2.8 Conductores aislados en bandeja o soporte de bandejas*

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

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

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

#### *5.4.2.9 Normas de instalaciones en presencia de otras canalizaciones no eléctricas*

En caso de proximidad de canalizaciones eléctricas con otras no eléctricas, se dispondrán de forma que entre las superficies exteriores de ambas se mantenga una distancia mínima de 3 cm. En caso de proximidad con conductos de calefacción, de aire caliente, vapor o humo, las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que no

puedan alcanzar una temperatura peligrosa y, por consiguiente, se mantendrán separadas por una distancia conveniente o por medio de pantallas calorífugas.

Las canalizaciones eléctricas no se situarán por debajo de otras canalizaciones que puedan dar lugar a condensaciones, tales como las destinadas a conducción de vapor, de agua, de gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

#### *5.4.2.10 La accesibilidad de las instalaciones*

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

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

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

### **5.4.3 Conductores**

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

#### *5.4.3.1 Materiales*

Los conductores serán de los siguientes tipos:

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

- Tensión de prueba: 4.000 V.
- Instalación: al aire o en bandeja.
- Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

#### 5.4.3.2 Dimensionado

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

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

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

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la

tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

#### 5.4.3.3 Identificación de las instalaciones

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

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

#### 5.4.3.4 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

<u>Tensión nominal instalación</u>	<u>Tensión ensayo c. continua(V)</u>	<u>Resistencia de aislamiento(MW)</u>
MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
$\leq 500$ V	500	$\geq 0,50$
$> 500$ V	1000	$\geq 1,00$

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

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

#### 5.4.4 Cajas de empalmes

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener.

Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

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

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

#### **5.4.5 Mecanismos y tomas de corriente**

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

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

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

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

## 5.4.6 Aparamento de mando y protección

### 5.4.6.1 *Cadros eléctricos*

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto.

Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

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

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

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### *5.4.6.2 Interruptores automáticos*

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

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

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

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

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

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

#### *5.4.6.3 Guardamotores*

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

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

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

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

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

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

#### *5.4.6.4 Fusibles*

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

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

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

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

#### *5.4.6.5 Interruptores diferenciales*

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

Protección por aislamiento de las partes activas.

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

Protección por medio de barreras o envolventes.

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

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

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

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

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

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

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

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

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

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

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

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

#### 5.4.6.6 Seccionadores

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

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

#### 5.4.6.7 Embarrados

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

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

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

#### 5.4.6.8 Prensaestopas y etiquetas

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

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

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

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

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

#### **5.4.7 Receptores de Alumbrado**

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

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

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

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

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

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

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

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

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

#### **5.4.8 Recetpores a Motor**

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

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

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

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

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

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

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

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

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

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

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

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

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

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

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

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.
- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.

- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.

- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).

- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

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

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

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

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

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

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

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

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

#### **5.4.9 Puesta a Tierra**

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

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

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

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

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

##### *5.4.9.1 Uniones a Tierra*

#### Tomas de tierra.

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

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;

- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

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

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

#### Conductores de tierra.

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

<u>Tipo</u>	<u>Protegido mecánicamente</u>	<u>No protegido mecánicamente</u>
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm <sup>2</sup> Cu 16 mm <sup>2</sup> Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro	25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Hierro

\* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

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

#### Bornes de puesta a tierra.

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

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

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

Conductores de protección.

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

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

<u>Sección conductores fase (mm<sup>2</sup>)</u>	<u>Sección conductores protección (mm<sup>2</sup>)</u>
$S_f \leq 16$	$S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

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

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

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

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

**5.4.10 Inspecciones y pruebas en fábrica**

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

- Se inspeccionarán visulamente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

#### **5.4.11 Control**

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente.

Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

#### **5.4.12 Seguridad**

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.

- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

#### **5.4.13 Limpieza**

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.

#### **5.4.14 Mantenimiento**

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

#### **5.4.15 Criterios de medición**

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto.

A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapasa, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.

## **5.5 CONDICIONES TÉCNICAS PARA LA OBRA CIVIL Y MONTAJE DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN DE INTERIOR PREFABRICADOS**

### **5.5.1 Obra Civil**

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### *5.5.1.1 Emplazamiento*

El lugar elegido para la instalación del centro debe permitir la colocación y reposición de todos los elementos del mismo, concretamente los que son pesados y grandes, como transformadores. Los accesos al centro deben tener la dimensiones adecuadas para permitir el paso de dichos elementos.

El emplazamiento del centro debe ser tal que esté protegido de inundaciones y filtraciones.

En el caso de terrenos inundables el suelo del centro debe estar, como mínimo, 0,20 m por encima del máximo nivel de aguas conocido, o si no al centro debe proporcionarse una estanquidad perfecta hasta dicha cota.

El local que contiene el centro debe estar construido en su totalidad con materiales incombustibles.

#### 5.5.1.2 Excavación

Se efectuará la excavación con arreglo a las dimensiones y características del centro y hasta la cota necesaria indicada en el Proyecto.

La carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

#### 5.5.1.3 Acondicionamiento

Como norma general, una vez realizada la excavación se extenderá una capa de arena de 10 cm de espesor aproximadamente, procediéndose a continuación a su nivelación y compactación.

En caso de ubicaciones especiales, y previo a la realización de la nivelación mediante el lecho de arena, habrá que tener presente las siguientes medidas:

- Terrenos no compactados. Será necesario realizar un asentamiento adecuado a las condiciones del terreno, pudiendo incluso ser necesaria la construcción de una bancada de hormigón de forma que distribuya las cargas en una superficie más amplia.
- Terrenos en ladera. Se realizará la excavación de forma que se alcance una plataforma de asiento en zona suficientemente compactada y de las dimensiones necesarias para que el asiento sea completamente horizontal. Puede ser necesaria la canalización de las aguas de lluvia de la parte alta, con objeto de que el agua no arrastre el asiento del CT.
- Terrenos con nivel freático alto. En estos casos, o bien se eleva la capa de asentamiento del CT por encima del nivel freático, o bien se protege al CT mediante un revestimiento impermeable que evite la penetración de agua en el hormigón.

#### 5.5.1.4 Edificio Prefabricado de hormigón

Los distintos edificios prefabricados de hormigón se ajustarán íntegramente a las distintas Especificaciones de Materiales de la compañía suministradora, verificando su diseño los siguientes puntos:

- Los suelos estarán previstos para las cargas fijas y rodantes que implique el material.
- Se preverán, en lugares apropiados del edificio, orificios para el paso del interior al exterior de los cables destinados a la toma de tierra, y cables de B.T. y M.T. Los orificios estarán inclinados y desembocarán hacia el exterior a una profundidad de 0,40 m del suelo como mínimo.
- También se preverán los agujeros de empotramiento para herrajes del equipo eléctrico y el emplazamiento de los carriles de rodamiento de los transformadores. Asimismo se tendrán en cuenta los pozos de aceite, sus conductos de drenaje, las tuberías para conductores de tierra, registros para las tomas de tierra y canales para los cables A.T. y B.T. En los lugares de paso, estos canales estarán cubiertos por losas amovibles.

- Los muros prefabricados de hormigón podrán estar constituidos por paneles convenientemente ensamblados, o bien formando un conjunto con la cubierta y la solera, de forma que se impida totalmente el riesgo de filtraciones.
- La cubierta estará debidamente impermeabilizada de forma que no quede comprometida su estanquidad, ni haya riesgo de filtraciones. Su cara interior podrá quedar como resulte después del desencofrado. No se efectuará en ella ningún empotramiento que comprometa su estanquidad.
- El acabado exterior del centro será normalmente liso y preparado para ser recubierto por pinturas de la debida calidad y del color que mejor se adapte al medio ambiente. Cualquier otra terminación: canto rodado, recubrimientos especiales, etc., podrá ser aceptada. Las puertas y recuadros metálicos estarán protegidos contra la oxidación.
- La cubierta estará calculada para soportar la sobrecarga que corresponda a su destino, para lo cual se tendrá en cuenta lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330.
- Las puertas de acceso al centro de transformación desde el exterior cumplirán íntegramente lo que al respecto fija la Norma UNE-EN 61330. En cualquier caso, serán incombustibles, suficientemente rígidas y abrirán hacia afuera de forma que puedan abatirse sobre el muro de fachada.

Se realizará el transporte, la carga y descarga de los elementos constitutivos del edificio prefabricado, sin que éstos sufran ningún daño en su estructura. Para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación, así como las recomendaciones para su montaje.

De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, 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 soldaduras eléctricas. Las conexiones entre varillas metálicas pertenecientes a diferentes elementos, se efectuarán de forma que se consiga la equipotencialidad entre éstos.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial podrá ser accesible desde el exterior del edificio, excepto las piezas que, insertadas en el hormigón, estén destinadas a la manipulación de las paredes y de la cubierta, siempre que estén situadas en las partes superiores de éstas.

Cada pieza de las que constituyen el edificio deberán disponera de dos puntos metálicos, lo más separados entre sí, y fácilmente accesibles, para poder comprobar la continuidad eléctrica de la armadura. La continuidad eléctrica podrá conseguirse mediante los elementos mecánicos del ensamblaje.

#### *5.5.1.5 Evacuación y extinción del aceite aislante*

Las paredes y techos de las celdas que han de alojar aparatos con baño de aceite, deberán estar construidas con materiales resistentes al fuego, que tengan la resistencia estructural adecuada para las condiciones de empleo.

Con el fin de permitir la evacuación y extinción del aceite aislante, se preverán pozos con revestimiento estanco, teniendo en cuenta el volumen de aceite que puedan recibir. En todos los pozos se preverán apagafuegos superiores, tales como lechos de guijarros de 5 cm de diámetro aproximadamente, sifones en caso de varios pozos con

colector único, etc. Se recomienda que los pozos sean exteriores a la celda y además inspeccionables.

#### **5.5.1.6 Ventilación**

Los locales estarán provistos de ventilación para evitar la condensación y, cuando proceda, refrigerar los transformadores.

Normalmente se recurrirá a la ventilación natural, aunque en casos excepcionales podrá utilizarse también la ventilación forzada.

Cuando se trate de ubicaciones de superficie, se empleará una o varias tomas de aire del exterior, situadas a 0,20 m. del suelo como mínimo, y en la parte opuesta una o varias salidas, situadas lo más altas posible.

En ningún caso las aberturas darán sobre locales a temperatura elevada o que contengan polvo perjudicial, vapores corrosivos, líquidos, gases, vapores o polvos inflamables.

Todas las aberturas de ventilación estarán dispuestas y protegidas de tal forma que se garantice un grado de protección mínimo de personas contra el acceso a zonas peligrosas, contra la entrada de objetos sólidos extraños y contra la entrada del agua IP23D, según Norma UNE-EN 61330.

#### **5.5.2 Instalación eléctrica**

##### *5.5.2.1 Aparamentre A.T*

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica y tipo "modular". De esta forma, en caso de avería, será posible retirar únicamente la celda dañada, sin necesidad de desaprovechar el resto de las funciones.

Utilizarán el hexafluoruro de azufre ( $SF_6$ ) como elemento de corte y extinción. El aislamiento integral en  $SF_6$  confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro de transformación por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entrada de agua en el centro. El corte en  $SF_6$  resulta también más seguro que el aire, debido a lo expuesto anteriormente.

Las celdas empleadas deberán permitir la extensibilidad in situ del centro de transformación, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o

extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Los cables se conectarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra será un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra), asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo del interruptor y seccionador de puesta a tierra. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de apartamento bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE 20099. Se deberán distinguir al menos los siguientes compartimentos:

- Compartimento de aparellaje. Estará relleno de SF<sub>6</sub> y sellado de por vida. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
- Compartimento del juego de barras. Se compondrá de tres barras aisladas conexas mediante tornillos.
- Compartimento de conexión de cables. Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado. Las extremidades de los cables serán simplificadas para cables secos y termorretráctiles para cables de papel impregnado.
- Compartimento de mando. Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra motorizaciones, bobinas de cierre y/o apertura y contactos auxiliares si se requieren posteriormente.
- Compartimento de control. En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión, tanto en barras como en los cables.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (Un):

#### Un ≤ 20 kV

- Tensión asignada: 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 50 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 60 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 125 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 145 kV.

20 kV < U<sub>n</sub> ≤ 30 kV

- Tensión asignada: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial durante 1 minuto:
  - A tierra y entre fases: 70 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 80 kV.
- Tensión soportada a impulsos tipo rayo (valor de cresta):
  - A tierra y entre fases: 170 kV
  - A la distancia de seccionamiento: 195 kV.

*5.5.2.2 Transformadores*

El transformador o transformadores serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario, refrigeración natural, en baño de aceite preferiblemente, con regulación de tensión primaria mediante conmutador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cables ni otras aberturas al resto del centro.

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo, y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.

Cuando el centro de transformación sea tipo "abonado", se instalará un equipo de medida compuesto por transformadores de medida, ubicados en una celda de medida de A.T., y un equipo de contadores de energía activa y reactiva, ubicado en el armario de contadores, así como de sus correspondientes elementos de conexión, instalación y precintado.

Los transformadores de medida deberán tener las dimensiones adecuadas de forma que se puedan instalar en la celda de A.T. guardando las distancias correspondientes a su aislamiento. Por ello será preferible que sean suministrados por el propio fabricante de las celdas, ya instalados en ellas. En el caso de que los transformadores no sean suministrados por el fabricante de las celdas se le deberá hacer la consulta sobre el modelo exacto de transformadores que se van a instalar, a fin de tener la garantía de que las distancias de aislamiento, pletinas de interconexión, etc. serán las correctas.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

Los cables de los circuitos secundarios de medida estarán constituidos por conductores unipolares, de cobre de 1 kV de tensión nominal, del tipo no propagador de la

llama, de polietileno reticulado o etileno-propileno, de 4 mm<sup>2</sup> de sección para el circuito de intensidad y para el neutro y de 2,5 mm<sup>2</sup> para el circuito de tensión.

Estos cables irán instalados bajo tubos de acero (uno por circuito) de 36 mm de diámetro interior, cuyo recorrido será visible o registrable y lo más corto posible.

La tierra de los secundarios de los transformadores de tensión y de intensidad se llevarán directamente de cada transformador al punto de unión con la tierra para medida y de aquí se llevará, en un solo hilo, a la regleta de verificación.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

#### *5.5.2.4 Acometidas subterráneas*

Los cables de alimentación subterránea entrarán en el centro, alcanzando la celda que corresponda, por un canal o tubo. Las secciones de estos canales y tubos permitirán la colocación de los cables con la mayor facilidad posible.

Los tubos serán de superficie interna lisa, siendo su diámetro 1,6 veces el diámetro del cable como mínimo, y preferentemente de 15 cm. La disposición de los canales y tubos será tal que los radios de curvatura a que deban someterse los cables serán como mínimo igual a 10 veces su diámetro, con un mínimo de 0,60 m.

Después de colocados los cables se obstruirá el orificio de paso por un tapón al que, para evitar la entrada de roedores, se incorporarán materiales duros que no dañen el cable.

En el exterior del centro los cables estarán directamente enterrados, excepto si atraviesan otros locales, en cuyo caso se colocarán en tubos o canales. Se tomarán las medidas necesarias para asegurar en todo momento la protección mecánica de los cables, y su fácil identificación.

Los conductores de alta tensión y baja tensión estarán constituidos por cables unipolares de aluminio con aislamiento seco termoestable, y un nivel de aislamiento acorde a la tensión de servicio.

#### *5.5.2.5 Alumbrado*

El alumbrado artificial, siempre obligatorio, será preferiblemente de incandescencia.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de manera que los aparatos de seccionamiento no queden en una zona de sombra; permitirán además la lectura correcta de los aparatos de medida. Se situarán de tal manera que la sustitución de lámparas pueda efectuarse sin necesidad de interrumpir la media tensión y sin peligro para el operario.

Los interruptores de alumbrado se situarán en la proximidad de las puertas de acceso.

La instalación para el servicio propio del CT llevará un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).

#### *5.5.2.6 Puesta a Tierra*

Las puestas a tierra se realizarán en la forma indicada en el proyecto, debiendo cumplirse estrictamente lo referente a separación de circuitos, forma de constitución y valores deseados para las puestas a tierra.

#### Condiciones de los circuitos de puesta a tierra

- No se unirán al circuito de puesta a tierra las puertas de acceso y ventanas metálicas de ventilación del CT.
- La conexión del neutro a su toma se efectuará, siempre que sea posible, antes del dispositivo de seccionamiento B.T.
- En ninguno de los circuitos de puesta a tierra se colocarán elementos de seccionamiento.
- Cada circuito de puesta a tierra llevará un borne para la medida de la resistencia de tierra, situado en un punto fácilmente accesible.
- Los circuitos de tierra se establecerán de manera que se eviten los deterioros debidos a acciones mecánicas, químicas o de otra índole.
- La conexión del conductor de tierra con la toma de tierra se efectuará de manera que no haya peligro de aflojarse o soltarse.
- Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea continua, en la que no podrán incluirse en serie las masas del centro. Siempre la conexión de las masas se efectuará por derivación.
- Los conductores de tierra enterrados serán de cobre, y su sección nunca será inferior a 50 mm<sup>2</sup>.
- Cuando la alimentación a un centro se efectúe por medio de cables subterráneos provistos de cubiertas metálicas, se asegurará la continuidad de éstas por medio de un conductor de cobre lo más corto posible, de sección no inferior a 50 mm<sup>2</sup>. La cubierta metálica se unirá al circuito de puesta a tierra de las masas.
- La continuidad eléctrica entre un punto cualquiera de la masa y el conductor de puesta a tierra, en el punto de penetración en el suelo, satisfará la condición de que la resistencia eléctrica correspondiente sea inferior a 0,4 ohmios.

#### **5.5.3 Normas de ejecución de las instalaciones**

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía suministradora de la electricidad.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

La admisión de materiales no se permitirá sin la previa aceptación por parte del Director de Obra. En este sentido, se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el D.O., aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones. Para ello se tomarán como referencia las distintas Recomendaciones UNESA, Normas UNE, etc. que les sean de aplicación.

#### **5.5.4 Pruebas reglamentarias**

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Una vez ejecutada la instalación se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidas las celdas una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Prueba de operación mecánica.
- Prueba de dispositivos auxiliares, hidráulicos, neumáticos y eléctricos.
- Verificación de cableado.
- Ensayo de frecuencia industrial.
- Ensayo dieléctrico de circuitos auxiliares y de control.
- Ensayo de onda de choque 1,2/50 ms.
- Verificación del grado de protección.

#### **5.5.5 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

##### *5.5.5.1 Prevenciones Generales*

Queda terminantemente prohibida la entrada en el local a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio al centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia industrial.

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas se incorporarán, de forma gráfica y clara, las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

#### *5.5.5.2 Puesta en servicio*

Se conectarán primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la

línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

#### *5.5.5.3 Separación de servicio*

Se procederá en orden inverso al determinado en el apartado anterior, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

#### *5.5.5.4 Mantenimiento*

El mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

A fin de asegurar un buen contacto en las mordazas de los fusibles y cuchillas de los interruptores, así como en las bornas de fijación de las líneas de alta y de baja tensión, la limpieza se efectuará con la debida frecuencia. Esta se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y teniendo muy presente que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

Si es necesario cambiar los fusibles, se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

La temperatura del líquido refrigerante no debe sobrepasar los 60°C.

Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

### **5.5.6 Certificados y Documentación**

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la compañía suministradora.

### 5.5.7 Libro de ordenes

Se dispondrá en el centro de transformación de un libro de órdenes, en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación, incluyendo cada visita, revisión, etc.

#### 5.5.8 Recepción de la obra

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la Obra. En la recepción de la instalación se incluirán los siguientes conceptos:

- Aislamiento. Consistirá en la medición de la resistencia de aislamiento del conjunto de la instalación y de los aparatos más importantes.
- Ensayo dieléctrico. Todo el material que forma parte del equipo eléctrico del centro deberá haber soportado por separado las tensiones de prueba a frecuencia industrial y a impulso tipo rayo.
- Instalación de puesta a tierra. Se comprobará la medida de las resistencias de tierra, las tensiones de contacto y de paso, la separación de los circuitos de tierra y el estado y resistencia de los circuitos de tierra.
- Regulación y protecciones. Se comprobará el buen estado de funcionamiento de los relés de protección y su correcta regulación, así como los calibres de los fusibles.
- Transformadores. Se medirá la acidez y rigidez dieléctrica del aceite de los transformadores.

Tarragona, 30 de Mayo del 2012

El ingeniero Técnico

David Gómez Ruiz



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALCI3N ELÈCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **6. MEDICIONES**

La propiedad:

HIERROS PREFORMADOS, S.A

Autor:

David Gómez Ruiz

## ÍNDICE MEDICIONES

6. MEDICIONES .....	366
ÍNDICE MEDICIONES .....	367
6.1 Capítulo C01 Instalación de Alta Tensión .....	368
6.2 Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión.....	371
6.2.1 Canalizaciones y conductores .....	371
6.2.2 Cuadros y maquinaria.....	375
6.2.3 Luminarias.....	382
6.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios. ....	383
6.4 Capítulo C03 Energía Solar. ....	385
6.5 Capítulo C04 Varios. ....	386

## 6.1 CAPÍTULO C01 INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
1	EPT-01	u	<i>Edificio Prefabricado de transformación</i> Envolvente prefabricada 6.08x2.38x2.78m, conteniente de la maquinaria de A.T, marca Ormazabal, incluyendo transporte, montaje y puesta en servicio.  Total Medición: 1
2	TRA-02	u	<i>Transformador</i> Trafo trifásico aisl. Aceite 630 kvA, 25k, incluye pequeño material eléctrico. Totalmete instalado.  Total Medición: 2
3	CGM-03	u	<i>Celda de protección con fusible</i> Celda de protección con fusiblesCGM-CMP-F, I. Asig. 400A en gas de tipo modular de Ormazabal. Totalmente montado e instalado  Total Medición: 2
4	CGM-04	u	<i>Celda A.T de remonte de cables</i> Celda de remonte I.Asig. 400 <sup>a</sup> de Ormazabal. Totalmente montado e instalado  Total Medición: 1
5	PAT- 05	u	<i>Juego de puentes III en A.T</i> Juego de puentes III de cables A.T. Unipolares de aislamiento seco, 18/30 kV, 95mm <sup>2</sup> Cu. Incluye pequeño material e Instalación  Total Medición: 2

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
6	PAT- 06	u	<p><i>Juego de puentes III en B.T</i>            Juego de puente III de cables en B.T Unipolares de aislamiento seco, 6/1kV de Cu, de 3x185 mm<sup>2</sup> por fase y de 3x95 mm<sup>2</sup> el neutro. Incluye pequeño material e Instalación</p> <p>Total Medición: 2</p>
7	CGM- 07	u	<p><i>Celda de línea</i>            Celda de línea CGM-CML, en gas de tipo modular de Ormazabal, Totalmente montado e instalado.</p> <p>Total Medición: 4</p>
8	CGM- 08	u	<p><i>Celda de protección en I. automático</i>            Celda de protección con interruptor automático CGM-CMP-A, en gas modular, de Ormazabal. Instalado y montado.</p> <p>Total Medición: 2</p>
9	CGM- 09	u	<p><i>Celda de medida</i>            Celda de medida CGM-CMM, en gas de tipo modular, de Ormazabal, Montado e Instalado</p> <p>Total Medición: 1</p>
10	EDM- 10	u	<p><i>Equipo de medida</i>            Contador electrónico estático multifunción, de la casa Orbi, model Orbitax F4Je6R4MS3A. Montado e instalado</p> <p>Total Medición: 1</p>
11	EXF- 11	u	<p><i>Excavación de fosa</i>            Excavación de fosa de dimensiones 6.20x2.50x5.5m, para alojar edificio prefabricado, con un haz de arena nivelada de 150mm y acondicionado perimetral una vez montada.</p> <p>Total Medición: 1</p>

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
12	LSU-12	m	<p><i>Línea subterránea</i>  Suministro y montaje de línea subterránea de 3x240mm<sup>2</sup> Al 18/30kV, bajo tubo de PVC de 160mm, \$ atm, en hormigón H-200. Incluye pequeño material y accesorios. Montado, instalado y conectado.</p>
			Total Medición: 30
13	TDP- 13	u	<p><i>Red de tierras</i>  Red de tierras de la envolvente a la caseta de Ormazabal, se emplean 11 picas 14mm y 25m de conductor desnudo Cu 50mm<sup>2</sup>. Incluye pequeño material, accesorios. Instalación y montaje.</p>
			Total Medición: 1
14	VAR-14	u	<p><i>Varios</i>  Varios, que incluye: 1 Equipo de iluminación ( punto de luz emergencia, punto de luz fluorescente). 1 Equipo de seguridad y maniobra ( banqueta, guantes, extintor, placas). 2 Rejillas de protección.</p>
			Total Medición: 4

## 6.2 CAPÍTULO C02 INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

### 6.2.1 Canalizaciones y conductores

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
1	TUB- 15	m	<p><i>Tubo flexible D16mm</i>            Tubo flexible corrugado de PVC, de 16 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastado.</p> <p>Total Medición:            565</p>
2	TUB- 16	m	<p><i>Tubo flexible D 20 mm</i>            Tubo flexible corrugado de PVC, de 20 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastado.</p> <p>Total Medición:            2650</p>
3	TUB-17	m	<p><i>Tubo flexible D 25 mm</i>            Tubo flexible corrugado de PVC, de 25 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastado.</p> <p>Total Medición:            450</p>
4	TUB- 18	m	<p><i>Tubo flexible D 32 mm</i>            Tubo flexible corrugado de PVC, de 32 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastado.</p> <p>Total Medición:            180</p>
5	TUB-19	m	<p><i>Tubo flexible D 40 mm</i>            Tubo flexible corrugado de PE, de 40 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastado y enterrada</p> <p>Total Medición:            125</p>

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
6	TUB- 20	m	<i>Tubo flexible D 50 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 50 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastado y enterrada.  Total Medición: 485
7	TUB- 21	m	<i>Tubo flexible D 63 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 63 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastado y enterrada  Total Medición: 600
8	TUB-22	m	<i>Tubo flexible D 75 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 75 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastado y enterrada  Total Medición: 225
9	TUB- 23	m	<i>Tubo flexible D 225 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 225 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastado y enterrada  Total Medición: 150
10	CCU-24	m	<i>Conductor de Cu 1x240mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de designación UNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x240mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 400

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
11	CCU- 25	m	<i>Conductor de Cu 1x150mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x150mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 90
12	CCU- 26	m	<i>Conductor de Cu 1x120mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x1200mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 60
13	CCU- 27	m	<i>Conductor de Cu 1x+95mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x95mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 900
14	CCU-27	m	<i>Conductor de Cu 1x70mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x70mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 520
15	CCU-29	m	<i>Conductor de Cu 1x50mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x50mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 2100

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
16	CCU-30	m	<i>Conductor de Cu 1x35mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x35mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 1090
17	CCU-31	m	<i>Conductor de Cu 1x25mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x25mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 1450
18	CCU-32	m	<i>Conductor de Cu 1x16mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x10mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 1110
19	CCU-33	m	<i>Conductor de Cu 1x10mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x10mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.  Total Medición: 910
20	CCU-34	m	<i>Conductor de Cu 1x6mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x6mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.  Total Medición: 2258
21	CCU-35	m	<i>Conductor de Cu 1x4mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x4mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.  Total Medición: 10

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
22	CCU-36	m	<i>Conductor de Cu 1x2.5mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x2.5mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.  Total Medición: 6950
23	CCU-37	m	<i>Conductor de Cu 1x1.5mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x1.5mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.  Total Medición: +6800
24	CCU-38	m	<i>Conductor de Cu 1x35mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu desnudo, unipolar de sección 1x35mm <sup>2</sup> . Montado superficialmente.  Total Medición: 520

### 6.2.2 Cuadros y maquinaria

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
1	CGBT-01	u	<i>Cuadro General Baja Tensión</i> Armario metalico modular en chapa IP 55, de la marca Hager, serie Quadro 5. Totalmente instalado y montado.  Total Medición: 2
2	SCUA-02	u	<i>Subcuadros de distribución</i> Armario de chapa de acero con revestimientos de epoxy y plástico, IP 41. Marca Hager serie Quadro 5  Total Medición: 25

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
3	IAU- 03	u	<i>IGA</i> Interrupor General Automático tetrapolar, marca HAGER model H800, 800 A. Incluyendo unidad de regulación. Totalmente montado e instalado  Total Medición: 2
4	IMG- 04	u	<i>Interrupor magnetotérmico IV 250A</i> Interrupor automático IV de la marca HAGER, serie H, 250A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 8
5	IMG - 05	u	<i>Interrupor magnetotérmico IV 160A</i> Interrupor automático IV de la marca HAGER, serie H, 160A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 2
6	IMG -06	u	<i>Interrupor magnetotérmico IV 125A</i> Interrupor automático IV de la marca HAGER, serie H, 125A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 15
7	IMG - 07	u	<i>Interrupor magnetotérmico IV 100A</i> Interrupor automático IV de la marca HAGER, serie H, 100A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 18
8	IMG - 08	u	<i>Interrupor magnetotérmico IV 63A</i> Interrupor automático IV de la marca HAGER, serie H, 250A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 3

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
9	IMG - 09	u	<i>Interruptor magnetotérmico IV 50A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 50A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 6
10	IMG -10	u	<i>Interruptor magnetotérmico IV 40A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 40A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 3
11	IMG -11	u	<i>Interruptor magnetotérmico IV 32A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 32A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 8
12	IMG -12	u	<i>Interruptor magnetotérmico IV 16A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 16A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 37
13	IMG -13	u	<i>Interruptor magnetotérmico IV 10A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 10A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 20
14	IMG -14	u	<i>Interruptor magnetotérmico II 20A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 20A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 2

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
15	IMG -15	u	<i>Interruptor magnetotérmico II 16A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 16A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 30
16	IMG -16	u	<i>Interruptor magnetotérmico II 10A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 10A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 10
17	IMG -17	u	<i>Interruptor magnetotérmico II 6A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 6A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 7
18	IRT-18	u	<i>Relé y transformador. 250 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 250 A y sensi. 300mA  Total Medición: 3
19	IRT-19	u	<i>Relé y transformador. 250 A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 250 A y sensi. 30mA  Total Medición: 2
20	IRT-20	u	<i>Relé y transformador. 125 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 125 A y sensi. 300mA  Total Medición: 9

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
21	IRT-21	u	<i>Relé y transformador. 125 A. sensibilidad 30mA</i> Interrupor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 125 A y sensi. 30mA
			Total Medición: 1
22	IRT-22	u	<i>Relé y transformador. 100 A. sensibilidad 300mA</i> Interrupor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 100 A y sensi. 300mA
			Total Medición: 13
23	IDI-23	u	<i>Interrupor diferencial IV. 63A. sensibilidad 300mA</i> Interrupor diferencial IV de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 300mA
			Total Medición: 5
24	IDI-24	u	<i>Interrupor diferencial IV. 63A. sensibilidad 30mA</i> Interrupor diferencial IV de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 30mA
			Total Medición: 1
25	IDI-25	u	<i>Interrupor diferencial II. 63A. sensibilidad 30mA</i> Interrupor diferencial II de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 30mA
			Total Medición: 1
26	IDI-26	u	<i>Interrupor diferencial II. 63A. sensibilidad 30mA</i> Interrupor diferencial II de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 30mA
			Total Medición: 1

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
27	IDI-27	u	<i>Interruptor diferencial IV. 40A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 300mA  Total Medición: 14
28	IDI-28	u	<i>Interruptor diferencial IV. 40A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 30mA  Total Medición: 13
29	IDI-29	u	<i>Interruptor diferencial II. 40A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 30mA  Total Medición: 15
30	IDI-30	u	<i>Interruptor diferencial IV. 25A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=25 A, sensibilidad 30mA  Total Medición: 11
31	IDI-31	u	<i>Interruptor diferencial II. 25A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=25 A, sensibilidad 30mA  Total Medición: 4
32	CON-32	u	<i>Contactador tetrapolar 16 A.</i> Contactador IV de la marca HAGER In= 16 A. Totalmente montado e instalado.  Total Medición: 6

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
33	INT-33	u	<p><i>Interruptor 10A.</i>            Interruptor unipolar de 10 A de la casa SIMON serie 82, montado encastado/ superficial. Incluye accesorios y pequeño material. Totalmente instalado y montado.            Total Medición: 55</p>
34	COM-34	u	<p><i>Conmutador 10 A</i>            Conmutador unipolar encastado de 10 A SIMON 82. Totalmente montado e instalado.            Total Medición: 14</p>
35	TMF-35	u	<p><i>Toma de corriente monofásica</i>            Toma de corriente monofásica II+T tipo 16 A, de la casa SIMON serie 82. Totalmente instalado y montado.            Total Medición: 239</p>
36	TMF-36	u	<p><i>Toma de corriente monofásica</i>            Toma de corriente monofásica II+T tipo 25 A, de la casa SIMON serie 82. Totalmente instalado y montado.            Total Medición: 1</p>

**6.2.3 Luminarias**

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
1	DOW-01	u	<i>Downlight</i> Downlight de encastar, con reflector de aluminio, sujeción con flejes. Con balastro incluido. De la casa PHILIPS modelo Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840. Total Medición: 36
2	FLE-02	u	<i>Fluorescentes encastados</i> Fluorescentes x4 de encastar, reflectores en aluminio, equipo incluido. De la marca PHILIPS, modelo IMPALA TBS 160/418 C3 4xTL-D 18W/840. Total Medición: 124
3	FLS-03	u	<i>Fluorescente estanco 1X58W</i> Fluorescente estanco, con prensaestopas, cierres rápidos. De la marca PHILIPS modelo PACIFIC TCW596/158 R TL-D1x58W/840 IP65 Total Medición: 14
4	FLS-04	u	<i>Fluorescente estanco 2X58W</i> Fluorescente estanco, con prensaestopas, cierres rápidos. De la marca PHILIPS modelo PACIFIC TCW596/158 R TL-D2x58W/840 IP65 Total Medición: 363
5	FLU-05	u	<i>Fluorescente estanco 1x18w</i> Fluorescente estanco de alto rendimiento, marca Philips, serie ZNT, con tubo fluorescente 1x58W, con reactancia electrónica incluida. IP 65 Total Medición: 11
6	EMR-06	u	<i>Luminaria de emergencia 8W</i> Luminaria de emergencia y señalización para empotrar, de la marca DAISALUX, serie NOVA N5S. Con lámpara de incandescencia de 220 lm. Total Medición: 37

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
7	EMR-07	u	<i>Luminaria de emergencia 11W</i> Luminaria de emergencia y señalización de superficie, de la marca DAISALUX, serie NOVA N11S. con lámpara de incandescencia de 583 lm. IP66 IK08  Total Medición: 10
8	EMR-08	u	<i>Luminaria proyector de emergencia</i> Luminaria de emergencia y señalización para empotrar, de la marca DAISALUX, proyector de 4 focos serie ZENIT. Con lámparas de 850 lm.  Total Medición: 20
9	FEX-08	u	<i>Luminaria exterior</i> Luminaria exterior con brazo de 1,5m. Proyector QS 10L con lámpara Vmh 400W. Totalmente instalada y montada.  Total Medición: 26

### 6.3 CAPÍTULO C03 INSTALACIÓN CONTRA INCENDIOS

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
1	CAL-01	u	<i>Centralita de Alarmas de Incendio</i> De 1 a 4 bucles de la marca GENT, VIG1-24-SP. Teclado alfanumérico de 40 caracteres, 2 teclas de navegación rápida, 2 salidas auxiliares para sirenas.  Total Medición: 1
2	SIN-02	u	<i>Sensor óptico termico</i> Sensor óptico térmico algorítmico interactivo de la marca GENT, modelo/ref. S4-710, autodireccionable e interactivo con otros sensores en bucle de detección. Incluyendo accesorios, montaje e instalación.  Total Medición: 65

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
3	PCI-03	u	<i>Pulsador de alarma</i> Pulsador manual analógico rearmable de superficie, marca GENT model S4-805, para centrales de incendio vigilon.
			Total Medición: 22
4	SAI-04	u	<i>Sirena Interior</i> Sirena interior, marca GENT model S3-IP-SN-RR, de bajo perfil con flash de salida, potencia 100DBA. IP55, para centrales de incendio vigilon. Incluye material, instalación y montaje.
			Total Medición: 19
5	EXT-05	u	<i>Extintor de polvo ABC</i> Extintor portátil de polvo ABC, de carga de 6kg, con precisión incorporada, con manguera y difusor, eficacia 21 A-113B, según UNE23110, colocado con soporte en la pared. Totalmente instalado y montado.
			Total Medición: 42
6	RLU-06	u	<i>Rótulos fotoluminiscentes</i> Rótulos fotoluminiscentes, marca SEGURLIGHT según UNE, indicando las vías de evacuación y extinción y alarma, de 21x21cm en forma de "V".
			Total Medición: 84
7	SIR-07	u	<i>Sirena exterior</i> Sirena exterior de 24VCC, con flash y acústica bitonal, con tamper de protección, protección para el exterior. Color rojo. Incluye todo material, montaje e instalación.
			Total Medición: 22

## 6.4 CAPÍTULO C03 ENERGÍA SOLAR

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
1	IEN-01	u	<p><i>Instalación centralizada de energía solar</i>            Marca ROCA con 4 colectores según esquema adjunto, formado por conjunto de 4 colectores PS2, 1 juego de acoples CH-PS2, 3 juego de acople intercolectores ICS-PS2, 2 soportes de cubierta plana SCP-2, 1 purgador automatico, 1 grupo hidráulico KHS 10, 1 central de regulación CS 10, 10L liquido Solar FAC 10, vaso de expansión cerrado pres, max 8 bar , sondas de temperatura, llaves de paso. Incluye instalación y montaje.</p> <p>Total Medición: 1</p>
2	TCU-02	m	<p><i>Tubo de Cu</i>            Tubos de Cu sanitario duro, de D=16/18mm. Calorifugado con coquillas de aislamiento Armaflex Dint= 18mm, espesor=20mm.</p> <p>Total Medición: 80</p>
3	IAC-03	u	<p><i>Interacumulador de 200L</i>            Con serpentín para producción y acumulación de agua caliente sanitaria de 200lts. Fabricado en acero vitrificado, asilamiento con espuma rígida de poliuretano inyectado con molde, libre de CFC y FLRE</p> <p>Total Medición: 1</p>
4	IAC-04	u	<p><i>Interacumulador de 300L</i>            Con serpentín para producción y acumulación de agua caliente sanitaria de 300lts. Fabricado en acero vitrificado, asilamiento con espuma rígida de poliuretano inyectado con molde, libre de CFC y FLRE</p> <p>Total Medición: 1</p>

**6.5 CAPÍTULO C04 VARIOS**

NUM.	CODIGO	UA	DESCRIPCIÓN
1	PCT-01	u	<i>Picas de tierra</i> Picas de conexión a tierra de acero, de 300 micras de espesor, 2 m de longitud y 20 mm de diámetro, totalmente montada e instalada incluyendo inspección posterior.  Total Medición: 11
2	CDT-02	u	<i>Caja desconectable de tierra</i> Caja desconectable para tierras. Incluyendo puente de prueba. Totalmente colocada y conectada  Total Medición: 1
3	BCO-03	u	<i>Batería de Condensadores</i> Batería de condensadores de la marca Schneider electric, modelo VARSET rpd SAH 250 kvar 50+2x100.  Total Medición: 2

Tarragona, 30 de Mayo del 2012

El ingeniero Técnico

David Gómez Ruiz



Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALCI3N ELÈCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **7. PRESUPUESTO**

La propiedad:

HIERROS PREFORMADOS, S.A

Autor:

David Gómez Ruiz

**ÍNDICE PRESUPUESTO**

7. PRESUPUESTO.....	387
ÍNDICE PRESUPUESTO .....	388
7.1. PRECIOS .....	389
7.1.1 Capítulo C02 Instalación de Alta Tensión .....	389
7.1.2 Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión .....	391
7.1.2.1 Canalizaciones y conductores .....	391
7.1.2.2 Cuadros y maquinaria.....	396
7.1.2.3 Luminarias.....	402
7.1.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios.....	403
7.1.4 Capítulo C03 Energía Solar.....	405
7.1.5 Capítulo C04 Varios.....	406
7.2.PRESUPUESTO .....	407
7.2.1 Capítulo C02 Instalación de Alta Tensión .....	407
7.2.2 Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión.....	410
7.2.2.1 Canalizaciones y conductores .....	410
7.2.2.2 Cuadros y maquinaria.....	414
7.2.2.3 Luminarias.....	420
7.2.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios.....	421
7.2.4 Capítulo C04 Energía Solar.....	423
7.2.5 Capítulo C05 Varios.....	424
7.3.RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....	425

## 7.1 PRECIOS

### 7.1.1 Capítulo C02 Instalación de Alta Tensión

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
EPT-01	<i>Edificio Prefabricado de transformación</i> Envolvente prefabricada 6.08x2.38x2.78m,conteniente de la maquinaria de A.T, marca Ormazabal, incluyendo transporte, montaje y puesta en servicio.	
	OCHO MIL OCHO CIENTOS DIECIOCHO EUROS CON VEINTIDOS CENTIMOS	8.818,22
TRA-02	<i>Transformador</i> Trafo trifásico aisl. Aceite 630 kvA, 25k, incluye pequeño material eléctrico. Totalmete instalado.	
	SIETE MIL QUINIENTOS DOCE EUROS CON SESENTA Y CINCO CENTIMOS	7.512,65
CGM-03	<i>Celda de protección con fusible</i> Celda de protección con fusiblesCGM-CMP-F, I. Asig. 400A en gas de tipo modular de Ormazabal. Totalmente montado e instalado	
	TRES MIL NOVECIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CENTIMOS	3.962,55
CGM-04	<i>Celda A.T de remonte de cables</i> Celda de remonte I.Asig. 400 A de Ormazabal. Totalmente montado e instalado	
	MIL DOS CIENTOS VEINTICINCO EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CENTIMOS	1.225,56
PAT- 05	<i>Juego de puentes III en A.T</i> Juego de puentes III de cables A.T. Unipolares de aislamiento seco, 18/30 kV, 95mm <sup>2</sup> Cu. Incluye pequeño material e Instalación	
	SEIS CIENTOS DOCE EUROS CON OCHENTA Y SEIS CENTIMOS	612,86

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
PAT- 06	<i>Juego de puentes III en B.T</i> Juego de puente III de cables en B.T Unipolares de aislamiento seco, 0,6/1kV de Cu, de 3x185 mm <sup>2</sup> por fase y de 3x95 mm <sup>2</sup> el neutro. Incluye pequeño material e Instalación	
	TRES CIENTOS NOVENTA EUROS CON VEINTIOCHO CENTIMOS	390,28
CGM- 07	<i>Celda de línea</i> Celda de línea CGM-CML, en gasde tipo modularde Ormazabal, Totalmente montado e instalado.	
	TRES MILCIENTO UN EUROS CON SESENTA Y CINCO CENTIMOS	3.101,65
CGM- 08	<i>Celda de protección cn I. automático</i> Celda de protección con interruptor automático CGM-CMP-A, en gas modular, de Ormazabal. Instalado y montado.	
	DOCE MIL OCHO CIENTOS CINCUENTA EUROS CON CINCUENTA Y SEIS CENTMOS	12.850,56
CGM- 09	<i>Celda de medida</i> Celda de medida CGM-CMM, en gas de tipo modular, de ormazabal, Montado e Instalado	
	CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS CON VEINTICINCO CENTIMOS	4.250,25
EDM- 10	<i>Equipo de medida</i> Contador electrónico estático multifunción, de la casa Orbi, model Orbitax F4Je6R4MS3A. Montado e instalado	
	MIL QUINIENTOS VEINTIDOS EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS	1.522,48
EXF- 11	<i>Excavación de fosa</i> Excavación de fosa de dimensiones 6.20x2.50x5.5m, para alojar eledificio prefabricado,con un haz de arena nivelada de 150mm y acondicionado perimetral una vez montada.	
	SEIS CIENTOS CUARENTA EUROS CON VEINTICINCO CENTIMOS	640,25

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
LSU-12	<i>Línea subterránea</i> Suministro y montaje de línea subterránea de 3x240mm <sup>2</sup> Al 18/30kV, bajo tubo de PVC de 160mm, \$ atm, enhormigón H-200. Incluye pequeño material y accesorios. Montado, instalado y conectado.	
	VEINTIUN EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS	21,98
TDP- 13	<i>Red de tierras</i> Red de tierras de la envolvente a la caseta de Ormazabal, se emplean 11 picas 14mm y 25m de conductor desnudo Cu 50mm <sup>2</sup> . Incluye pequeño material, accesorios. Instalación y montaje.	
	MIL TRESCIENTOS OCHENTA Y CUATRO EUROS CON DIECISEIS CENTIMOS	1.384,16
VAR-14	<i>Varios</i> Varios, que incluye: 1Equipo de iluminación ( punto de luz emergencia, punto de luz fluorescente). 1 Equipo de seguridad y maniobra ( banqueta, guantes, extintor, placas). 2 Rejillas de protección.	
	CUATROCIENTOS TREITA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS	434,76

## 7.1.2 Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión

### 7.1.2.1 Canalizaciones y conductores

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
TUB- 15	<i>Tubo flexible D16mm</i> Tubo flexible corrugado de PVC, de 16 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastado.	
	NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS DE EURO	0,94

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
TUB- 16	<i>Tubo flexible D 20 mm</i> Tubo flexible corrugado de PVC, de 20 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastrado.	
	UN EURO CON TREINTA Y DOS CENTIMOS	1,32
TUB-17	<i>Tubo flexible D 25 mm</i> Tubo flexible corrugado de PVC, de 25 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastrado.	
	UN EURO CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS	1,85
TUB- 18	<i>Tubo flexible D 32 mm</i> Tubo flexible corrugado de PVC, de 32 mm con un grado de resistencia al choque 5. Montaje superficial y encastrado.	
	DOS EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CENTIMOS	2,57
TUB-19	<i>Tubo flexible D 40 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 40 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastrado y enterrado	
	TRES EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS	3,76
TUB-20	<i>Tubo flexible D 50 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 50 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastrado y enterrado.	
	CINCO EUROS CON CATORCE CENTIMOS	5,14
TUB- 21	<i>Tubo flexible D 63 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 63 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastrado y enterrado	
	SEIS EUROS CON OCHENTA Y NUEVE CENTIMOS	6,89

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
TUB-22	<i>Tube flexible D 75 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 75 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, entestado y enterrada	
	OCHO EUROS CON SETENTA CENTIMOS	8,70
TUB- 23	<i>Tube flexible D 225 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 225 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, entestado y enterrada	
	DOCE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CENTIMOS	12,46
CCU-24	<i>Conductor de Cu 1x240mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de designación UNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x240mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	TRENTA Y NUEVE EUROS CON NOVENTA CENTIMOS	39,90
CCU- 25	<i>Conductor de Cu 1x150mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de designación UNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x150mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	VENTISIETE EUROS CON VEINTISEIS CENTIMOS	27,26
CCU- 26	<i>Conductor de Cu 1x120mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de designación UNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x120mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	VEINTIDOS EUROS CON VEINTE CENTIMOS	22,20
CCU- 27	<i>Conductor de Cu 1x95mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de designación UNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x95mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y DOS CENTIMOS	16,62

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CCU-28	<i>Conductor de Cu 1x70mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x70mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	ONCE EUROS CON TRENTA Y SEIS CENTIMOS	11,36
CCU-29	<i>Conductor de Cu 1x50mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x50mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	NUEVE EUROS CON QUINCE CENTIMOS	9,15
CCU-30	<i>Conductor de Cu 1x35mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x35mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	SEIS EUROS CON TRENTA Y CINCO CENTIMOS	6,35
CCU-31	<i>Conductor de Cu 1x25mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x25mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS	4,94
CCU-32	<i>Conductor de Cu 1x16mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x10mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	TRES EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS	3,48
CCU-33	<i>Conductor de Cu 1x10mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x10mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	
	DOS EUROS CON SETENTA Y CINCO EUROS	2,75

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CCU-34	<i>Conductor de Cu 1x6mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x6mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	
	DOS EUROS CON VEINTIDOS CENTIMOS	2,22
CCU-35	<i>Conductor de Cu 1x4mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x4mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	
	NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS DE EURO	0,94
CCU-36	<i>Conductor de Cu 1x2.5mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x2.5mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	
	SETENTA Y CINCO CENTIMOS DE EURO	0,75
CCU-37	<i>Conductor de Cu 1x1.5mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x1.5mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	
	CINCUENTA Y OCHO CENTIMOS DE EURO	0,58
CCU-38	<i>Conductor de Cu 1x35mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu desnudo, unipolar de sección 1x35mm <sup>2</sup> . Montado superficialmente.	
	SEIS EUROS CON TRENTA Y OCHO CENTIMOS	6,38

**7.1.2.2 Cuadros y maquinaria**

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CGBT-01	<i>Cuadro General Baja Tensión</i> Armario metalico modular en chapa IP 55, de la marca Hager, serie Quadro 5. Totalmente instalado y montado.	
	MIL CIENTO CINCUENTA Y DOS EUROS CN CINCUENTA Y SEIS CENTIMOS	1.152,56
SCUA-02	<i>Subcuadros de distribución</i> Armario de chapa de acero con revestimientos de epoxy y plástico, IP 41. Marca Hager serie Quadro 5	
	SETENTA Y CINCEO EUROS CON OCHENTA Y SEIS CENTIMOS	75,86
IAU- 03	<i>IGA</i> Interruptor General Automático tetrapolar, marca HAGER model H800, 800 A. Incluyendo unidad de regulación. Totalmente montado e instalado	
	CINCO MIL CUARENTA Y UNO EUROS CON NOVENTA CENTIMOS	5.041,90
IMG- 04	<i>Interruptor magnetotérmico IV 250A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 250A. Totalmente montado e instalado.	
	MIL SEISCIENTOS NOVENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA CENTIMOS	1.699,40
IMG - 05	<i>Interruptor magnetotérmico IV 160A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 160A. Totalmente montado e instalado.	
	MIL VEINTIOCHO EUROS CON VIENTITRES CENTIMOS	1.028,23
IMG -06	<i>Interruptor magnetotérmico IV 125A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 125A. Totalmente montado e instalado.	
	OCHOCIENTOS DIECIOHCO EUROS CON TRECE CENTIMOS	818,13

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
IMG - 07	<i>Interruptor magnetotérmico IV 100A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 100A. Totalmente montado e instalado.	
	SETECIENTOS VIENTITRES EUROS CON OCHENTA Y TRES CENTIMOS	723,83
IMG - 08	<i>Interruptor magnetotérmico IV 63A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 250A. Totalmente montado e instalado.	
	SISCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTAY OCHO CENTIMOS	668,88
IMG - 09	<i>Interruptor magnetotérmico IV 50A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 50A. Totalmente montado e instalado.	
	SEISCIENTOS QUINCE EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CENTIMOS	615,84
IMG -10	<i>Interruptor magnetotérmico IV 40A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 40A. Totalmente montado e instalado.	
	CUATROCIENTOS DIECISEIS EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CENTIMOS	416,44
IMG -11	<i>Interruptor magnetotérmico IV 32A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 32A. Totalmente montado e instalado.	
	TRESCIENTOS CUARENTA Y SIETE EUROS CON NUEVE CENTIMOS	347,09
IMG -12	<i>Interruptor magnetotérmico IV 16A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 16A. Totalmente montado e instalado.	
	DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE EUROS CON TRENTA Y DOS CENTIMOS	289,32

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
IMG -13	<i>Interruptor magnetotérmico IV 10A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 10A. Totalmente montado e instalado.	
	CIENTO SETENTA Y NUEVE EUROS CON VEINTITRES CENTIMOS	179,23
IMG -14	<i>Interruptor magnetotérmico II 20A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 20A. Totalmente montado e instalado.	
	NOVENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CENTIMOS	94,99
IMG -15	<i>Interruptor magnetotérmico II 16A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 16A. Totalmente montado e instalado.	
	NOVENTA Y DOS EUROS CON TRENTA CENTIMOS	92,30
IMG -16	<i>Interruptor magnetotérmico II 10A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 10A. Totalmente montado e instalado.	
	NOVENTA EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CENTIMOS	90,57
IMG -17	<i>Interruptor magnetotérmico II 6A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 6A. Totalmente montado e instalado.	
	CIENTO TRES EUROS CON SESENTA CENTIMOS	103,60
IRT-18	<i>Relé y transformador. 250 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 250 A y sensi. 300mA	
	NOVECIENTOS CINCUENTA Y UN EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CENTIMOS	951,57
IRT-19	<i>Relé y transformador. 250 A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 250 A y sensi. 30mA	
	OCHOCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON VEITIOCHO CENTIMOS	861,28

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
IRT-20	<i>Relé y transformador. 125 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 125 A y sensi. 300mA	
	SEISCIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON VEINTIDOS CENTIMOS	661,22
IRT-21	<i>Relé y transformador. 125 A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 125 A y sensi. 30mA	
	QUINIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y SIETE CENTIMOS	583,47
IRT-22	<i>Relé y transformador. 100 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 100 A y sensi. 300mA	
	DOSCIENTOS SEIS EUROS CON DIECIOCHO CENTIMOS	206,18
IDI-23	<i>Interruptor diferencial IV. 63A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 300mA.	
	TRESCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON SETENTA Y TRES CENTIMOS	327,73
IDI-24	<i>Interruptor diferencial IV. 63A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 30mA	
	CUATROCIENTOS TRENTA EUROS CON DOS CENTIMOS	430,02
IDI-25	<i>Interruptor diferencial II. 63A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 300 mA	
	CIENTO SESENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y DOS CENTIMOS	164,42

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
IDI-26	<i>Interruptor diferencial II. 63A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 30 mA	
	DOSCIENTOS DIECISEIS EUROS CON VEINTIUN CENTIMOS	216,21
IDI-27	<i>Interruptor diferencial IV. 40A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 300 mA	
	CIENTO SESENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CENTIMOS	167,98
IDI-28	<i>Interruptor diferencial IV. 40A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 30mA	
	CIENTO NOVENTA Y OCHO EUROS CON TRENTA Y NUEVE CENTIMOS	198,39
IDI-29	<i>Interruptor diferencial II. 40A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 30mA	
	CIENTO SEIS EUROS CN CUARENTA Y NUEVE CENTIMOS	106,49
IDI-30	<i>Interruptor diferencial IV. 25A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=25 A, sensibilidad 30mA	
	CIENTO VEINTICUATRO EUROS CON TRENTA Y SIETE CENTIMOS	124,37
IDI-31	<i>Interruptor diferencial II. 25A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=25 A, sensibilidad 30mA	
	OCHENTA Y CUATRO EUROS CON DIECISEIS CENTIMOS	84,16

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CON-32	<i>Contactador tetrapolar 16 A.</i> Contactador IV de la marca HAGER In= 16 A. Totalmente montado e instalado.	
	SESENTA Y UN EUROS CON SIETE CENTIMOS	61,07
INT-33	<i>Interruptor 10A.</i> Interruptor unipolar de 10 A de la casa SIMON serie 82, montado encastado/ superficial. Incluye accesorios y pequeño material. Totalmente instalado y montado.	
	CUATRO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS	4,85
COM-34	<i>Conmutador 10 A</i> Conmutador unipolar encastado de 10 A SIMON 82. Totalmente montado e instalado.	
	CINCO EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS	5,75
TMF-35	<i>Toma de corriente monofásica</i> Toma de corriente monofásica II+T tipo 16 A, de la casa SIMON serie 82. Totalmente instalado y montado.	
	CUATRO EUROS CON CINCUENTO CENTIMOS	4,50
TMF-36	<i>Toma de corriente monofásica</i> Toma de corriente monofásica II+T tipo 25 A, de la casa SIMON serie 82. Totalmente instalado y montado.	
	CINCO EUROS CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS	5,85

**7.1.2.3 Luminarias**

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
DOW-01	<i>Downlight</i> Downlight de encastrar, con reflector de aluminio, sujeción con flejes. Con balastro incluido. De la casa PHILIPS modelo Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840.	
	OCHENTA Y NUEVE EUROS	89,00
FLE-02	<i>Fluorescentes encastrados</i> Fluorescentes x4 de encastrar, reflectores en aluminio, equipo incluido. De la marca PHILIPS, modelo IMPALA TBS 160/418 C3 4xTL-D 18W/840.	
	NOVENTA Y UN EUROS CON TRENTA CENTIMOS	91,30
FLS-03	<i>Fluorescente estanco 1X58W</i> Fluorescente estanco, con prensaestopas, cierres rápidos. De la marca PHILIPS modelo PACIFIC TCW596/158 R TL-D1x58W/840 IP65	
	CIENTO SEIS EUROS	106,00
FLS-04	<i>Fluorescente estanco 2X58W</i> Fluorescente estanco, con prensaestopas, cierres rápidos. De la marca PHILIPS modelo PACIFIC TCW596/158 R TL-D2x58W/840 IP65	
	CIENTO NUEVE EUROS	109,00
FLU-05	<i>Fluorescente estanco 1x18w</i> Fluorescente estanco de alto rendimiento, marca Philips, serie ZNT, con tubo fluorescente 1x58W, con reactancia electrónica incluida. IP 65	
	CIENTO TRENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y TRES CENTIMOS	133,63

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
EMR-06	<i>Luminaria de emergencia 8W</i> Luminaria de emergencia y señalización para empotrar, de la marca DAISALUX, serie NOVA N5S. Con lámpara de incandescencia de 220 lm.	
	SESENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y CUATRO CENTIMOS	63,46
EMR-07	<i>Luminaria de emergencia 11W</i> Luminaria de emergencia y señalización de superficie, de la marca DAISALUX, serie NOVA N11S. con lámpara de incandescencia de 583 lm. IP66 IK08	
	NOVENTA EUROS CON OCHENTA Y UN CENTIMOS	90,81
EMR-08	<i>Luminaria proyector de emergencia</i> Luminaria de emergencia y señalización para empotrar, de la marca DAISALUX, proyector de 4 focos serie ZENIT. Con lámparas de 850 lm.	
	QUINIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON VEINTIDOS CENTIMOS	582,22
FEX-09	<i>Luminaria exterior</i> Luminaria exterior con brazo de 1,5m. Proyector QS 10L con lámpara SON 400W. Totalmente instalada y montada.	
	DOS CIENTOS CINCO EUROS CON SESENTA CENTIMOS	205,60

### 7.1.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
CAL-01	<i>Centralita de Alarmas de Incendio</i> De 1 a 4 bucles de la marca GENT, VIG1-24-SP. Teclado alfanumérico de 40 caracteres, 2 teclas de navegación rápida, 2 salidas auxiliares para sirenas.	
	CUATRO MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON DIECISEIS CENTIMOS	4.558,16

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
SIN-02	<p><i>Sensor óptico termico</i> Sensor óptico térmico algorítmico interactivo de la marca GENT, modelo/ref. S4-710, autodireccionable e interactivo con otros sensores en bucle de detección. Incluyendo accesorios, montaje e instalación.</p>	
	CIENTO DOCE EUROS CON SETENTA Y CATRO CENTIMOS	112,74
PCI-03	<p><i>Pulsador de alarma</i> Pulsador manual analógico rearmable de superficie, marca GENT model S4-805, para centrales de incendio vigilon.</p>	
	CIENTO DOS EUROS CON SETANTA Y CUATRO CENTIMOS	102,74
SAI-04	<p><i>Sirena Interior</i> Sirena interior, marca GENT model S3-IP-SN-RR, de bajo perfil con flash de salida, potencia 100DBA. IP55, para centrales de incendio vigilon. Incluye material, instalación y montaje.</p>	
	CIENTO CUARENTA EUROS CON SESENTA Y SEIS CENTIMOS	140,66
EXT-05	<p><i>Extintor de polvo ABC</i> Extintor portátil de polvo ABC, de carga de 6kg, con precisión incorporada, con manguera y difusor, eficacia 21 A-113B, según UNE23110, colocado con soporte en la pared. Totalmente instalado y montado.</p>	
	CUARENTA Y TRES EUROS CON OCHENTA Y CUATRO CENTIMOS	43,84
RLU-06	<p><i>Rótulos fotoluminiscentes</i> Rótulos fotoluminiscentes, marca SEGURLIGHT según UNE, indicando las vías de evacuación y extinción y alarma, de 21x21cm en forma de "V".</p>	
	NUEVE EUROS CONTRENTA Y SEIS CENTIMOS	9,36

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
SIR-07	<i>Sirena exterior</i> Sirena exterior de 24VCC, con flash y acústica bitonal, con tamper de protección, protección para el exterior. Color rojo. Incluye todo material, montaje e instalación.	
	QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y CUATRO CENTIMOS	586,64

#### 7.1.4 Capítulo C03 Energía Solar.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
IEN-01	<i>Instalación centralizada de energía solar</i> Marca ROCA con 4 colectores según esquema adjunto, formado por conjunto de 4 colectores PS2, 1 juego de acoples CH-PS2, 3 juego de acople intercolectores ICS-PS2, 2 soportes de cubierta plana SCP-2, 1 purgador automatico, 1 grupo hidráulico KHS 10, 1 central de regulación CS 10, 10L liquido Solar FAC 10, vaso de expansión cerrado pres, max 8 bar , sondas de temperatura, llaves de paso. Incluye instalación y montaje.	
	CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS	4.255,00
TCU-02	<i>Tubo de Cu</i> Tubos de Cu sanitario duro, de D=16/18mm. Calorifugado con coquillas de aislamiento Armaflex Dint= 18mm, espesor=20mm.	
	DIEZ EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS	10,75
IAC-03	<i>Interacumulador de 200L</i> Con serpentín para producción y acumulación de agua caliente sanitaria de 200lts. Fabricado en acero vitrificado, asilamiento con espuma rígida de poliuretano inyectado con molde, libre de CFC y FLRE	
	OCHO CIENTOS EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS	800,76

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
IAC-04	<i>Interacumulador de 300L</i> Con serpentín para producción y acumulación de agua caliente sanitaria de 300lts. Fabricado en acero vitrificado, asilamiento con espuma rígida de poliuretano inyectado con molde, libre de CFC y FLRE	
	MIL TRENTA Y CINCO EUROS	1.035,00

### 7.1.5 Capítulo C04 Varios.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
PCT-01	<i>Picas de tierra</i> Picas de conexión a tierra de acero, de 300 micras de espesor, 2 m de longitud y 20 mm de diámetro, totalmente montada e instalada incluyendo inspección posterior.	
	DIECISITE EUROS CON SETENTA Y UN CENTIMOS	17,71
CDT-02	<i>Caja desconectable de tierra</i> Caja desconectable para tierras. Incluyendo puente de prueba. Totalmente colocada y conectada	
	VEINTICUATRO EUROS CON TRECE CENTIMOS	24,13
BCO-03	<i>Batería de Condensadores</i> Batería de condensadores de la marca Schneider electric, modelo VARSET rpd SAH 250 kvar 50+2x100.	
	DIECISES MIL NOVECIENTOS NUEVE EUROS	16.909,00

## 7.2 PRESUPUESTO

### 7.2.1 Capítulo C02 Instalación de Alta Tensión

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EPT-01	<i>Edificio Prefabricado de transformación</i> Envolvente prefabricada 6.08x2.38x2.78m, conteniente de la maquinaria de A.T, marca Ormazabal, incluyendo transporte, montaje y puesta en servicio.	1	8.818,22	8.812,22
TRA-02	<i>Transformador</i> Trafo trifásico aisl. Aceite 630 kvA, 25k, incluye pequeño material eléctrico. Totalmente instalado.	2	7.512,65	15.025,3
CGM-03	<i>Celda de protección con fusible</i> Celda de protección con fusibles CGM-CMP-F, I. Asig. 400A en gas de tipo modular de Ormazabal. Totalmente montado e instalado	2	3.962,55	7.925,1
CGM-04	<i>Celda A.T de remonte de cables</i> Celda de remonte I. Asig. 400 A de Ormazabal. Totalmente montado e instalado	1	1.225,56	1.225,56
PAT- 05	<i>Juego de puentes III en A.T</i> Juego de puentes III de cables A.T. Unipolares de aislamiento seco, 18/30 kV, 95mm <sup>2</sup> Cu. Incluye pequeño material e Instalación	2	612,86	1.225,72

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PAT- 06	<i>Juego de puentes III en B.T</i> Juego de puente III de cables en B.T Unipolares de aislamiento sec o,6/1kV de Cu, de 3x185 mm <sup>2</sup> por fase y de 3x95 mm <sup>2</sup> el neutro. Incluye pequeño material e Instalación	2	390,28	780,56
CGM- 07	<i>Celda de línea</i> Celda de línea CGM-CML, en gasde tipo modularde Ormazabal, Totalmente montado e instalado.	4	3.101,65	12.406,6
CGM- 08	<i>Celda de protección cn I. automático</i> Celda de protección con interruptor automático CGM-CMP-A, en gas modular, de Ormazabal. Instalado y montado.	2	12.850,56	25,701,12
CGM- 09	<i>Celda de medida</i> Celda de medida CGM-CMM, en gas de tipo modular, de ormazabal, Montado e Instalado	1	4.250,25	4.250,25
EDM- 10	<i>Equipo de medida</i> Contador electrónico estático multifunción, de la casa Orbi, model Orbitax F4Je6R4MS3A. Montado e instalado	1	1.255,48	1.255,48
EXF- 11	<i>Excavación de fosa</i> Excavación de fosa de dimensiones 6.20x2.50x5.5m, para alojar eledificio prefabricado,con un haz de arena nivelada de 150mm y acondicionado perimetral una vez montada.	1	640,25	640,25

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
LSU-12	<i>Línea subterránea</i> Suministro y montaje de línea subterránea de 3x240mm <sup>2</sup> Al 18/30kV, bajo tubo de PVC de 160mm, \$ atm, enhormigón H-200. Incluye pequeño material y accesorios. Montado, instalado y conectado.	30	21,98	659,4
TDP- 13	<i>Red de tierras</i> Red de tierras de la envolvente a la caseta de Ormazabal, se emplean 11 picas 14mm y 25m de conductor desnudo Cu 50mm <sup>2</sup> . Incluye pequeño material, accesorios. Instalación y montaje.	1	1.384,16	1.384,16
VAR-14	<i>Varios</i> Varios, que incluye: 1Equipo de iluminación ( punto de luz emergencia, punto de luz fluorescente). 1 Equipo de seguridad y maniobra ( banqueta, guantes, extintor, placas). 2 Rejillas de protección.	1	434,76	434,76

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
SIR-07	<i>Sirena exterior</i> Sirena exterior de 24VCC, con flash y acústica bitonal, con tamper de protección, protección para el exterior. Color rojo. Incluye todo material, montaje e instalación.	
	QUINIENTOS OCHENTA Y SEIS EUROS CON SESENTA Y CUATRO CENTIMOS	586,64

#### 7.1.4 Capítulo C03 Energía Solar.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	PRECIO
IEN-01	<i>Instalación centralizada de energía solar</i> Marca ROCA con 4 colectores según esquema adjunto, formado por conjunto de 4 colectores PS2, 1 juego de acoples CH-PS2, 3 juego de acople intercolectores ICS-PS2, 2 soportes de cubierta plana SCP-2, 1 purgador automatico, 1 grupo hidráulico KHS 10, 1 central de regulación CS 10, 10L liquido Solar FAC 10, vaso de expansión cerrado pres, max 8 bar , sondas de temperatura, llaves de paso. Incluye instalación y montaje.	
	CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS	4.255,00
TCU-02	<i>Tubo de Cu</i> Tubos de Cu sanitario duro, de D=16/18mm. Calorifugado con coquillas de aislamiento Armaflex Dint= 18mm, espesor=20mm.	
	DIEZ EUROS CON SETENTA Y CINCO CENTIMOS	10,75
IAC-03	<i>Interacumulador de 200L</i> Con serpentín para producción y acumulación de agua caliente sanitaria de 200lts. Fabricado en acero vitrificado, asilamiento con espuma rígida de poliuretano inyectado con molde, libre de CFC y FLRE	
	OCHO CIENTOS EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS	800,76

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
TUB-20	<i>Tubo flexible D 50 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 50 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastrado y enterrada.	485	5,14	2.492,9
TUB- 21	<i>Tubo flexible D 63 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 63 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastrado y enterrada	600	6,89	4.134,00
TUB-22	<i>Tubo flexible D 75 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 75 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastrado y enterrada	225	8,70	1.957,5
TUB- 23	<i>Tubo flexible D 225 mm</i> Tubo flexible corrugado de PE, de 225 mm con un grado de resistencia al choque 7. Montaje superficial, encastrado y enterrada	150	12,46	1.869,00
CCU-24	<i>Conductor de Cu 1x240mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de designación UNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x240mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	400	39,90	15.960,00
CCU- 25	<i>Conductor de Cu 1x150mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de designación UNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x150mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	90	27,26	2.453,4

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CCU- 26	<i>Conductor de Cu 1x120mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x1200mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	60	22,20	1.332,00
CCU- 27	<i>Conductor de Cu 1x+95mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x95mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	900	16,62	14.958,00
CCU- 28	<i>Conductor de Cu 1x70mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x70mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	520	11,36	5.907,2
CCU- 29	<i>Conductor de Cu 1x50mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x50mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	2100	9,15	19.215,00
CCU- 30	<i>Conductor de Cu 1x35mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x35mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	1090	6,35	6.921,5
CCU- 31	<i>Conductor de Cu 1x25mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x25mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	1450	4,94	7.163

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CCU- 32	<i>Conductor de Cu 1x16mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x10mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	1110	3,48	3.862,8
CCU- 33	<i>Conductor de Cu 1x10mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Retanax Flexible de deignaciónUNE RV 0,6/1kV, unipolar de sección 1x10mm <sup>2</sup> . Colocado bajo tubo.	910	2,75	2.502,5
CCU- 34	<i>Conductor de Cu 1x6mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x6mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	2258	2,22	5.012,76
CCU- 35	<i>Conductor de Cu 1x4mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x4mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	10	0,94	9,4
CCU- 36	<i>Conductor de Cu 1x2.5mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de deignación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x2.5mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	6950	0,75	5.212,5

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CCU- 37	<i>Conductor de Cu 1x1.5mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu Afumex Flexible de designación RZ1-K 0,6/1kV, unipolar de sección 1x1.5mm <sup>2</sup> . Libre de halógenos, no propagador de la llama y opacidad reducida. Colocado bajo tubo.	6800	0,58	3.944,00
CCU- 38	<i>Conductor de Cu 1x35mm<sup>2</sup></i> Conductor de Cu desnudo, unipolar de sección 1x35mm <sup>2</sup> . Montado superficialmente.	520	6,38	3.317,6
<b>7.2.2.2 Cuadros y maquinaria</b>				
CBT-01	<i>Cuadro General Baja Tensión</i> Armario metalico modular en chapa IP 55, de la marca Hager, serie Quadro 5. Totalmente instalado y montado.	2	1.152,56	2.305,12
SCUA-02	<i>Subcuadros de distribución</i> Armario de chapa de acero con revestimientos de epoxy y plástico, IP 41. Marca Hager serie Quadro 5	25	75,86	1.896,5
IAU- 03	<i>IGA</i> Interruptor General Automático tetrapolar, marca HAGER model H800, 800 A. Incluyendo unidad de regulación. Totalmente montado e instalado	2	5.041,90	10.083,8
IMG- 04	<i>Interruptor magnetotérmico IV 250A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 250A. Totalmente montado e instalado.	8	1.699,40	13.595,2

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IMG- 05	<i>Interruptor magnetotérmico IV 160A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 160A. Totalmente montado e instalado.	2	1.028,23	2.056,46
IMG- 06	<i>Interruptor magnetotérmico IV 125A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 125A. Totalmente montado e instalado.	15	818,13	12.271,95
IMG- 07	<i>Interruptor magnetotérmico IV 100A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 100A. Totalmente montado e instalado.	18	7213,83	13.028,94
IMG- 08	<i>Interruptor magnetotérmico IV 63A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 250A. Totalmente montado e instalado.	3	668,88	2.006,64
IMG- 09	<i>Interruptor magnetotérmico IV 50A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 50A. Totalmente montado e instalado.	6	615,84	3.695,04
IMG- 10	<i>Interruptor magnetotérmico IV 40A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 40A. Totalmente montado e instalado.	3	416,44	1.249,32
IMG- 11	<i>Interruptor magnetotérmico IV 32A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 32A. Totalmente montado e instalado.	8	347,09	2.776,72

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IMG- 12	<i>Interruptor magnetotérmico IV 16A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 16A. Totalmente montado e instalado.	37	289,32	10.704,84
IMG- 13	<i>Interruptor magnetotérmico IV 10A</i> Interruptor automático IV de la marca HAGER, serie H, 10A. Totalmente montado e instalado.	20	179,23	3.584,6
IMG- 14	<i>Interruptor magnetotérmico II 20A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 20A. Totalmente montado e instalado.	2	94,99	189,98
IMG- 15	<i>Interruptor magnetotérmico II 16A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 16A. Totalmente montado e instalado.	30	92,30	2.769,00
IMG- 16	<i>Interruptor magnetotérmico II 10A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 10A. Totalmente montado e instalado.	10	90,57	905,7
IMG- 17	<i>Interruptor magnetotérmico II 6A</i> Interruptor automático II de la marca HAGER, serie H, 6A. Totalmente montado e instalado.	7	103,60	725,2
IRT-18	<i>Relé y transformador. 250 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 250 A y sensi. 300mA	3	951,57	2.854,71

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IRT-19	<i>Relé y transformador. 250 A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 250 A y sensi. 30mA	2	861,28	1.722,56
IRT-20	<i>Relé y transformador. 125 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 125 A y sensi. 300mA	9	661,22	5.950,98
IRT-21	<i>Relé y transformador. 125 A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 125 A y sensi. 30mA	1	583,47	583,47
IRT-22	<i>Relé y transformador. 100 A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor automático tetrapolar con relé y transformador de In= 100 A y sensi. 300mA	13	206,18	2.680,34
IDI-23	<i>Interruptor diferencial IV. 63A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 300mA.	5	327,73	1.638,65
IDI-24	<i>Interruptor diferencial IV. 63A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 30mA	1	430,02	430,02

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IDI-25	<i>Interruptor diferencial II. 63A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 300 mA	1	164,42	164,42
IDI-26	<i>Interruptor diferencial II. 63A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=63 A, sensibilidad 30 mA	1	216,21	216,21
IDI-27	<i>Interruptor diferencial IV. 40A. sensibilidad 300mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 300 mA	14	167,98	2.351,72
IDI-28	<i>Interruptor diferencial IV. 40A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 30mA	13	198,39	2.579,07
IDI-29	<i>Interruptor diferencial II. 40A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=40 A, sensibilidad 30mA	15	106,49	1.597,35
IDI-30	<i>Interruptor diferencial IV. 25A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial IV de la marca HAGER In=25 A, sensibilidad 30mA	11	124,37	1.368,07

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IDI-31	<i>Interruptor diferencial II. 25A. sensibilidad 30mA</i> Interruptor diferencial II de la marca HAGER In=25 A, sensibilidad 30mA	4	84,16	336,64
CON-32	<i>Contactador tetrapolar 16 A.</i> Contactador IV de la marca HAGER In= 16 A. Totalmente montado e instalado.	6	61,07	366.42
INT-33	<i>Interruptor 10A.</i> Interruptor unipolar de 10 A de la casa SIMON serie 82, montado encastado/ superficial. Incluye accesorios y pequeño material. Totalmente instalado y montado.	55	4,85	266.75
COM-34	<i>Conmutador 10 A</i> Conmutador unipolar encastado de 10 A SIMON 82. Totalmente montado e instalado.	14	5,75	80,5
TMF-35	<i>Toma de corriente monofásica</i> Toma de corriente monofásica II+T tipo 16 A, de la casa SIMON serie 82. Totalmente instalado y montado.	239	4,50	1.075,5
TMF-36	<i>Toma de corriente monofásica</i> Toma de corriente monofásica II+T tipo 25 A, de la casa SIMON serie 82. Totalmente instalado y montado.	1	5,85	5,85

**7.2.2.3 Luminarias**

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
DOW-01	<i>Downlight</i> Downlight de encastrar, con reflector de aluminio, sujeción con flejes. Con balastro incluido. De la casa PHILIPS modelo Europa 2 FBH100 L 2xPL-C/2P26W/840.	36	89,00	3.204,00
FLE-02	<i>Fluorescentes encastrados</i> Fluorescentes x4 de encastrar, reflectores en aluminio, equipo incluido. De la marca PHILIPS, modelo IMPALA TBS 160/418 C3 4xTL-D 18W/840.	124	91,30	11.321,2
FLS-03	<i>Fluorescente estanco 1X58W</i> Fluorescente estanco, con prensaestopas, cierres rápidos. De la marca PHILIPS modelo PACIFIC TCW596/158 R TL-D1x58W/840 IP65	14	106,00	1.484,00
FLS-04	<i>Fluorescente estanco 2X58W</i> Fluorescente estanco, con prensaestopas, cierres rápidos. De la marca PHILIPS modelo PACIFIC TCW596/158 R TL-D2x58W/840 IP65	363	109,00	39.567,00
FLU-05	<i>Fluorescente estanco 1x18w</i> Fluorescente estanco de alto rendimiento, marca Philips, serie ZNT, con tubo fluorescente 1x58W, con reactancia electrónica incluida. IP 65	11	133,63	1.469,93

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
EMR-06	<i>Luminaria de emergencia 8W</i> Luminaria de emergencia y señalización para empotrar, de la marca DAISALUX, serie NOVA N5S. Con lámpara de incandescencia de 220 lm.	37	63,46	2.348,02
EMR-07	<i>Luminaria de emergencia 11W</i> Luminaria de emergencia y señalización de superficie, de la marca DAISALUX, serie NOVA N11S. con lámpara de incandescencia de 583 lm. IP66 IK08	10	90,81	908,1
EMR-08	<i>Luminaria proyector de emergencia</i> Luminaria de emergencia y señalización para empotrar, de la marca DAISALUX, proyector de 4 focos serie ZENIT. Con lámparas de 850 lm.	20	582,22	11.644,4
FEX-09	<i>Luminaria exterior</i> Luminaria exterior con brazo de 1,5m. Proyector QS 10L con lámpara SON 400W. Totalmente instalada y montada.	26	205,60	5.345,6

### 7.2.3 Capítulo C03 Instalación Contra incendios.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAL-01	<i>Centralita de Alarmas de Incendio</i> De 1 a 4 bucles de la marca GENT, VIG1-24-SP. Teclado alfanumérico de 40 caracteres, 2 teclas de navegación rápida, 2 salidas auxiliares para sirenas.	1	4.558,16	4.558,16

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SIN-02	<i>Sensor óptico termico</i> Sensor óptico térmico algorítmico interactivo de la marca GENT, modelo/ref. S4-710, autodireccionable e interactivo con otros sensores en bucle de detección. Incluyendo accesorios, montaje e instalación.	65	112,74	7.328,1
PCI-03	<i>Pulsador de alarma</i> Pulsador manual analógico rearmable de superficie, marca GENT model S4-805, para centrales de incendio vigilon.	22	102,74	2.260,28
SAI-04	<i>Sirena Interior</i> Sirena interior, marca GENT model S3-IP-SN-RR, de bajo perfil con flash de salida, potencia 100DBA. IP55, para centrales de incendio vigilon. Incluye material, instalación y montaje.	19	140,66	2.672,54
EXT-05	<i>Extintor de polvo ABC</i> Extintor portátil de polvo ABC, de carga de 6kg, con precisión incorporada, con manguera y difusor, eficacia 21 A-113B, según UNE23110, colocado con soporte en la pared. Totalmente instalado y montado.	42	43,84	1.841,28
RLU-06	<i>Rótulos fotoluminiscentes</i> Rótulos fotoluminiscentes, marca SEGURLIGHT según UNE, indicando las vías de evacuación y extinción y alarma, de 21x21cm en forma de "V".	84	9,36	786,24

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SIR-07	<i>Sirena exterior</i> Sirena exterior de 24VCC, con flash y acústica bitonal, con tamper de protección, protección para el exterior. Color rojo. Incluye todo material, montaje e instalación.	1	586,64	586,64

#### 7.2.4 Capítulo C04 Energía Solar.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IEN-01	<i>Instalación centralizada de energía solar</i> Marca ROCA con 4 colectores según esquema adjunto, formado por conjunto de 4 colectores PS2, 1 juego de acoples CH-PS2, 3 juego de acople intercolectores ICS-PS2, 2 soportes de cubierta plana SCP-2, 1 purgador automatico, 1 grupo hidráulico KHS 10, 1 central de regulación CS 10, 10L liquido Solar FAC 10, vaso de expansión cerrado pres, max 8 bar , sondas de temperatura, llaves de paso. Incluye instalación y montaje.	1	4.255,00	4.255,00
TCU-02	<i>Tubo de Cu</i> Tubos de Cu sanitario duro, de D=16/18mm. Calorifugado con coquillas de aislamiento Armaflex Dint= 18mm, espesor=20mm.	80	10,75	860
IAC-03	<i>Interacumulador de 200L</i> Con serpentín para producción y acumulación de agua caliente sanitaria de 200lts. Fabricado en acero vitrificado, aislamiento con espuma rígida de poliuretano inyectado con molde, libre de CFC y FLRE	1	800,76	800,76

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
IAC-04	<i>Interacumulador de 300L</i> Con serpentín para producción y acumulación de agua caliente sanitaria de 300lts. Fabricado en acero vitrificado, asilamiento con espuma rígida de poliuretano inyectado con molde, libre de CFC y FLRE	1	1.035,00	1.035,00

### 7.2.5 Capítulo C05 Varios.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
PCT-01	<i>Picas de tierra</i> Picas de conexión a tierra de acero, de 300 micras de espesor, 2 m de longitud y 20 mm de diámetro, totalmente montada e instalada incluyendo inspección posterior.	11	17,71	xxx
CDT-02	<i>Caja desconectable de tierra</i> Caja desconectable para tierras. Incluyendo puente de prueba. Totalmente colocada y conectada	1	24,13	24,13
BCO-03	<i>Batería de Condensadores</i> Batería de condensadores de la marca Schneider electric, modelo VARSET rpd SAH 250 kvar 50+2x100.	2	16.909,00	33.818,00

**7.3 RESUMEN DEL PRESUPUESTO**

Capítulo C01 Instalación de Alta Tensión	81.732,48
Capítulo C02 Instalación de Baja Tensión	301.425,45
Capítulo C03 Instalación Contra incendios	20.033,24
Capítulo C04 Energía Solar	6.950,76
Capítulo C05 Varios	34.036,94
-----	
Presupuesto de Ejecución Material	444.178,87
13% Gastos Generales	57.743,26
6% Beneficio Industrial	26.650,73
-----	
Presupuesto de Ejecución por Contrata	528.572,86
18% I.V.A	95.143,12
-----	
TOTAL Presupuesto	623.715,97 €

El presupuesto asciende a la cuantía de:

SIES CIENTOS VEINTITRES MIL SETE CIENTOS QUINCE EUROS CON NOVENTA Y SIETE CENTIMOS.

Tarragona, 30 de Mayo del 2012

El ingeniero Técnico

David Gómez Ruiz



UNIVERSITAT  
ROVIRA I VIRGILI

Departament d'Enginyeria Electrònica Elèctrica i Automàtica

# **INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA NAVE INDUSTRIAL DE TALLER METALURGICO**

## **8. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA**

La propiedad:

HIERROS PREFORMADOS, S.A

Autor:

David Gómez Ruiz

## ÍNDICE

8. ESTUDIOS CON ENTIDAD PROPIA .....	426
8.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	429
8.1.1 Introducción .....	429
8.1.2 Derechos y Obligaciones.....	429
8.1.2.1 Derecho a la protección frente a los Riesgos laborales .....	429
8.1.2.2 Principios de la Acción Preventiva.....	429
8.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS. ....	430
8.1.2.4 Equipos de trabajo y medios de protección .....	431
8.1.2.5 Información, consulta y participación de los trabajadores .....	431
8.1.2.6 Formación de los trabajadores .....	432
8.1.2.7 Medidas de Emergencia.....	432
8.1.2.8 Riesgo grave e inminente .....	432
8.1.2.9 Vigilancia de la Salud.....	432
8.1.2.10 Documentación.....	432
8.1.2.11 Coordinación de actividades empresariales.....	433
8.1.2.12 Protección de los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos.....	433
8.1.2.13 Protección de la Maternidad.....	433
8.1.2.14 Protección de los menores. ....	433
8.1.2.15 Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal. ....	433
8.1.2.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos....	434
8.1.3. Servicios de Prevención. ....	434
8.1.3.1 Protección y Prevención de Riesgos Profesionales .....	434
8.1.3.2 Servicios de Prevención .....	435
8.1.4 Consulta y participación de los trabajadores.....	435
8.1.4.1 Consulta de los trabajadores .....	435
8.1.4.2 Derechos de participación y representación .....	435
8.1.4.3 Delegados de Prevención.....	435
8.2 Disposiciones mínimas en materia de señalización de Seguridad y Salud en el trabajo .....	436
8.2.1 Introducción .....	436
8.2.2 Obligación general del empresario.....	436

8.3 Disposiciones minimas de seguridad y salud en los puestos de trabajo .....	437
8.3.1. Introducción .....	437
8.3.2 Obligacion general del empresario.....	438
8.3.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo. ....	438
8.3.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo moviles.....	439
8.3.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevacion de cargas.....	440
8.3.2.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general.....	440
8.3.2.5 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a la maquinaria herramienta .....	442
8.4 Disposiciones minimas de seguridad y salud en las obras de construccion .....	443
8.4.1 Introduccion .....	443
8.4.2 Estudio Basico de Seguridad y Salud.....	444
8.4.2.1 Riesgos mas frecuentes en las obras de construccion.....	444
8.4.2.2 Medidas preventivas de carácter general.....	445
8.4.2.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio.....	447
8.4.2.4 Medidas especificas para trabajos en la proximidad de instalaciones electricas de alta tension .....	453
8.4.3 Disposiciones especificas de seguridad y salud durante la ejecucion de las obras .....	456
8.5 Disposiciones minimas de seguridad y salud relativas a la utilizacion por los trabajadores de equipos de proteccion individual .....	457
8.5.1 Introduccion .....	457
8.5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO .....	457
8.5.2.1 Protectores de la cabeza.....	457
8.5.2.2 Protectores de manos y brazos.....	457
8.5.2.3 Protectores de pies y piernas .....	458
8.5.2.4 Protectores del cuerpo .....	458
8.5.2.5 Equipos adicionales de proteccion para trabajos en la proximidad de instalaciones electricas de alta tension .....	458

## 8.1 PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

### 8.1.1 Introducción

La ley **31/1995**, de 8 de noviembre de 1995, de **Prevención de Riesgos Laborales** tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las **normas reglamentarias** irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### 8.1.2 Derechos y Obligaciones

#### 8.1.2.1 Derecho a la protección frente a los Riesgos laborales

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

#### 8.1.2.2 Principios de la Acción Preventiva

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden 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, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

### 8.1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
  - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
  - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
  - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
  - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.

- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
  - Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
  - Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

#### *8.1.2.4 Equipos de trabajo y medios de protección*

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

#### *8.1.2.5 Información, consulta y participación de los trabajadores*

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

#### *8.1.2.6 Formación de los trabajadores*

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

#### *8.1.2.7 Medidas de Emergencia*

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

#### *8.1.2.8 Riesgo grave e inminente*

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.
- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

#### *8.1.2.9 Vigilancia de la Salud*

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

#### *8.1.2.10 Documentación*

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

#### *8.1.2.11 Coordinación de actividades empresariales*

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

#### *8.1.2.12 Protección de los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos*

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

#### *8.1.2.13 Protección de la Maternidad.*

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

#### *8.1.2.14 Protección de los menores.*

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

#### *8.1.2.15 Relaciones de trabajo temporales, de duración determinada y en empresas de trabajo temporal.*

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

#### *8.1.2.16 Obligaciones de los trabajadores en materia de prevención de riesgos.*

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

### **8.1.3. Servicios de Prevencion.**

#### *8.1.3.1 Protección y Prevención de Riesgos Profesionales*

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

### **8.1.3.2 Servicios de Prevención**

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

### **8.1.4 Consulta y participación de los trabajadores**

#### *8.1.4.1 Consulta de los trabajadores*

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.
- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

#### *8.1.4.2 Derechos de participación y representación*

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

#### *8.1.4.3 Delegados de Prevención*

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

## **8.2 DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

### **8.2.1 Introduccion**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las *normas reglamentarias* las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud*, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **485/1997** de 14 de Abril de 1.997 establece las *disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo*, entendiéndose como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

### **8.2.2 Obligacion general del empresario**

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

## **8.3 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS PUESTOS DE TRABAJO**

### **8.3.1. Introducción**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a *garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1215/1997** de 18 de Julio de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo**, entendiéndose como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.<sup>1</sup>

### 8.3.2 Obligación general del empresario

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

#### *8.3.2.1 Disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo.....*

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

#### *8.3.2.2 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo móviles.*

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta.

No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

### *8.3.2.3 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para elevación de cargas*

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

### *8.3.2.4 Disposiciones mínimas adicionales aplicables a los equipos de trabajo para movimiento de tierras y maquinaria pesada en general*

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas.

De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barros y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hincas, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. 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.

#### *8.3.2.5 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 antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. 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 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 normal 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 o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

## 8.4 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION

### 8.4.1 Introduccion

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los *riesgos derivados de las condiciones de trabajo*.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las **normas reglamentarias** las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a *garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción*.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto **1627/1997** de 24 de Octubre de 1.997 establece las **disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción**, entendiéndose como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la *Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial* se encuentra incluida en el **Anexo I** de dicha legislación, con la clasificación **a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento**.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 450.759,08 euros.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un **estudio básico de seguridad y salud**. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

## 8.4.2 Estudio Básico de Seguridad y Salud

### 8.4.2.1 Riesgos más frecuentes en las obras de construcción

Los *Oficios* más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Enfoscados y enlucidos.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.

Los *riesgos más frecuentes* durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

#### *8.4.2.2 Medidas preventivas de carácter general*

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como 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 habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

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.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí), prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

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.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

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).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

#### *8.4.2.3 Medidas preventivas de carácter particular para cada oficio*

##### Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

- Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
- La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.
- La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

- Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonas, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenas o vigas.

#### Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonos, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

#### Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

#### Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

#### Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

#### Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablonas, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

#### Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

#### Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

#### Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

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.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

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 interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

#### *8.4.2.4 Medidas específicas para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión*

Los Oficios más comunes en las instalaciones de alta tensión son los siguientes.

- Instalación de apoyos metálicos o de hormigón.
- Instalación de conductores desnudos.
- Instalación de aisladores cerámicos.
- Instalación de crucetas metálicas.
- Instalación de aparatos de seccionamiento y corte (interruptores, seccionadores, fusibles, etc).
- Instalación de limitadores de sobretensión (autoválvulas pararrayos).
- Instalación de transformadores tipo intemperie sobre apoyos.
- Instalación de dispositivos antivibraciones.
- Medida de altura de conductores.
- Detección de partes en tensión.
- Instalación de conductores aislados en zanjas o galerías.
- Instalación de envolventes prefabricadas de hormigón.
- Instalación de celdas eléctricas (seccionamiento, protección, medida, etc).
- Instalación de transformadores en envolventes prefabricadas a nivel del terreno.
- Instalación de cuadros eléctricos y salidas en B.T.
- Interconexión entre elementos.
- Conexión y desconexión de líneas o equipos.
- Puestas a tierra y conexiones equipotenciales.
- Reparación, conservación o cambio de los elementos citados.

Los Riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación.

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Arco eléctrico.
- Incendio y explosiones. Electrocuciiones y quemaduras.
- Ventilación e Iluminación.

- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Contacto o manipulación de los elementos aislantes de los transformadores (aceites minerales, aceites a la silicona y piraleno). El aceite mineral tiene un punto de inflamación relativamente bajo (130°) y produce humos densos y nocivos en la combustión. El aceite a la silicona posee un punto de inflamación más elevado (400°). El piraleno ataca la piel, ojos y mucosas, produce gases tóxicos a temperaturas normales y arde mezclado con otros productos.
- Contacto directo con una parte del cuerpo humano y contacto a través de útiles o herramientas.
- Contacto a través de maquinaria de gran altura.
- Maniobras en centros de transformación privados por personal con escaso o nulo conocimiento de la responsabilidad y riesgo de una instalación de alta tensión.
- Agresión de animales.

Las Medidas Preventivas de carácter general se describen a continuación.

Se realizará un diseño seguro y viable por parte del técnico proyectista.

Se inspeccionará el estado del terreno.

Se realizará el ascenso y descenso a zonas elevadas con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior).

Se evitarán posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados.

Se utilizarán cuerdas y poleas (si fuese necesario) para subir y bajar materiales.

Se evitarán zonas de posible caída de objetos, respetando la señalización y delimitación.

No se almacenarán objetos en el interior del CT.

Se ubicarán protecciones frente a sobreintensidades y conraincendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, pantallas, extintores fijos, etc.

Se evitarán derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües, pozos de evacuación, aislamientos, calzado antideslizante, etc).

Se utilizará un sistema de iluminación adecuado: focos luminosos correctamente colocados, interruptores próximos a las puertas de acceso, etc.

Se utilizará un sistema de ventilación adecuado: entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior, huecos de ventilación protegidos, salidas de ventilación que no molesten a los usuarios, etc.

La señalización será la idónea: puertas con rótulos indicativos, máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados, carteles de advertencia de peligro en caso necesario, esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio, carteles normalizados (normas de trabajo A.T., distancias de seguridad, primeros auxilios, etc).

Los trabajadores recibirán una formación específica referente a los riesgos en alta tensión.

Para evitar el riesgo de contacto eléctrico se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan, se recubrirán las partes activas con aislamiento apropiado, de tal forma que conserven sus propiedades indefinidamente y que limiten la corriente de contacto a un valor inocuo (1 mA) y se interpondrán obstáculos aislantes de forma segura que impidan todo contacto accidental.

La distancia de seguridad para líneas eléctricas aéreas de alta tensión y los distintos elementos, como maquinaria, grúas, etc no será inferior a 3 m. Respecto a las edificaciones no será inferior a 5 m.

Conviene determinar con la suficiente antelación, al comenzar los trabajos o en la utilización de maquinaria móvil de gran altura, si existe el riesgo derivado de la proximidad de líneas eléctricas aéreas. Se indicarán dispositivos que limiten o indiquen la altura máxima permisible.

Será obligatorio el uso del cinturón de seguridad para los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

Todos los apoyos, herrajes, autoválvulas, seccionadores de puesta a tierra y elementos metálicos en general estarán conectados a tierra, con el fin de evitar las tensiones de paso y de contacto sobre el cuerpo humano. La puesta a tierra del neutro de los transformadores será independiente de la especificada para herrajes. Ambas serán motivo de estudio en la fase de proyecto.

Es aconsejable que en centros de transformación el pavimento sea de hormigón ruleteado antideslizante y se ubique una capa de grava alrededor de ellos (en ambos casos se mejoran las tensiones de paso y de contacto).

Se evitará aumentar la resistividad superficial del terreno.

En centros de transformación tipo intemperie se revestirán los apoyos con obra de fábrica y mortero de hormigón hasta una altura de 2 m y se aislarán las empuñaduras de los mandos.

En centros de transformación interiores o prefabricados se colocarán suelos de láminas aislantes sobre el acabado de hormigón.

Las pantallas de protección contra contacto de las celdas, aparte de esta función, deben evitar posibles proyecciones de líquidos o gases en caso de explosión, para lo cual deberán ser de chapa y no de malla.

Los mandos de los interruptores, seccionadores, etc, deben estar emplazados en lugares de fácil manipulación, evitándose postura forzadas para el operador, teniendo en cuenta que éste lo hará desde el banquillo aislante.

Se realizarán enclavamientos mecánicos en las celdas, de puerta (se impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra desconectada), de maniobra (impide la maniobra del aparato principal y puesta a tierra con la puerta abierta), de puesta a tierra (impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa), entre el seccionador y el interruptor (no se cierra el interruptor si el seccionador está abierto y conectado a tierra y no se abrirá el seccionador si el interruptor está cerrado) y enclavamiento del mando por candado.

Como recomendación, en las celdas se instalarán detectores de presencia de tensión y mallas protectoras quitamiedos para comprobación con pértiga.

En las celdas de transformador se utilizará una ventilación optimizada de mayor eficacia situando la salida de aire caliente en la parte superior de los paneles verticales. La dirección del flujo de aire será obligada a través del transformador.

El alumbrado de emergencia no estará concebido para trabajar en ningún centro de transformación, sólo para efectuar maniobras de rutina.

Los centros de transformación estarán dotados de cerradura con llave que impida el acceso a personas ajenas a la explotación.

Las maniobras en alta tensión se realizarán, por elemental que puedan ser, por un operador y su ayudante. Deben estar advertidos que los seccionadores no pueden ser maniobrados en carga. Antes de la entrada en un recinto en tensión deberán comprobar la ausencia de tensión mediante pértiga adecuada y de forma visible la apertura de un elemento de corte y la puesta a tierra y en cortocircuito del sistema. Para realizar todas las maniobras será obligatorio el uso de, al menos y a la vez, dos elementos de protección personal: pértiga, guantes y banqueta o alfombra aislante, conexión equipotencial del mando manual del aparato y plataforma de maniobras.

Se colocarán señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

### **8.4.3 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 o diversos 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 el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un *aviso* a la autoridad laboral competente.

## **8.5 DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL**

### **8.5.1 Introduccion**

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las *normas de desarrollo reglamentario* las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar *la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual* que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que *no puedan evitarse o limitarse* suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

### **8.5.2 OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO**

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

#### *8.5.2.1 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 y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

#### *8.5.2.2 Protectores de manos y brazos*

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

### *8.5.2.3 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.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

### *8.5.2.4 Protectores del cuerpo*

- Crema de protección y pomadas.
- 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.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.

### *8.5.2.5 Equipos adicionales de protección para trabajos en la proximidad de instalaciones eléctricas de alta tensión*

- Casco de protección aislante clase E-AT.
- Guantes aislantes clase IV.
- Banqueta aislante de maniobra clase II-B o alfombra aislante para A.T.
- Pértiga detectora de tensión (salvamento y maniobra).
- Traje de protección de menos de 3 kg, bien ajustado al cuerpo y sin piezas descubiertas eléctricamente conductoras de la electricidad.
- Gafas de protección.
- Insuflador boca a boca.
- Tierra auxiliar.
- Esquema unifilar
- Placa de primeros auxilios.
- Placas de peligro de muerte y E.T.
- Material de señalización y delimitación (cintas, señales, etc).

Tarragona, 30 de Mayo del 2012

El ingeniero Técnico

David Gómez Ruiz