



INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN Y ANÁLISIS ENERGÉTICO PARA LA INSTALACIÓN DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR EN EL NUEVO EDIFICIO DE I+D DE UBE

Proyecto Final de Grado

Universitat Jaume I

Tutor: Jose Carlos Alfonso Gil

Alejandro Barcos Montaña

20908794-T

Índice

1. MEMORIA.....	6
1.1 Objeto del proyecto.....	7
1.2 Titular del proyecto	7
1.3 Emplazamiento.....	7
1.4 Distribución en planta	7
1.4.1 Dentro de planta	7
1.4.2 Fuera de planta, independiente al edificio existente.....	8
1.4.3 Fuera de planta, adosado al edificio existente por la cara sur.....	8
1.4.4 Fuera de planta, adosado al edificio existente por la cara este.....	9
1.5 Descripción del edificio.....	10
1.5.1 Características generales.....	10
1.5.2 Dimensiones	11
1.6 Reglamento y normativa consideradas	11
1.7 Potencia instalada	11
1.8 Potencia prevista.....	12
1.9 Descripción de la instalación	12
1.9.1 Línea de puesta a tierra	12
1.9.2 Red de equipotencialidad.....	18
1.9.3 Centro de transformación	18
1.9.4 Línea de distribución	19
1.9.5 Ampliación del cuadro general de baja tensión.....	19
1.9.6 Cuadro de la planta piloto	20
1.9.7 Cuadro del laboratorio de la planta baja.....	21
1.9.8 Cuadro del laboratorio de la planta primera.....	21
1.9.9 Cuadro climatización	22
1.9.10 Cuadro montacargas	23
1.9.11 Equipo de medida.....	23
1.9.12 Canalizaciones	24
1.9.13 Línea general de alimentación	25

1.9.14 Líneas eléctricas desde los cuadros a los receptores	26
1.9.13 Alumbrado de emergencia	32
1.10 Recuperador energético	33
Anexo I – Cálculos.....	34
Parte 1 - Instalación Baja Tensión	34
1.11 Cálculos luminotécnicos	34
1.11.1 Descripción del método	34
1.11.2 Definición de datos.....	35
1.11.3 Ecuaciones empleadas	36
1.11.4 Cálculo de luminarias	39
1.12 Potencia prevista	42
1.12.1 Potencia instalada por línea	44
1.13 Potencia prevista	50
1.14 Cálculo de secciones.....	51
1.14.1 Descripción del método de cálculo	51
1.14.2 Ecuaciones empleadas	51
1.14.3 Resultados	53
1.15 Cálculo de intensidades de cortocircuito	61
1.15.1 Descripción del método de cálculo	61
1.14.2 Ecuaciones empleadas	62
1.15.3 Determinación de dispositivos de protección.....	64
1.15.4 Resultados	65
1.16 Calculo del sistema de protección contra contactos indirectos.....	75
1.16.1 Cálculo de la puesta a tierra	75
1.16.2 Ecuaciones empleadas	75
1.16.3 Resultados	76
Parte 2 – Estudio Energético.	78
1.17 Recuperador energético.....	78
1.17.1 Pérdida energética	78
1.17.2 Análisis energético.....	80

1.17.3 Ecuaciones empleadas	85
1.17.4 Aplicación de las formulas.....	86
1.17.5 Viabilidad económica	91
2. PLANOS	93
3. PLIEGO DE CONDICIONES	112
3.1 Campo de aplicación	113
3.2 Alcance de la instalación	113
3.3 Conservación de las obras	113
3.4 Condiciones de recepción de productos	114
3.4.1 Condiciones generales.....	114
3.4.2 Código Técnico de la Edificación	115
3.4.3 Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción	116
3.4.4 Productos no afectados por la Directiva de Productos de la construcción.....	117
3.4.5 Relación de productos con marcado CE.....	118
3.5 Materiales.....	119
3.5.1 Tubos protectores	119
3.5.2 Canales protectores.....	125
3.5.3 Conductores eléctricos	126
3.5.4 Conductores de protección	128
3.5.5 Identificación de los conductores.....	128
3.5.6 Cajas de empalme y derivación	128
3.5.7 Bases de toma de corriente.....	129
3.5.8 Protección contra sobretensiones.....	129
3.5.9 Aparatos de protección	129
3.5.10 Aparatos de control y medida	130
3.6 Ejecución de las obras	130
3.6.1 Especificaciones Generales.....	130
3.6.2 Relaciones legales y responsabilidades con el público.....	132
3.6.3 Contradicciones	132

3.6.4 Funciones del Técnico de Obra.....	132
3.6.5 Funciones del contratista	133
3.6.6 Inspección y control de calidad de las obras.....	134
3.6.7 Replanteo	134
3.6.8 Realización de la obra y abono de la misma	134
3.6.9 Medición de las instalaciones.....	135
3.6.10 Mano de obra a emplear y normas de seguridad	135
3.6.11 Rescisión del contrato	136
3.6.12 Documentación del proyecto	136
3.6.13 Interpretación del proyecto	137
3.6.14 Justificación de los precios adoptados	137
3.6.15 Libro de órdenes.....	137
3.6.16 Sistemas de instalación de canalizaciones	138
3.6.17 Montaje de tubos	145
3.6.18 Instalación y colocación de canales.....	149
3.6.19 Conexiones	150
3.6.20 Instalación receptores de alumbrado	150
3.6.21 Instalación pararrayos	151
3.6.22 Verificaciones previas a la puesta en servicio y certificado final de obra	151
3.6.23 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	153
4. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	155
4.1 Objeto del estudio	156
4.2 Campo de aplicación	156
4.2.1 Construcción, mantenimiento o revisión de instalaciones de medida en baja tensión	156
4.2.2 Corte y reposición del suministro eléctrico en baja tensión	156
4.2.3 Trabajos en tensión y de entronque	156
4.3 Características de la obra	157
4.3.1 Emplazamiento y promotora.....	157
4.3.2 Edificios colindantes	157
4.3.3 Accesos	157

4.3.4 Climatología.....	157
4.3.5 Servicios públicos y servidumbres existentes	157
4.3.6 Centro asistencial más próximo	158
4.4 Memoria descriptiva.....	159
4.4.1 Aspectos generales.....	159
4.4.2 Trabajos previos	160
4.4.3 Identificación de riesgos.....	160
4.4.4 Normas o medidas preventivas.....	162
4.4.5 Protecciones	165
5. PRESUPUESTO.....	167

1. MEMORIA

1.1 Objeto del proyecto

Debido a la iniciativa de la empresa en invertir en I+D, es necesaria la construcción de un nuevo edificio dedicado a la investigación y el desarrollo de nuevas mejoras, en cuanto a calidad, de los productos que ofrecen al mercado.

Por ello el propósito del presente Proyecto Final de Grado es la realización del diseño y dimensionado de la instalación de baja tensión necesaria para la energización del edificio.

Así mismo, debido a las características particulares del sistema de aire acondicionado, se realizará un estudio energético para la instalación de un recuperador de calor.

1.2 Titular del proyecto

UBE Chemical Europe S.A.
NIF: A-28.185.072
Tlef: 964 73 80 00

1.3 Emplazamiento

Polígono Industrial El Serrallo, s/n
12100 Grao (Castellón)
Ver Plano 1

1.4 Distribución en planta

Dado que el edificio de I+D es de nueva construcción, en este apartado se analizan las ventajas e inconvenientes de diferentes ubicaciones de dicho edificio. En total se analizarán 4 propuestas:

- 1) Dentro de planta
- 2) Fuera de planta, independiente al edificio existente.
- 3) Fuera de planta, adosado al edificio existente por la cara sur.
- 4) Fuera de planta, adosado al edificio existente por la cara este.

1.4.1 Dentro de planta

Esta propuesta trata de aprovechar un espacio amplio dentro de planta. Se plantea su ubicación junto al nuevo almacén y el taller de soldadura. Respetando los 9 m que se deben dejar libres respecto al linde con la refinería, queda un edificio resultante muy alargado de 55x9m.

Esta solución presenta el inconveniente de que al situarse dentro de planta, dificultaría las visitas. Así mismo quedaría lejos del edificio de I+D existente y dificultaría la colaboración entre laboratorios.

1.4.2 Fuera de planta, independiente al edificio existente

Esta propuesta trata de aproximar el nuevo edificio al existente, sin la necesidad de hacer reformas en el existente como accesos, tal y como muestra la Figura 1



Figura 1 – Ubicación del edificio independiente.

En este caso, al estar separados el nuevo edificio y el edificio existente, implica que habría que usar espacio para, ascensor, salas de reunión y recepción, quitando metros cuadrados de laboratorios y almacén adjunto al nuevo edificio.

1.4.3 Fuera de planta, adosado al edificio existente por la cara sur

Adosando el nuevo edificio al existente, se consiguen diferentes ventajas. La ventaja principal es el aprovechamiento del espacio para laboratorios ya que al ser un solo edificio no sería necesario construir recepción, ascensor, ni salas de reunión, pues se compartirían con el existente.

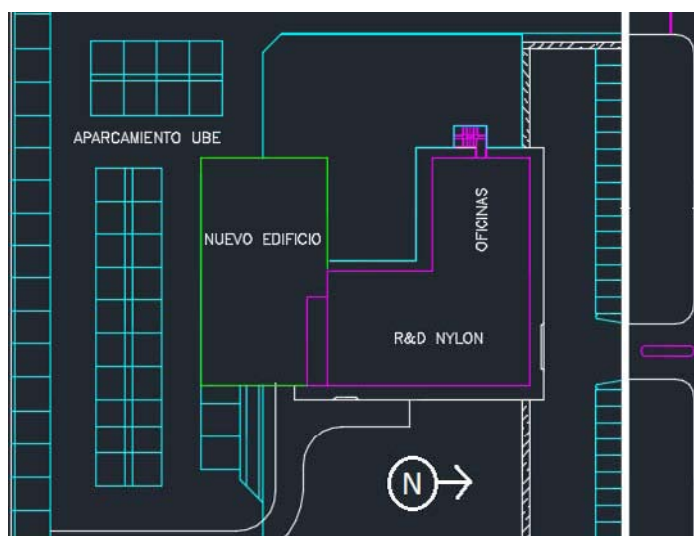


Figura 2 – Ubicación del edificio adosado a cara sur.

Esta ubicación le daría al edificio un buen diseño en forma de “U” que reforzaría la estética de la empresa. El problema que tiene adosarlo a la cara sur es que invadiría zonas del aparcamiento, tal y como muestra la Figura 2.

1.4.4 Fuera de planta, adosado al edificio existente por la cara este

Las ventajas son las mismas que la propuesta anterior, salvo que esta ubicación no le da al edificio forma de “U”. Por otro lado, con esta disposición se evita perder plazas de aparcamiento tal y como se puede ver en la Figura 3.

Finalmente esta fue la propuesta aceptada. Además de todo lo mencionado anteriormente, esta ubicación dispone de más espacio para las maniobras propias de una obra.

Posteriormente, apareció un grave problema. Al hacerse un acceso interno de un edificio a otro, el nuevo edificio y el existente pasan a ser un solo edificio de “TIPO C” para el proyecto contra incendios. Esto invalida las instalaciones contra incendios ya construidas en el existente, siendo necesario un nuevo proyecto de instalación contra incendios así como reformar el edificio para su debido cumplimiento con la norma.

Para dar solución a dicho problema se propuso eliminar los accesos internos y construir una estructura exterior por la cara sur que, mediante escaleras y pasarelas, uniera los dos edificios. De esta manera, los edificios seguirían estando juntos y se podría acceder de uno a otro independientemente de la planta en que se estuviese y no habría que modificar la instalación contra incendios del edificio existente. Además al ser un acceso exterior, se pueden eliminar pasillos que antes hacían falta para ir de un edificio a otro, ganando así espacio para laboratorios.



Figura 3 – Ubicación del edificio adosado a cara este.

Para una visión más detallada de la propuesta final, se puede consultar los siguientes planos: Plano 2 Plano 3, Plano 4, Plano 5 y Plano 6.

1.5 Descripción del edificio

1.5.1 Características generales

El edificio es de dos plantas y de nueva construcción. Su uso va a ser principalmente el de almacenaje e investigación. Desde planta su forma es rectangular y sus dimensiones vendrán definidas en planos adjuntos. El edificio consta de dos grandes partes pues está dividido de este a oeste:

- 1) La zona norte es la **Planta Piloto**. Su forma en planta es cuadrada y ocupa las dos plantas. Su función es la de almacenar tanto materia prima como ensayos y productos químicos, pero también disponer de maquinaria pesada necesaria para la producción a pequeña escala del material modificado por las mejoras. Dispone de un patinillo principal de instalaciones que accede a la planta piloto, a los dos laboratorios y a la planta cubierta.
- 2) La zona sur corresponde los **Laboratorios**. Cada una de las dos plantas dispondrá de un laboratorio.

Planta Baja: Estará dedicado a la caracterización. Su función es la de etiquetar y definir las propiedades de cada producto, por tanto el equipamiento que necesita es relativamente poco. Dispondrá de 3 vitrinas de extracción.

Planta Primera: Será un laboratorio químico, con 24 vitrinas. Estará dividido en 5 islas de vitrinas: 2 islas de 6 vitrinas, y 3 islas de 4 vitrinas. El consumo de este laboratorio es mucho mayor que el del caso anterior, no solo por la cantidad de vitrinas, sino también por el sistema de climatización.

1.5.2 Dimensiones

Las superficies de cada una de las plantas así como de los distintos locales que las componen pasan a detallarse a continuación en la Tabla 1:

PLANTA BAJA	SUPERFICIE (m²)
Planta Piloto	368,04
Laboratorio de Caracterización	189,47
Escalera Exterior	7,57
Escalera Interior	9,22
TOTAL	603,02
SUPERFICIE ÚTIL	571,3

PLANTA PRIMERA	SUPERFICIE (m²)
Laboratorio Químico	189,57
Acceso Exterior	21,41
TOTAL	227,52
SUPERFICIE ÚTIL	210,88

PLANTA CUBIERTA	588,69
SUPERFICIE TOTAL	1.389,59
SUPERFICIE TOTAL ÚTIL	782,18

Tabla 1 – Cuadro de dimensiones.

1.6 Reglamento y normativa consideradas

El presente proyecto se realizara bajo las instrucciones de:

- “Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias”
- Real Decreto 2295/1985, de 9 de octubre (BOE nº 297, de 12/12/85).
- Decreto 59/1999, de 27 de abril, del Gobierno Valenciano, por el que se establece el procedimiento para la puesta en funcionamiento de industrias e instalaciones industriales (DOGV nº 3486, de 3/05/99).
- Criterio de UBE para el sobredimensionado de conductores y equipos.

1.7 Potencia instalada

En el cálculo de la potencia prevista para la instalación se han tenido en cuenta los posibles consumos reales, de acuerdo con los trabajos a desempeñar en el edificio objeto de estudio. Los consumos, quedan reflejados en el correspondiente punto del Anexo I “Cálculos” de este mismo proyecto.

A continuación se añade un cuadro resumen en la Tabla 2:

Uso	Potencia total (W)
Alumbrado	12.218,40
Fuerza	108.900,00
Otros usos	50.350,00
Reserva	73.700,00
Total	245.168,4

Tabla 2 – Cuadro resumen de potencia instalada.

1.8 Potencia prevista

Tal como describe la ITC-BT-01, la potencia prevista es la potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, de manera que en este caso vendrá limitada por el interruptor general de la instalación, que dependiendo de cada una de las cinco líneas generales de alimentación será la que se indica en la Tabla 3:

Potencia prevista total	
Planta piloto	82.445,62W
Lab. Planta baja	82.445,62W
Lab. Planta primera	73.612,16W
Clima	73.612,16W
Montacargas	23.555,89W
Total	335.671,45W

Tabla 3 – Cuadro resumen de potencia prevista.

1.9 Descripción de la instalación

1.9.1 Línea de puesta a tierra

Con el fin de conseguir que en el conjunto de la instalación no existan 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, se establece la unión eléctrica directa, sin fusible ni protección alguna, entre los diferentes elementos de la instalación y un grupo de electrodos enterrados convenientemente en el suelo.

El sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Toma de tierra.
- Conductor de tierra o línea de enlace con el electrodo de puesta a tierra.
- Conductor de unión equipotencial principal.
- Conductor de protección.
- Conductor de equipotencialidad suplementaria.

TOMA DE TIERRA (ELECTRODOS)

Se establecerá una toma de tierra de protección mediante cuatro piquetas clavadas en el terreno de la excavación inicial, unidas mediante un anillo de conductor desnudo de cobre y conectado todo ello al armazón metálico de la cimentación.

En concreto las picas serán de cobre de 14 mm de diámetro y 2 m de longitud, hincadas en el terreno en posición vertical, homologadas por UNESA y que cumplan su recomendación 6.50 I.C.

Dicha configuración se extrae de los cálculos obtenidos en el Anexo I de este mismo proyecto y por la normativa interna de UBE.

A la toma de tierra establecida se conectará todo el sistema de tuberías metálicas accesibles, destinadas a las conducciones de agua, tanto de distribución como de desagüe y de gases si estos los hubiese, así como toda masa metálica importante existente en la zona de instalación, y las masas metálicas accesibles de los aparatos receptores, cuando su clase de aislamiento o condiciones de instalación así lo exijan.

CONDUCTOR DE TIERRA O LÍNEA DE ENLACE

Formada por los conductores que unen los electrodos con el borne principal de tierra (sección mínima según tabla 1 de ITC-BT-18).

BORNE PRINCIPAL DE 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.

En este caso, como el cuadro general de protecciones ya existe, el borne principal de tierra ya está instalado, y tiene una sección de 50mmx5mm.

CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Son los que unen eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos, con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En el circuito de puesta a tierra, los conductores de protección unirán las masas al conductor de tierra.

La sección de los conductores de protección será la indicada en la tabla 2 de ITC-BT-18, o se obtendrá por cálculo conforme a lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-54 apartado 543.1.1.

Si la aplicación de la tabla conduce a valores no normalizados, se han de utilizar conductores que tengan la sección normalizada superior más próxima.

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Sección	Sección conductor de protección
Cuadro General Baja Tensión					
CG1R	Cuadro Planta Piloto	Cu	Trif	50	50
CG2R	Cuadro Laboratorio Planta Baja	Cu	Trif	50	50
CG3R	Cuadro Laboratorio Planta Primera	Cu	Trif	50	50
CG4R	Cuadro Climatización	Cu	Trif	50	50
CG5R	Cuadro Montacargas	Cu	Trif	16	16
CG6R	Rack nuevo	Cu	Mono	2,5	2,5
CG7R	Maniobras	Cu	Mono	2,5	2,5
CG8R	Reserva 1	Cu	Trif	50	50
Cuadro Planta Piloto					
PP1R	Alumbrado 1	Cu	Mono	4	4
PP1.1R	Emergencia 1	Cu	Mono	1,5	1,5
PP2R	Alumbrado 2	Cu	Mono	4	4
PP2.1R	Emergencia 2	Cu	Mono	1,5	1,5
PP3R	Alumbrado 3	Cu	Mono	4	4
PP3.1R	Emergencia 3	Cu	Mono	1,5	1,5
PP4R	Alumbrado 4	Cu	Mono	4	4
PP5R	Alumbrado Exterior	Cu	Trif	2,5	2,5
PP6R	C.t. Corriente 1	Cu	Trif	10	10
PP7R	C.t. Corriente 2	Cu	Trif	10	10
PP8R	C.t. Corriente 3	Cu	Trif	10	10
PP9R	C.t. Corriente 4	Cu	Trif	10	10
PP10R	Puerta	Cu	Mono	2,5	2,5
PP11R	C. Medida	Cu	Mono	1,5	1,5
PP12R	Reserva 1	Cu	Mono	1,5	1,5
PP13R	Reserva 2	Cu	Mono	2,5	2,5
PP14R	Reserva 3	Cu	Mono	4	4
PP15R	Reserva 4	Cu	Trif	10	10
Cuadro Laboratorio Planta Baja					
LB1R	Alumbrado 1	Cu	Mono	2,5	2,5
LB1.1R	Emergencia 1	Cu	Mono	1,5	1,5
LB2R	Alumbrado 2	Cu	Mono	2,5	2,5
LB2.1R	Emergencia 2	Cu	Mono	1,5	1,5
LB3R	Alumbrado 3	Cu	Mono	2,5	2,5
LB3.1R	Emergencia 3	Cu	Mono	1,5	1,5
LB4R	Alumbrado 4	Cu	Mono	2,5	2,5
LB5R	Vitrina 1-1	Cu	Mono	2,5	2,5
LB6R	Vitrina 1-2	Cu	Mono	2,5	2,5
LB7R	Vitrina 1-3	Cu	Mono	2,5	2,5
LB8R	Variador 1	Cu	Trif	2,5	2,5
LB9R	Tomas de corriente 1	Cu	Mono	2,5	2,5
LB10R	Tomas de corriente 2	Cu	Mono	2,5	2,5

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Sección	Sección conductor de protección
LB11R	Tomas de corriente 3	Cu	Mono	2,5	2,5
LB12R	Tomas de corriente 4	Cu	Mono	2,5	2,5
LB13R	Reserva 1	Cu	Trif	2,5	2,5
LB14R	Reserva 2	Cu	Mono	2,5	2,5
LB15R	Reserva 3	Cu	Mono	1,5	1,5
LB16R	Reserva 4	Cu	Mono	1,5	1,5

Cuadro Laboratorio Planta Primera

LP1R	Alumbrado 1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP1.1R	Emergencia 1	Cu	Mono	1,5	1,5
LP2R	Alumbrado 2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP2.1R	Emergencia 2	Cu	Mono	1,5	1,5
LP3R	Alumbrado 3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP3.1R	Emergencia 3	Cu	Mono	1,5	1,5
LP4R	Alumbrado 4	Cu	Mono	2,5	2,5
LP5R	Vitrina 1-1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP6R	Vitrina 1-2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP7R	Vitrina 1-3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP8R	Vitrina 1-4	Cu	Mono	2,5	2,5
LP9R	Variador vitrinas 1	Cu	Trif	2,5	2,5
LP10R	Vitrina 2-1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP11R	Vitrina 2-2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP12R	Vitrina 2-3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP13R	Vitrina 2-4	Cu	Mono	2,5	2,5
LP14R	Variador vitrinas 2	Cu	Trif	2,5	2,5
LP15R	Vitrina 3-1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP16R	Vitrina 3-2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP17R	Vitrina 3-3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP18R	Vitrina 3-4	Cu	Mono	2,5	2,5
LP19R	Vitrina 3-5	Cu	Mono	2,5	2,5
LP20R	Vitrina 3-6	Cu	Mono	2,5	2,5
LP21R	Variador vitrinas 3	Cu	Trif	4	4
LP22R	Vitrina 4-1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP23R	Vitrina 4-2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP24R	Vitrina 4-3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP25R	Variador vitrinas 4	Cu	Trif	2,5	2,5
LP26R	Vitrina 5-1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP27R	Vitrina 5-2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP28R	Vitrina 5-3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP29R	Variador vitrinas 5	Cu	Trif	2,5	2,5
LP30R	Vitrina 6-1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP31R	Vitrina 6-2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP32R	Vitrina 6-3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP33R	Vitrina 6-4	Cu	Mono	2,5	2,5
LP34R	Variador vitrinas 6	Cu	Trif	2,5	2,5
LP35R	Ventilador arm. Ácidos	Cu	Trif	2,5	2,5
LP36R	Toma corriente1	Cu	Mono	2,5	2,5
LP37R	Ventilador arm. Disol.	Cu	Trif	2,5	2,5

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Sección	Sección conductor de protección
LP38R	Toma corriente2	Cu	Mono	2,5	2,5
LP39R	Toma corriente3	Cu	Mono	2,5	2,5
LP40R	Estufa ULE 600	Cu	Mono	2,5	2,5
LP41R	Toma corriente 4	Cu	Mono	2,5	2,5
LP42R	Estufa ULE 500	Cu	Mono	2,5	2,5
LP43R	Reómetro	Cu	Mono	2,5	2,5
LP44R	Reserva 1	Cu	Trif	4	4
LP45R	Reserva 2	Cu	Trif	4	4
LP46R	Reserva 3	Cu	Trif	2,5	2,5
LP47R	Reserva 4	Cu	Trif	2,5	2,5
LP48R	Reserva 5	Cu	Mono	2,5	2,5
LP49R	Reserva 6	Cu	Mono	2,5	2,5
LP50R	Reserva 7	Cu	Mono	2,5	2,5
LP51R	Reserva 8	Cu	Mono	1,5	1,5
LP52R	Reserva 9	Cu	Mono	1,5	1,5
LP53R	Reserva 10	Cu	Mono	1,5	1,5
LP54R	Reserva 11	Cu	Mono	1,5	1,5

Cuadro Clima

LC1R	Impulsión	Cu	Trif	6	6
LC2R	Maniobras	Cu	Mono	1,5	1,5
LC3R	Bomba de Calor	Cu	Trif	16	16
LC4R	Bomba de Calor	Cu	Trif	10	10
LC5R	Recuperador	Cu	Trif	10	10
LC6R	Sistema control	Cu	Mono	1,5	1,5
LC7R	Reserva 1	Cu	Trif	16	16
LC8R	Reserva 2	Cu	Trif	6	6
LC9R	Reserva 3	Cu	Trif	6	6

Cuadro Montacargas

LM1R	Fuerza	Cu	Trif	10	10
LM2R	Alumbrado 1	Cu	Mono	1,5	1,5
LM3R	Alumbrado 2	Cu	Mono	2,5	2,5
LM4R	Maniobras	Cu	Mono	1,5	1,5

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:

- $2,5 \text{ mm}^2$, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm^2 , si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

1.9.2 Red de equipotencialidad

Según lo prescrito en la ITC-BT-18 se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (red de agua fría y caliente, desagües, instalación de calefacción, etc.) y las masas de los sistemas sanitarios metálicos, así como todos los demás elementos conductores accesibles, como marcos metálicos de puertas, ventanas, radiadores, etc., existente en aseos o vestuarios.

El conductor que asegure esta conexión será de cobre, y de sección acorde a lo dispuesto en la ITC-BT-18 para los conductores de protección, siendo su valor mínimo de $2,5 \text{ mm}^2$ si se trata de conductor de cobre. Este conductor se fijará por medio de terminales tuercas y contratueras, por soldadura o por collares de material no férreo adaptándolo a las cañerías sobre partes de las mismas sin pintura, y a las ventanas o puertas.

Para cumplir con lo indicado en la ITC-BT-18 y cuando la red general de alimentación de agua se efectúe por tubería metálica se insertarán piezas de empalme aislantes para unir a ella la derivación al edificio. Los conductores de protección se dispondrán en las mismas canalizaciones que los circuitos polares.

Se tendrá muy en cuenta la prohibición de incluir en serie ni masas ni elementos metálicos, cualesquiera que sean éstos en el circuito de puesta a tierra. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra, se efectuará por derivaciones desde éste.

1.9.3 Centro de transformación

Para la realización de este proyecto no va a ser necesaria la instalación de un centro de transformación para el edificio, debido a que el centro que alimenta el edificio existente está sobredimensionado y dichas instalaciones pueden ser aprovechadas.

El Transformador instalado posee las siguientes características:

- $S_n = 800 \text{ kVa}$
- $E_{Tcc} = 5,51\%$
- $R_{Tcc} = 0,1 X_{Tcc}$

1.9.4 Línea de distribución

La línea de distribución está actualmente instalada, y no se precisa la modificación de esta. Esto se debe a que cuando fueron construidas se preveían futuras ampliaciones y el dimensionado de las instalaciones quedo muy por encima de lo necesario.

La línea instalada es de $4x(3x240mm^2)$

1.9.5 Ampliación del cuadro general de baja tensión

Es la caja donde se alojan los elementos de protección de la Línea General de Alimentación (LGA). En este caso ya existe una Caja General de Protección (CGP), en el edificio existente, ubicada en el cuarto de instalaciones.

En él se ubica un Interruptor General de Maniobra, con un calibre de 1600A. Actualmente, el edificio existente viene consumiendo una media de 200A, por lo que dicho calibre es suficiente para cubrir la ampliación prevista.

En los planos: Plano 7, Plano 8 y Plano 9, se puede observar el esquema unifilar del cuadro general de baja tensión, el cual contiene tanto las líneas existentes, como las previstas de ampliación.

El CGP dispone de armarios instalados como “reservas” disponibles para ampliaciones y continuidad de embarrado, que serán aprovechados para la instalación de las protecciones de las líneas generales de alimentación a los subcuadros. Desde el mismo cuadro se alimentará un armario Rack de vozdatos de nueva instalación, así como la alimentación del circuito de maniobra de los relés diferenciales.

La ampliación del cuadro que se propone en este proyecto, consiste en añadir al cuadro existente las protecciones detalladas en la Tabla 4:

Tipo de Protección	Características	Unidades
Interruptor magnetotérmico y función diferencial	4x140A/50kA Curva C+ Bloque diferencial	2
Interruptor magnetotérmico y función diferencial	4x125A/50kA Curva C+ Bloque diferencial	3
Interruptor magnetotérmico y función diferencial	4x40A/50kA Curva C+ Bloque diferencial	1
Interruptor magnetotérmico y función diferencial	2x20A/10kA Curva C+ Bloque diferencial	2

Tabla 4 – Cuadro resumen de protecciones Cuadro General BT.

El esquema unifilar del cuadro completo viene detallado en el Plano 10.

1.9.6 Cuadro de la planta piloto

Este cuadro estará situado en la nave piloto, junto al patinillo principal de instalaciones. Dicho cuadro está formado por una envolvente metálica, IP55, y en ella se instalarán los diferentes elementos de protección y maniobra de las líneas de la planta piloto, así como los embarrados, bornas, carriles, tapas, tornillería, fijaciones, cableado interior, marcaje y rotulación de circuitos, y demás accesorios de montaje. A continuación se detalla la aparamenta de protección y maniobra de este cuadro:

Tipo de Protección	Características	Unidades
Interruptor magnetotérmico general	4x100A/16kA Curva C	1
Central de medida+ 3 Transformadores de intensidad	-	1
Interruptor magnetotérmico	4x32A/6kA Curva D	5
Interruptor magnetotérmico	4x16A/6kA Curva D	1
Interruptor magnetotérmico	4x16A/6kA Curva C	1
Interruptor magnetotérmico	2x32A/6kA Curva C	1
Interruptor magnetotérmico	2x20A/6kA Curva C	5
Interruptor magnetotérmico	2x16A/6kA Curva C	3
Interruptor magnetotérmico	2x10A/6kA Curva C	5
Interruptor diferencial	4x40A/30mA Clase AC Instantáneo	5
Interruptor diferencial	2x25A/30mA Clase AC Instantáneo	10
Telerruptor	2x16A mando manual	5

Tabla 5 – Cuadro resumen de protecciones Planta Piloto.

El esquema unifilar del cuadro viene detallado en el Plano 11.

1.9.7 Cuadro del laboratorio de la planta baja

Este cuadro estará situado en el laboratorio de la planta baja, junto al patinillo principal de instalaciones. Está formado por una envolvente metálica, IP43, y en ella se instalarán los diferentes elementos de protección y maniobra de las líneas del laboratorio de la planta baja, así como los embarrados, bornas, carriles, tapas, tornillería, fijaciones, cableado interior, marcaje y rotulación de circuitos, y demás accesorios de montaje. A continuación se detalla la aparamenta de protección y maniobra instalada en dicho cuadro:

Tipo de Protección	Características	Unidades
Interruptor magnetotérmico general	4x100A/16kA Curva C	1
Central de medida+ 3 Transformadores de intensidad	-	1
Interruptor magnetotérmico	4x16A/6kA Curva D	2
Interruptor magnetotérmico	2x16A/6kA Curva C	12
Interruptor magnetotérmico	2x10A/6kA Curva C	5
Interruptor diferencial	4x25A/30mA Clase ASI Instantáneo	2
Interruptor diferencial	2x40A/30mA Clase AC Instantáneo	2
Interruptor diferencial	2x25A/30mA Clase AC Instantáneo	10
Telerruptor	2x16 mando manual	4

Tabla 6 – Cuadro resumen de protecciones Lab. Planta Baja.

El esquema unifilar del cuadro viene detallado en el Plano 13.

1.9.8 Cuadro del laboratorio de la planta primera

Este cuadro estará situado en el laboratorio de la planta primera, junto al patinillo principal de instalaciones. Está formado por una envolvente metálica, IP43, y en ella se instalarán los diferentes elementos de protección y maniobra de las líneas del laboratorio de la planta primera, así como los embarrados, bornas, carriles, tapas, tornillería, fijaciones, cableado interior, marcaje y rotulación de circuitos, y demás accesorios de montaje. A continuación se detalla la aparamenta de protección y maniobra instalada en dicho cuadro:

Tipo de Protección	Características	Unidades
Interruptor magnetotérmico general	4x100A/16kA Curva C	1
Central de medida+	-	1

3 Transformadores de intensidad		
Interrupor magnetotérmico	4x20A/6kA Curva D	3
Interrupor magnetotérmico	4x16A/6kA Curva D	9
Interrupor magnetotérmico	2x16A/6kA Curva C	38
Interrupor magnetotérmico	2x10A/6kA Curva C	7
Interrupor diferencial	4x25A/30mA Clase ASI Instantáneo	6
Interrupor diferencial	4x40A/30mA Clase AC Instantáneo	2
Interrupor diferencial	4x25A/30mA Clase AC Instantáneo	5
Interrupor diferencial	2x40A/30mA Clase AC Instantáneo	1
Interrupor diferencial	2x25A/30mA Clase AC Instantáneo	35
Telerrupor	2x16A mando manual	4

Tabla 7 – Cuadro resumen de protecciones Lab. Planta Primera.

El esquema unifilar del cuadro viene detallado en el Plano 12.

1.9.9 Cuadro climatización

Tipo de Protección	Características	Unidades
Interrupor magnetotérmico general	4x100A/16kA Curva C	1
Central de medida+ 3 Transformadores de intensidad	-	1
Interrupor magnetotérmico	4x40A/6kA Curva C	2
Interrupor magnetotérmico	4x40A/6kA Curva C+ Bloque Diferencial	1
Interrupor magnetotérmico	4x16A/6kA Curva D	4
Interrupor magnetotérmico	2x10A/6kA Curva C	2
Interrupor diferencial	4x63A/30mA Clase AC Instantáneo	2
Interrupor diferencial	4x40A/30mA Clase ASI	2

	Instantáneo	
Interruptor diferencial	2x25A/30mA Clase AC Instantáneo	1

Tabla 8 – Cuadro resumen de protecciones cuadro climatización.

El esquema unifilar de este cuadro viene detallado en el Plano 13.

1.9.10 Cuadro montacargas

Este cuadro estará situado en planta cubierta de forma protegida, junto al montacargas. Está formado por una envolvente metálica, IP55, y en ella se instalarán los diferentes elementos de protección y maniobra de las líneas de alimentación al montacargas, así como los embarrados, bornas, carriles, tapas, tornillería, fijaciones, cableado interior, marcaje y rotulación de circuitos, y demás accesorios de montaje. A continuación se detalla la aparamenta de protección y maniobra instalada en dicho cuadro:

Tipo de Protección	Características	Unidades
Interruptor magnetotérmico	4x40A/16kA Curva C	1
Central de medida+ 3 Transformadores de intensidad	-	1
Interruptor magnetotérmico	3x32A/6kA Curva D	1
Interruptor magnetotérmico	2x16A/6kA Curva C	1
Interruptor magnetotérmico	2x10A/6kA Curva C	3
Interruptor diferencial	4x63A/30mA Clase AC Instantáneo	1
Interruptor diferencial	2x25A/30mA Clase AC Instantáneo	3

Tabla 9 – Cuadro resumen de protecciones Montacargas.

El esquema unifilar de este cuadro viene detallado en el Plano 11.

1.9.11 Equipo de medida.

El edificio existente cuenta con un contador general, pero está ubicado inmediatamente aguas abajo del transformador que alimenta el edificio. Este contador, simplemente está instalado a nivel orientativo, pues la empresa contrata electricidad en Alta Tensión, y los contadores de medida para el análisis de consumo por parte de la comercializadora, se encuentran ubicados en la subestación de entrada, y no computan para este proyecto. Por tanto, para esta instalación, no es necesario instalar un nuevo contador, ni siquiera cambiar el existente.

Sin embargo, la instalación existente cuenta con un analizador de redes general, para realizar toda una serie de medidas útiles.

Además de esto, cada uno de los cuadros instalados en este proyecto, contarán con un pequeño centro de medida los cuales pueden ser observados en los planos citados en los apartados anteriores.

1.9.12 Canalizaciones

Como canalizaciones se emplearán bandejas perforadas de PVC M1 con tapa y tubos plásticos corrugados y rígidos libres de halógenos y no propagadores de la llama. Los tubos protectores cumplirán lo indicado en la ITC-BT-21 y la ITC-BT-15 y su diámetro nominal interior será tal, que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100%, según lo prescrito en la ITC-BT-15 (ap.2).

En la instalación proyectada se cumplirá:

- Todos los conductores estarán igualmente aislados para la máxima tensión de servicio.
- Todos los circuitos partirán del mismo cuadro general, sin interposición de transformadores, baterías de acumuladores, rectificadores.
- Cada circuito estará protegido por separado contra las sobreintensidades.
- Se podrán colocar varias líneas por un mismo conducto o tubo.
- Todo circuito estará protegido contra contactos indirectos, se realizará mediante el sistema de la Instrucción ITC-BT-24 "Protección por corte automático de la alimentación", siendo estos dispositivos los interruptores diferenciales.

La identificación de conductores se realizará mediante colores:

- Conductores de fase: marrón, gris y negro.
- Conductor de neutro: azul.
- Conductor de protección: amarillo-verde.

Los tubos protectores según el tipo de línea, sección de los conductores, y número de conductores por canalización, se colocarán diferentes diámetros, según tablas de la ITC-BT- 21 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los tubos de PVC distarán más de 20 cm de cualquier otra conducción, procurando evitar calentamientos por proximidad a conductos de agua, aire y humos calientes.

El trazado será preferentemente siguiendo líneas paralelas a los límites del local.

Se instalarán cajas estancas de empalme o registro en cada derivación o conexión múltiple, minimizando en lo posible el número de curvas en ángulo recto.

1.9.13 Línea general de alimentación

Desde el Cuadro general de Baja tensión, instalado en el edificio anexo, parten un total de 5 líneas generales de alimentación, que por el interior de bandeja y a través de los patinillos descritos anteriormente, alimentan los siguientes cuadros eléctricos del edificio:

- Línea CG1R: Cuadro Planta Piloto (PPI).
- Línea CG2R: Cuadro Laboratorio Planta Baja (LPB).
- Línea CG3R: Cuadro Laboratorio Planta Primera (LPP).
- Línea CG4R: Cuadro de Climatización y ventilación (CLV).
- Línea CG5R: Cuadro de Montacargas (MON).

Tag	Receptor	Circuito
CG1R	Cuadro Plana Piloto	4x50mm ² +T RZ1-K (AS)
CG2R	Cuadro Lab. Planta Baja	4x50mm ² +T RZ1-K (AS)
CG3R	Cuadro Lab. Planta Primera	4x95mm ² +T RZ1-K (AS)
CG4R	Cuadro Clima	4x50mm ² +T RZ1-K (AS)
CG5R	Cuadro Montacargas	4x16mm ² +T RZ1-K (AS)
CG6R	Rack Nuevo	4x2,5mm ² +T RZ1-K (AS)
CG7R	Maniobras	4x2,5mm ² +T RZ1-K (AS)
CG8R	Reserva 1	4x16mm ² +T RZ1-K (AS)
CG9R	Reserva 2	4x10mm ² +T RZ1-K (AS)
CG10R	Reserva 3	4x6mm ² +T RZ1-K (AS)

Tabla 10 – Cuadro resumen de líneas Cuadro General BT.

CONDUCTORES

Los cables serán del tipo **RZ1-K(AS)**, unipolares aislados de tensión asignada 0,6/1KV, con conductor de cobre de Clase 5, es decir, flexible y aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina. Cumplirán con lo dispuesto en la norma UNE 21.123-4.

Son de Alta Seguridad (AS), pues son no propagadores del incendio y sin emisión de humos y opacidad reducida.

1.9.14 Líneas eléctricas desde los cuadros a los receptores

Se pasa a describir en este apartado la cantidad de líneas eléctricas de las que dispone cada cuadro. La sección de los cables de cada una de las líneas se ha calculado en el anexo de cálculos del proyecto.

PLANTA PILOTO (PPI)

Desde el Cuadro de la planta piloto parten las líneas que alimentan los diferentes receptores de la planta. Las características de estas líneas se muestran en la Tabla 11.

Tag	Receptor	Circuito
PP1R	Alumbrado 1	2x4 mm ² +T RZ1-K
PP1.1R	Emergencia 1	2x1,5 mm ² +T RZ1-K
PP2R	Alumbrado 2	2x4 mm ² +T RZ1-K
PP2.1R	Emergencia 2	2x1,5 mm ² +T RZ1-K
PP3R	Alumbrado 3	2x4 mm ² +T RZ1-K
PP3.1R	Emergencia 3	2x1,5 mm ² +T RZ1-K
PP4R	Alumbrado 4	2x4 mm ² +T RZ1-K
PP5R	Alumbrado Exterior	4x2,5 mm ² +T RZ1-K
PP6R	C.t. Corriente 1	4x10 mm ² +T RZ1-K
PP7R	C.t. Corriente 2	4x10 mm ² +T RZ1-K
PP8R	C.t. Corriente 3	4x10 mm ² +T RZ1-K
PP9R	C.t. Corriente 4	4x10 mm ² +T RZ1-K
PP10R	Puerta	2x2,5 mm ² +T RZ1-K
PP11R	C. Medida	2x1,5 mm ² +T RZ1-K
PP12R	Reserva 1	2x1,5 mm ² +T RZ1-K
PP13R	Reserva 2	2x2,5mm ² +T RZ1-K

PP14R	Reserva 3	2x4 mm ² +T RZ1-K
PP15R	Reserva 4	4x10 mm ² +T RZ1-K

Tabla 11 – Cuadro resumen de las líneas de la Planta Piloto

CONDUCTORES (PPI)

Los conductores aislados serán del tipo **RZ1-K**, de tensión asignada 0,6/1KV, con conductor de cobre de Clase 5, es decir, flexible para instalaciones fijas y aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina. Cumplirán con lo dispuesto en la norma UNE 21.123-4.

LABORATORIO DE LA PLANTA BAJA (LPB)

Desde el Cuadro del laboratorio de la planta baja parten las líneas que alimentan los diferentes receptores de la planta. Las características de estas líneas se muestran en la Tabla 12.

Tag	Receptor	Circuito
LB1R	Alumbrado 1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB1.1R	Emergencia 1	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB2R	Alumbrado 2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB2.1R	Emergencia 2	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB3R	Alumbrado 3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB3.1R	Emergencia 3	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB4R	Alumbrado 4	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB5R	Vitrina 1-1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB6R	Vitrina 1-2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB7R	Vitrina 1-3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB8R	Variador 1	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB9R	Tomas de corriente 1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K

LB10R	Tomas de corriente 2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB11R	Tomas de corriente 3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB12R	Tomas de corriente 4	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB13R	Reserva 1	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB14R	Reserva 2	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB15R	Reserva 3	4x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LB16R	Reserva 4	4x1,5 mm ² +T ES07Z1-K

Tabla 12 – Cuadro resumen de las líneas Lab. Planta Baja.

CONDUCTORES (LPB)

Los conductores aislados serán del tipo **ES07Z1-K**, configuración de tipo nacional, con una tensión de aislamiento de 450/750V, aislante de mezcla termoplástica a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos. Cable de cobre de clase 5 según la UNE-EN-60228 es decir, flexible para instalaciones fijas.

LABORATORIO DE LA PLANTA PRIMERA (LPP)

Desde el Cuadro del laboratorio de la planta primera parten las líneas que alimentan los diferentes receptores de la planta. Las características de estas líneas se muestran en la Tabla 13.

Tag	Receptor	Circuito
LP1R	Alumbrado 1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP1.1R	Emergencia 1	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP2R	Alumbrado 2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP2.1R	Emergencia 2	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP3R	Alumbrado 3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP3.1R	Emergencia 3	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP4R	Alumbrado 4	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K

LP5R	Vitrina 1-1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP6R	Vitrina 1-2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP7R	Vitrina 1-3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP8R	Vitrina 1-4	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP9R	Variador 1	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP10R	Vitrina 2-1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP11R	Vitrina 2-2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP12R	Vitrina 2-3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP13R	Vitrina 2-4	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP14R	Variador 2	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP15R	Vitrina 3-1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP16R	Vitrina 3-2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP17R	Vitrina 3-3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K -K
LP18R	Vitrina 3-4	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP19R	Vitrina 3-5	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP20R	Vitrina 3-6	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP21R	Variador 3	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP22R	Vitrina 4-1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP23R	Vitrina 4-2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP24R	Vitrina 4-3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP25R	Variador 4	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP26R	Vitrina 5-1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K

LP27R	Vitrina 5-2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP28R	Vitrina 5-3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP29R	Variador 5	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP30R	Vitrina 6-1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP31R	Vitrina 6-2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP32R	Vitrina 6-3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP33R	Vitrina 6-4	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP34R	Variador 6	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP35R	Ventilador arm. Ácidos	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP36R	Toma corriente1	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP37R	Ventilador arm. Disol.	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP38R	Toma corriente2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP39R	Toma corriente3	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP40R	Estufa ULE 600	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP41R	Toma corriente 4	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP42R	Estufa ULE 500	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP43R	Reómetro	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP44R	Reserva 1	4x4 mm ² +T ES07Z1-K
LP45R	Reserva 2	4x4 mm ² +T ES07Z1-K
LP46R	Reserva 3	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP47R	Reserva 4	4x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP48R	Reserva 5	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K

LP49R	Reserva 6	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP50R	Reserva 7	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP51R	Reserva 8	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP52R	Reserva 9	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP53R	Reserva 10	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LP54R	Reserva 11	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K

Tabla 13 - Cuadro resumen de las líneas Lab. Planta Primera.

CONDUCTORES (LPP)

Los conductores aislados serán del tipo **ES07Z1-K**, configuración de tipo nacional, con una tensión de aislamiento de 450/750V, aislante de mezcla termoplástica a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos. Cable de cobre de clase 5 según la UNE-EN-60228 es decir, flexible para instalaciones fijas.

CLIMA (CLV)

Desde el Cuadro de clima y ventilación parten las líneas que alimentan los diferentes receptores de la planta. Las características de estas líneas se muestran en la Tabla 14.

Tag	Receptor	Circuito
LC1R	Impulsión	3x6 mm ² +T RZ1-K
LC2R	Maniobras	2x1,5 mm ² +T RZ1-K
LC3R	Bomba de Calor	3x16mm ² +T RZ1-K
LC4R	Bomba de Calor	3x16mm ² +T RZ1-K
LC5R	Recuperador	3x10 mm ² +T RZ1-K
LC6R	Sistema de control	2x1,5 mm ² +T RZ1-K
LC7R	Reserva 1	3x16mm ² +T RZ1-K
LC8R	Reserva 2	3x6mm ² +T RZ1-K
LC9R	Reserva 3	2x2,5 mm ² +T RZ1-K

Tabla 14 – Cuadro resumen de las líneas de Clima

CONDUCTORES (CLV)

Los conductores aislados serán del tipo **RZ1-K**, de tensión asignada 0,6/1KV, con conductor de cobre de Clase 5, es decir, flexible para instalaciones fijas y aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina. Cumplirán con lo dispuesto en la norma UNE 21.123-4.

MONTACARGAS (MON)

Desde el Cuadro del montacargas parten las líneas que alimentan los diferentes receptores de la planta. Las características de estas líneas se muestran en la Tabla 15.

Tag	Receptor	Circuito
LM1R	Fuerza	3x10 mm ² +T ES07Z1-K
LM2R	Alumbrado 1	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LM3R	Alumbrado 2	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K
LM4R	Maniobras	2x1,5 mm ² +T ES07Z1-K
LM5R	Tomas de corriente	2x2,5 mm ² +T ES07Z1-K

Tabla 15 – Cuadro resumen de las líneas del Montacargas.

CONDUCTORES (MON)

Los conductores aislados serán del tipo **ES07Z1-K**, configuración de tipo nacional, con una tensión de aislamiento de 450/750V, aislante de mezcla termoplástica a base de poliolefina con baja emisión de gases corrosivos y humos. Cable de cobre de clase 5 según la UNE-EN-60228 es decir, flexible para instalaciones fijas.

1.9.13 Alumbrado de emergencia

El objetivo de este tipo de alumbrado es la de permitir en caso de fallo del alumbrado ordinario, la evacuación segura y fácil del público hacia el exterior o iluminar otros puntos que se señalen.

Los aparatos autónomos destinados a alumbrado de emergencia deberán cumplir las normas UNE-EN 60598-2-22 y la norma UNE 20392 o UNE 20.062, según sea la luminaria para lámparas fluorescentes o incandescentes, respectivamente.

Los equipos de emergencia y señalización utilizarán el suministro eléctrico ordinario de carga de sus acumuladores. Estos equipos poseerán una autonomía mínima de una hora de funcionamiento y dispondrán de un dispositivo que los haga entrar en funcionamiento automático al producirse el fallo del alumbrado general o cuando la tensión de éste baje a menos del 70 % de su tensión nominal.

1.10 Recuperador energético

Como consecuencia de las extracciones de aire de un laboratorio con tantas vitrinas, las dimensiones del equipo de clima quedan desproporcionadas. Por ese motivo, se instalará un recuperador energético, capaz de aprovechar mejor la energía que se encuentra en el aire del laboratorio. Gracias a este equipo se pueden reducir tanto la inversión inicial, como el consumo anual de energía.

Tanto es así que se reduce el consumo de energía en unos 34.400kWh al año, lo cual supone un ahorro del 54%.

El análisis energético realizado para exponer estos datos, queda reflejado en el anexo de cálculos del proyecto.

Anexo I – Cálculos

Parte 1 - Instalación Baja Tensión

1.11 Cálculos luminotécnicos

En el caso que se presenta, será suficiente con obtener el valor medio en servicio de la iluminancia, ya que se trata de locales iluminados con alumbrado general y no se requiere una precisión muy elevada. Para ello se utilizará el *Método de los lúmenes*, que pasa a describirse a continuación.

1.11.1 Descripción del método

El método de cálculo a utilizar consiste en determinar el número de luminarias necesarias para proporcionar la iluminancia exigida para el local, según el tipo y la actividad que en él se va a desarrollar. Seguidamente, se fija el lugar de emplazamiento de esas luminarias para, a continuación, hallar el flujo luminoso total.

Para llevar a cabo este proceso se deberán seguir los siguientes pasos:

1. En primer lugar, es necesario recabar cierta información:
 - Dimensiones del local.
 - Altura del plano de trabajo, que normalmente se considera en 0,85m.
 - Actividad a desarrollar.
 - Características y tipo del objeto a iluminar.
 - Limitación del deslumbramiento.
 - Dirección de la luz.
 - Sombras, reflexiones y contrastes.
 - Identificación de colores.
2. Se fija el nivel de iluminación medio en lux a obtener en función de la clase de edificio y tarea a realizar en el plano de trabajo según la UNE-EN 12464-1:2003.
3. Se determina el sistema de alumbrado y el tipo de luminaria en función de la información previa y las características propias de lámparas y luminarias.
4. Se determina el factor de mantenimiento (Cm).
5. Se calcula el índice del local según la clase de alumbrado, empleando la Ecuación (3).

6. Con el índice del local, el tipo de luminaria y el factor de reflexión de techos y paredes, se determina con ayuda de las fichas técnicas de las luminarias, el factor de utilización. (Cu)
7. Se calcula el flujo total, ϕ_t , a instalar mediante la Ecuación 2.2.
8. Una vez calculado el flujo total ϕ_t , como el flujo que aporta cada luminaria es conocido, se puede determinar el número de luminarias necesarias mediante la Ecuación (1).
9. Se distribuyen las luminarias de manera uniforme, comprobando que realmente el nivel de iluminación medio es el que se había fijado en el punto 2, mediante la norma.
10. Finalmente se realiza el cálculo de la potencia total a instalar en el local, en función de la potencia individual de cada lámpara y del número total de lámparas que se requiere instalar.

1.11.2 Definición de datos

En este caso, se va a iluminar 3 salas, uno con carácter de almacenamiento, y los otros dos serán de la industria química del plástico.

Para la planta piloto, se precisan según la norma:

1.4 Salas de almacenamiento, almacenes fríos

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
1.4.1	Almacenes y cuarto de almacén	100	25	60	200 lux si está ocupado en continuo
1.4.2	Áreas de manipulación de paquetes y de expedición	300	25	60	

Figura 4 – Nivel de Iluminación medio para la planta piloto.

Para este caso UBE se ha ceñido a la normativa y se usara un nivel de iluminación medio de 300 luxes.

Para el caso de los laboratorios se ha sido más riguroso a la hora de definir el nivel medio de iluminación. En este caso la norma refleja lo siguiente:

2.5 Industria química, de plásticos y de caucho

Nº ref.	Tipo de interior, tarea y actividad	\bar{E}_m lux	UGR _L	R _a	Observaciones
2.5.1	Instalaciones de tratamiento manejadas por control remoto	50	–	20	Se deben reconocer los colores de seguridad
2.5.2	Instalaciones de tratamiento con intervención manual limitada	150	28	40	
2.5.3	Puestos de trabajo constantemente protegidos en instalaciones de tratamiento	300	25	80	
2.5.4	Salas de medidas de precisión, laboratorios	500	19	80	
2.5.5	Producción farmacéutica	500	22	80	
2.5.6	Producción de neumáticos	500	22	80	
2.5.7	Inspección de colores	1 000	16	90	T _{CP} ≥ 4 000 K
2.5.8	Corte, acabado, inspección	750	19	80	

Figura 5 - Nivel de Iluminación medio para laboratorios.

Como se aprecia en la Figura 5, el nivel exigido por la norma es de 500 luxes, sin embargo UBE quiere asegurar unas óptimas condiciones de trabajo, elevando a 600 luxes el nivel medio de ambos laboratorios.

1.11.3 Ecuaciones empleadas

A continuación se muestran las formulas y ecuaciones utilizadas para el cálculo de las luminarias.

- Flujo Luminoso del Local

$$\Phi_T = \frac{E_m \cdot S}{C_u \cdot C_m} \quad (1)$$

Dónde:

Φ_T = Flujo luminoso que un determinado local necesita (Lúmenes)

E_m = Nivel de iluminación medio (Luxes)

S = Superficie a iluminar (m²)

C_u = Factor de utilización

C_m = Factor de mantenimiento

- Número de Luminarias

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (2)$$

Dónde:

Φ_T = Flujo luminoso que un determinado local necesita (lm)

Φ_L = Flujo luminoso de la lámpara (lm)

NL = Número de luminarias necesarias

n = Número de lámparas por luminaria

- Índice del Local

$$k = \frac{a \cdot b}{H \cdot (a + b)} \quad (3)$$

Dónde:

k = Índice del local

a = Ancho del local (m)

b = Largo del local (m)

H = Alto del local (m)

- Distribución de Luminarias (Filas)

$$N_{ancho} = \sqrt{\left(\frac{NL}{b}\right) \cdot a} \quad (4)$$

Dónde:

N_{ancho} = Número de filas

a = Ancho del local (m)

b = Largo del local (m)

NL = Número de luminarias

- Distribución de Luminarias (Columnas)

$$N_{largo} = N_{ancho} \cdot \left(\frac{b}{a}\right) \quad (5)$$

Dónde:

N_{largo} = Número de columnas

N_{ancho} = Número de filas

a = Ancho del local (m)

b = Largo del local (m)

- Distancia entre luminarias (Ancho)

$$d_a = \left(\frac{a}{n_f} \right) \quad (6)$$

Dónde:

d_a = Distancia entre luminarias (ancho)

a = Ancho del local (m)

n_f = Número real de filas

- Distancia entre luminarias (Largo)

$$d_l = \left(\frac{b}{n_c} \right) \quad (7)$$

Dónde:

d_l = Distancia entre luminarias (largo)

b = Largo del local (m)

n_c = Número real de columnas

- Comprobación Nivel de Iluminación Medio

$$E_m = \frac{N_r L \cdot n \cdot \Phi_L \cdot C_u \cdot C_m}{S} \geq E_m \text{ tablas} \quad (8)$$

Dónde:

E_m = Nivel de flujo medio (lm)

$N_r L$ = Número real de luminarias

n = Número de lámparas por luminaria

Φ_L = Nivel de flujo de lámpara (lm)

C_u = Factor de utilización

C_m = Factor de mantenimiento

S = Superficie a iluminar (m²)

- Potencia Instalada

$$P_i = N_r L \cdot n \cdot P_l \quad (9)$$

Dónde:

P_i = Potencia instalada (W)

$N_r L$ = Número real de luminarias
 n = Número de lámparas por luminaria
 P_l = Potencia de lámpara (W)

1.11.4 Cálculo de luminarias

PLANTA BAJA

Laboratorio de Caracterización

Dimensiones	a = ancho	10 m
	b = largo	19 m
	H = alto	2,8 m
	h' = altura de trabajo	0,85 m
Nivel de Iluminación	E_m para laboratorios UBE	600 lux
Lámpara Instalada	Philips TL-D Super 80 18W	
	Potencia	18 W
	Flujo luminoso (Φ_i)	1300 lm
Luminaria Instalada	Philips TBS165	
	Lámparas alojadas	4
	Potencia luminaria	56W
	Flujo luminoso luminaria	5200 lm
Sistema	Luminaria empotrada y sistema directo	
Coef. Reflexión	Techo acústico blanco	0,5-0,65
	Pared blanca	0,7-0,85
	Suelo gris claro	0,4-0,5
Índice del Local	k	0,98
Factor de Utilización	C_u	0,57
Factor de Mantenimiento	C_m (ambiente limpio)	0,8
Flujo Luminoso Necesario	Φ_T	250.000 lm
Número de Luminarias	NL (48,1)	50
Flujo Luminoso Instalado	Φ_l	260.000 lm
Distribución de Luminarias	$N_{\text{ancho}} = 5,32$	nf = 5
	$N_{\text{largo}} = 10,10$	nc = 10
Distancia entre Luminarias	Ancho	2 m
	Largo	1,9 m

Comprobación E_m (lm) 624,00 \geq 600

Potencia Instalada **3.600,00W**

Tabla 16 – Potencia iluminación Lab. Planta Baja.

Planta Piloto

Dimensiones	a = ancho	19 m
	b = largo	20 m
	H = alto	5,5 m
	h' = altura de trabajo	0,85 m
Nivel de Iluminación	E_m para laboratorios UBE	300 lux
Lámpara Instalada	Philips PHI-P	
	Potencia	250 W
	Flujo luminoso (Φ_i)	18000 lm
Luminaria Instalada	Philips TBS165	
	Lámparas alojadas	1
	Potencia luminaria	250W
	Flujo luminoso luminaria	18000 lm
Sistema	Luminaria suspendida y sistema directo	
Coef. Reflexión	Techo acústico blanco	0,5-0,65
	Pared gris oscura	0,10-0,20
	Suelo gris oscuro	0,10-0,20
Índice del Local	k	0,98
Factor de Utilización	C_u	0,5
Factor de Mantenimiento	C_m (ambiente limpio)	0,8
Flujo Luminoso Necesario	Φ_T	285.000,00 lm
Número de Luminarias	NL (15,8)	16
Flujo Luminoso Instalado	Φ_I	288.000 lm
Distribución de Luminarias	$N_{\text{ancho}} = 3,87$	nf = 4
	$N_{\text{largo}} = 4,08$	nc = 4
Distancia entre Luminarias	Ancho	4,75 m
	Largo	5 m

Comprobación E_m (lm)

$303,15 \geq 300$

Potencia Instalada

4.000,00W

Tabla 17 – Potencia iluminación Planta Piloto.

PLANTA PRIMERA

Laboratorio Químico

Dimensiones	a = ancho	10 m
	b = largo	19 m
	H = alto	2,8 m
	h' = altura de trabajo	0,85 m
Nivel de Iluminación	E _m para laboratorios UBE	600 lux
Lámpara Instalada	Philips TL-D Super 80 18W	
	Potencia	18 W
	Flujo luminoso (Φ _i)	1300 lm
Luminaria Instalada	Philips TBS165	
	Lámparas alojadas	4
	Potencia luminaria	56W
	Flujo luminoso luminaria	5200 lm
Sistema	Luminaria empotrada y sistema directo	
Coef. Reflexión	Techo acústico blanco	0,5-0,65
	Pared blanca	0,7-0,85
	Suelo gris claro	0,4-0,5
Índice del Local	k	0,98
Factor de Utilización	C _u	0,57
Factor de Mantenimiento	C _m (ambiente limpio)	0,8
Flujo Luminoso Necesario	Φ _T	250.000 lm
Número de Luminarias	NL (48,1)	50
Flujo Luminoso Instalado	Φ _I	260.000 lm
Distribución de Luminarias	N _{ancho} = 5,03	nf = 5
	N _{largo} = 9,56	nc = 10
Distancia entre Luminarias	Ancho	2 m
	Largo	1,9 m

Comprobación E_m (lm) 624,00 ≥ 600

Potencia Instalada **3.600,00W**

Tabla 18 – Potencia iluminación Lab. Planta Primera.

La configuración adoptada en iluminación queda reflejada en los planos: Plano 14 y Plano 15.

EXTERIOR

En el exterior del edificio se instalarán unas luminarias en la zona del porche, y también serán instalados unos proyectores alrededor del edificio, en concreto en las caras norte y este. En la Tabla 19 se muestra la potencia de cada una de las luminarias, su potencia así como la potencia total.

Serán:

Equipo	Unidades	Potencia (W)	Potencia total(W)
Aplique exterior	5	26	130
Proyectores	3	250	750
TOTAL			880W

Tabla 19 – Potencia iluminación exterior.

1.12 Potencia prevista

Para llevar a cabo la previsión de cargas del edificio se tendrán en cuenta los cálculos luminotécnicos del apartado anterior. Se conocen las cargas del montacargas y de la instalación de climatización, el cual viene especificado en el Anexo I de este mismo proyecto. Además, se conocen algunos equipos que estarán presentes en los laboratorios y así facilita el cálculo aproximado de los consumos de estos espacios. El resto de cargas se calcularán previendo de manera aproximada los posibles consumos que se podrían llevar a cabo en cada una de las estancias del edificio, así como el coeficiente de utilización de dichos consumos.

No obstante, se tendrá en cuenta que la carga prevista sea como mínimo de $125\text{W}/\text{m}^2$ de superficie útil y nunca menor de 10.350W por local con coeficiente de simultaneidad 1, tal y como determina el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en el punto 4.2. de la Instrucción ITC-BT-10, para edificios destinados a concentración de industrias.

En la Tabla 20 se muestran, todos los consumos previstos, y sus respectivas potencias eléctricas, según su naturaleza:

Uso	Receptor	Unidades	Potencia unitaria (W)	Potencia total (W)
ALUMBRADO	Pantalla 4x18W BE	100	72,00	7.200,00
	Campana Industrial 250W HM	16	250,00	4.000,00
	Proyector 25W HM	3	250,00	750,00
	Aplique exterior 26W	5	26,00	130,00
	Luminaria de emergencia 290 Lm	24	5,00	120,00

	Luminaria de emergencia 400Lm	8	2,30	18,40
			Total	12.218,40
FUERZA	Cuadro de tomas de corriente PPI	4	15.000,00	60.000,00
	Impulsión	1	2.200,00	2.200,00
	Bomba de Calor	2	8.000,00	16.000,00
	Recuperador	1	4.000,00	4.000,00
	Extractor vitrinas tipo 1	6	2.200,00	13.200,00
	Extractor vitrinas tipo 2	1	4.000,00	4.000,00
	Ventilador armario ácidos	1	2.000,00	2.000,00
	Ventilador armario disolventes	1	2.000,00	2.000,00
	Puerta	1	500,00	500,00
	Montacargas	1	5.000,00	5.000,00
				Total
OTROS USOS	Vitrinas laboratorio planta baja	3	1.000,00	3.000,00
	Vitrinas laboratorio planta primera	24	1.000,00	24.000,00
	Puntos de corriente	8	2.000,00	16.000,00
	Estufa UFE600	1	2.000,00	2.000,00
	Estufa ULE500	1	2.500,00	2.500,00
	Reómetro	1	1.000,00	1.000,00
	Rack Nuevo	1	1.200,00	1.200,00
	C. Medida	1	100,00	100,00
	Sistema Control CLV	1	200,00	200,00
	Maniobras	1	350,00	350,00
				Total

RESERVA	Reserva cuadro general	1	8.000,00	8.000,00
	Reserva planta piloto	1	16.600,00	16.600,00
	Reserva planta baja	1	7.200,00	7.200,00
	Reserva planta primera	1	24.400,00	24.400,00
	Reservas cuadro clima	1	17.500,00	17.500,00
				Total

Tabla 20 – Cuadro detalle potencia prevista.

Por tanto la potencia total por uso será la que se muestra en la Tabla 21.

Uso	Potencia total (W)
Alumbrado	12.218,40
Fuerza	108.900,00
Otros usos	50.350,00
Varios	73.700,00
Total	245.168,4

Tabla 21 – Cuadro resumen potencia prevista.

1.12.1 Potencia instalada por línea

A continuación se muestra un desglose de potencias por cada local, para ver si se cumple con la ITC-BT-10. Para ello, en las siguientes tablas se describen cuáles serán las líneas de cada local y la potencia que suministran:

PLANTA PILOTO

Tag	Receptor	Coef. Mayoración	Potencia (W)
PP1R	Alumbrado 1	1	1.000,00
PP1.1R	Emergencia 1	1	4,6
PP2R	Alumbrado 2	1	1.000,00

PP2.1R	Emergencia 2	1	4,6
PP3R	Alumbrado 3	1	1.000,00
PP3.1R	Emergencia 3	1	9,2
PP4R	Alumbrado 4	1	1.000,00
PP5R	Alumbrado Exterior	1	880,00
PP6R	Tomas de corriente 1	1	15.000,00
PP7R	Tomas de corriente 2	1	15.000,00
PP8R	C.t. Corriente 3	1	15.000,00
PP9R	C.t. Corriente 4	1	15.000,00
PP10R	Puerta	1	500,00
PP11R	C. Medida	1	100,00
PP12R	Reserva 1	1	100,00
PP13R	Reserva 2	1	500,00
PP14R	Reserva 3	1	1.000,00
PP15R	Reserva 4	1	15.000,00
		Total	82.098,40

Tabla 22 – Potencia cuadro Planta piloto

Considerando que la superficie del local es de 368,04 m² en la Tabla 23 se muestra el cumplimiento de la norma:

Local	Norma	Cumple
82.092,00W	> 10.350W	Si
223,05W/m ²	> 125W/m ²	Si

Tabla 23 – Cumplimiento norma Planta Piloto

LABORATORIO PLANTA BAJA

Tag	Receptor	Coef. Mayoración	Potencia (W)
LB1R	Alumbrado 1	1	936,00
LB1.1R	Emergencia 1	1	20,00
LB2R	Alumbrado 2	1	936,00
LB2.1R	Emergencia 2	1	20,00
LB3R	Alumbrado 3	1	864,00
LB3.1R	Emergencia 3	1	20,00
LB4R	Alumbrado 4	1	864,00
LB5R	Vitrina 1-1	1	1.000,00
LB6R	Vitrina 1-2	1	1.000,00
LB7R	Vitrina 1-3	1	1.000,00
LB8R	Variador 1	1	2.200,00
LB9R	Tomas de corriente 1	1	2.000,00
LB10R	Tomas de corriente 2	1	2.000,00
LB11R	Tomas de corriente 3	1	2.000,00
LB12R	Tomas de corriente 4	1	2.000,00
LB13R	Reserva 1	1	2.200,00
LB14R	Reserva 2	1	2.000,00
LB15R	Reserva 3	1	1.500,00
LB16R	Reserva 4	1	1.500,00
		Total	24.060,00

Tabla 24 – Potencia cuadro Lab. Planta Baja.

Considerando que la superficie del local es de 189,47 m² en la Tabla 25 se verifica el cumplimiento de la normativa:

Local	Norma	Cumple
24.060,00W	> 10.350W	Si
129,03W/m ²	> 125W/m ²	Si

Tabla 25 – Cumplimiento norma cuadro Lab. Planta Baja.

LABORATORIO PRIMERA PLANTA

Tag	Receptor	Coef. Mayoración	Potencia (W)
LP1R	Alumbrado 1	1	936,00
LP1.1R	Emergencia 1	1	20,00
LP2R	Alumbrado 2	1	936,00
LP2.1R	Emergencia 2	1	20,00
LP3R	Alumbrado 3	1	864,00
LP3.1R	Emergencia 3	1	20,00
LP4R	Alumbrado 4	1	864,00
LP5R	Vitrina 1-1	1	1.000,00
LP6R	Vitrina 1-2	1	1.000,00
LP7R	Vitrina 1-3	1	1.000,00
LP8R	Vitrina 1-4	1	1.000,00
LP9R	Variador 1	1	2.200,00
LP10R	Vitrina 2-1	1	1.000,00
LP11R	Vitrina 2-2	1	1.000,00
LP12R	Vitrina 2-3	1	1.000,00

LP13R	Vitrina 2-4	1	1.000,00
LP14R	Variador 2	1	2.200,00
LP15R	Vitrina 3-1	1	1.000,00
LP16R	Vitrina 3-2	1	1.000,00
LP17R	Vitrina 3-3	1	1.000,00
LP18R	Vitrina 3-4	1	1.000,00
LP19R	Vitrina 3-5	1	1.000,00
LP20R	Vitrina 3-6	1	1.000,00
LP21R	Variador 3	1	4.000,00
LP22R	Vitrina 4-1	1	1.000,00
LP23R	Vitrina 4-2	1	1.000,00
LP24R	Vitrina 4-3	1	1.000,00
LP25R	Variador 4	1	2.200,00
LP26R	Vitrina 5-1	1	1.000,00
LP27R	Vitrina 5-2	1	1.000,00
LP28R	Vitrina 5-3	1	1.000,00
LP29R	Variador 5	1	2.200,00
LP30R	Vitrina 6-1	1	1.000,00
LP31R	Vitrina 6-2	1	1.000,00
LP32R	Vitrina 6-3	1	1.000,00
LP33R	Vitrina 6-4	1	1.000,00
LP34R	Variador 6	1	2.200,00

LP35R	Ventilador arm. Ácidos	1	2.000,00
LP36R	Toma corriente1	1	2.000,00
LP37R	Ventilador arm. Disol.	1	2.000,00
LP38R	Toma corriente2	1	2.000,00
LP39R	Toma corriente3	1	2.000,00
LP40R	Estufa ULE 600	1	2.000,00
LP41R	Toma corriente 4	1	2.000,00
LP42R	Estufa ULE 500	1	2.500,00
LP43R	Reómetro	1	1.000,00
LP44R	Reserva 1	1	4.000,00
LP45R	Reserva 2	1	4.000,00
LP46R	Reserva 3	1	2.200,00
LP47R	Reserva 4	1	2.200,00
LP48R	Reserva 5	1	2.000,00
LP49R	Reserva 6	1	2.000,00
LP50R	Reserva 7	1	2.000,00
LP51R	Reserva 8	1	1.500,00
LP52R	Reserva 9	1	1.500,00
LP53R	Reserva 10	1	1.500,00
LP54R	Reserva 11	1	1.500,00
		Total	84.560,00

Tabla 26 – Potencia cuadro Lab. Planta Primera.

Dado que la superficie del local es de 189.57 m² en la Tabla 27 se verifica el cumplimiento de la normativa.

Local	Norma	Cumple
84.560,00W	> 10.350W	Si
446,06W/m ²	> 125W/m ²	Si

Tabla 27 – Cumplimiento norma cuadro Lab. Planta Primera.

1.13 Potencia prevista

Tal como describe la ITC-BT-01, la potencia prevista es la potencia máxima capaz de suministrar una instalación a los equipos y aparatos conectados a ella, de manera que en este caso vendrá limitada por el interruptor general de la instalación, que dependiendo de cada una de las cinco líneas generales de alimentación será:

La potencia prevista para cada una de las líneas de alimentación a los cuadros de la planta piloto y laboratorio planta primera es para cada una de ellas:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 140 \cdot 0,85 = 82.445,62W \quad (1)$$

La potencia prevista para las líneas de alimentación a los cuadros de laboratorio planta baja y clima es para cada una de ellas:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 125 \cdot 0,85 = 73.612,16W \quad (2)$$

La potencia prevista para la línea de alimentación al cuadro del montacargas es:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 40 \cdot 0,85 = 23.555,89W \quad (3)$$

Por tanto la potencia prevista total será la que se indica en la siguiente Tabla:

Potencia prevista total	
Planta piloto	82.445,62W
Lab. Planta baja	82.445,62W
Lab. Planta primera	73.612,16W
Clima	73.612,16W
Montacargas	23.555,89W
Total	335.671,45W

1.14 Cálculo de secciones

1.14.1 Descripción del método de cálculo

Para el cálculo de las secciones de los conductores se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Potencia de los receptores
- Características de la alimentación
- Longitud de la línea
- Tipo de cable y forma de instalación

Para determinar la sección de los conductores deben tenerse en cuenta que se cumplan los factores siguientes:

- a) Criterio térmico: temperatura máxima admisible en el conductor.
- b) Caída de tensión admisible.
- c) Criterio de cortocircuito: valor máximo de la longitud del conductor que permita asegurar el funcionamiento de la protección contra cortocircuitos.

El criterio térmico supone que la sección del cable debe soportar la corriente de diseño que va a pasar por él. Para la elección de dicha sección de cable, se han empleado las tablas proporcionadas por el fabricante de los conductores a instalar, que son equiparables a la Tabla 1 de la Instrucción Técnica 019 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La segunda condición requiere que la sección del cable sea tal que la caída de tensión en él sea menor que la máxima admisible según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, en el que se fijan los siguientes valores:

En instalaciones interiores industriales (ITC-BT-019):

- 4,5% para alumbrado.
- 6,5% para el resto de consumos.

Además, deberá tenerse en cuenta el factor de mayoración introducido en el cálculo de potencia en aquellos circuitos que alimenten a un sistema de alumbrado con lámparas de descarga, estimado en 1,8 veces la potencia total instalada. Igualmente, se considerará el factor de mayoración de motores en el arranque, siendo éste de 1,25.

1.14.2 Ecuaciones empleadas

- Intensidad monofásica

$$I_i = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} \quad (10)$$

Dónde:

I_i = Intensidad de cálculo (A)
P = Potencia de cálculo (W)
U = Tensión monofásica (V) [230V]
cos ϕ = Factor de potencia

- Intensidad trifásica

$$I_{iii} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} \quad (11)$$

Dónde:

I_{iii} = Intensidad de cálculo (A)
P = Potencia de cálculo (W)
U = Tensión trifásica (V) [400V]
cos ϕ = Factor de potencia

- Caída de tensión monofásica

$$e_i = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot U \cdot S} \quad (12)$$

Dónde:

e_i = Caída de tensión (V)
P = Potencia de cálculo (W)
U = Tensión de la línea (V) [230V]
S = Sección del conductor (mm²)
 γ = Coeficiente [56 cobre; 35 aluminio]
L = Longitud de la línea (m)

- Caída de tensión trifásica

$$e_{iii} = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot U \cdot S} \quad (13)$$

Dónde:

e_{iii} = Caída de tensión (V)
P = Potencia de cálculo (W)
U = Tensión de la línea (V) [230V]
S = Sección del conductor (mm²)
 γ = Coeficiente [56 cobre; 35 aluminio]

L = Longitud de la línea (m)

- Caída de tensión en porcentaje

$$e_{(\%)} = \frac{e}{U} \cdot 100 \quad (14)$$

Dónde:

$e_{(\%)}$ = Caída de tensión (%)

U = Tensión de la línea (V) [230V;400V]

e = caída de tensión (V)

1.14.3 Resultados

Cuadro General de Protecciones

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Aislamiento	Montaje	C.D.T Previo (%)	Pot. Instalada (W)	Coef. Mayoración	Coef. Simultaneidad	Pot. Cálculos (W)	Cos φ	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	C.D.T.(V)	C.D.T Total (%)	Corriente máx. adm. (A)	Calibre IA
Cuadro General Baja Tensión																		
CG1R	Cuadro Planta Piloto	Cu	Trif	1000	E	6,5	245.168,40	1	0,8	65.678,72	0,85	111,53	35	50	2,05	0,51	145	140
CG2R	Cuadro Laboratorio Planta Baja	Cu	Trif	1000	E	6,5	24.060,00	1	0,9	20.451,00	0,85	34,73	20	50	0,37	0,09	145	125
CG3R	Cuadro Laboratorio Planta Primera	Cu	Trif	1000	E	6,5	84.560,00	1	0,9	71.876,00	0,85	122,05	31	50	1,99	0,50	145	140
CG4R	Cuadro Climatización	Cu	Trif	1000	E	6,5	40.050,00	1	0,9	36.045,00	0,85	61,21	50	50	1,61	0,40	145	125
CG5R	Cuadro Montacargas	Cu	Trif	1000	E	6,5	5.000,00	1	0,9	4.250,00	0,85	7,22	31	16	0,37	0,09	73	40
CG6R	Rack nuevo	Cu	Mono	1000	E	6,5	1.200,00	1	1	1.200,00	1	5,22	10	2,5	0,75	0,32	26,5	20
CG7R	Maniobras	Cu	Mono	1000	E	6,5	200,00	1	1	200,00	1	0,87	0	2,5	-	-	26,5	20
CG8R	Reserva 1	Cu	Trif	1000	E	6,5	8.000,00	1	1	8.000,00	1	11,55	0	50	-	-	145	125

Cuadro Planta Piloto

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Aislamiento	Montaje	C.D.T Previo (%)	Pot. Instalada (W)	Coef. Mayoración	Coef. Simultaneidad	Pot. Cálculos (W)	Cos φ	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm2)	C.D.T (V)	C.D.T Total (%)	Corriente máx. adm. (A)	Calibre IA	
Cuadro Planta Piloto																			
							82.098,40			88.567,12									
PP1R	Alumbrado 1	Cu Mono	1000	B1	4,5	1.000,00	1,8	1	1.800,00	0,99	7,91	51	4	3,56	1,55	36	20		
PP1.1R	Emergencia 1	Cu Mono	1000	B1	4,5	4,6	1,8	1	8,28	0,99	0,04	42	1,5	0,04	0,02	20	10		
PP2R	Alumbrado 2	Cu Mono	1000	B1	4,5	1.000,00	1,8	1	1.800,00	0,99	7,91	46	4	3,21	1,40	36	20		
PP2.1R	Emergencia 2	Cu Mono	1000	B1	4,5	4,6	1,8	1	8,28	0,99	0,04	49	1,5	0,04	0,02	20	10		
PP3R	Alumbrado 3	Cu Mono	1000	B1	4,5	1.000,00	1,8	1	1.800,00	0,99	7,91	51	4	3,56	1,55	36	20		
PP3.1R	Emergencia 3	Cu Mono	1000	B1	4,5	9,2	1,8	1	16,56	0,99	0,07	54	1,5	0,09	0,04	20	10		
PP4R	Alumbrado 4	Cu Mono	1000	B1	4,5	1.000,00	1,8	1	1.800,00	0,99	7,91	46	4	3,21	1,40	36	20		
PP5R	Alumbrado Exterior	Cu Mono	1000	B1	4,5	880	1,8	1	1.584,00	0,99	6,96	71	2,5	6,99	3,04	23	16		
PP6R	C.t. Corriente 1	Cu Trif	1000	B1	6,5	15.000,00	1,3	0,8	15.600,00	0,85	26,49	3	10	0,21	0,05	54	32		
PP7R	C.t. Corriente 2	Cu Trif	1000	B1	6,5	15.000,00	1,3	0,8	15.600,00	0,85	26,49	19	10	1,32	0,33	54	32		
PP8R	C.t. Corriente 3	Cu Trif	1000	B1	6,5	15.000,00	1,3	0,8	15.600,00	0,85	26,49	30	10	2,09	0,52	54	32		
PP9R	C.t. Corriente 4	Cu Trif	1000	B1	6,5	15.000,00	1,3	0,8	15.600,00	0,85	26,49	40	10	2,79	0,70	54	32		
PP10R	Puerta	Cu Mono	1000	B1	6,5	500	1,3	1	650,00	0,85	3,32	30	2,5	1,21	0,53	26,5	16		
PP11R	C. Medida	Cu Mono	1000	B1	6,5	100	1	1	100,00	1	0,43	0	1,5	-	-	20	10		
PP12R	Reserva 1	Cu Mono	1000	B1	6,5	100	1	1	100,00	1	0,43	0	1,5	-	-	20	10		
PP13R	Reserva 2	Cu Mono	1000	B1	6,5	500	1	1	500,00	0,8	2,72	0	2,5	-	-	26,5	16		
PP14R	Reserva 3	Cu Mono	1000	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,99	4,39	0	4	-	-	36	20		
PP15R	Reserva 4	Cu Trif	1000	B1	6,5	15.000,00	1	1	15.000,00	0,85	25,47	0	10	-	-	54	32		

Cuadro Laboratorio Planta Baja

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Aislamiento	Montaje	C.D.T Previo (%)	Pot. Instalada (W)	Coef. Mayoración	Coef. Simultaneidad	Pot. Cálculos (W)	Cos φ	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	C.D.T.(V)	C.D.T Total (%)	Corriente máx. adm. (A)	Calibre IA	
Cuadro Laboratorio Planta Baja																			
							24.060,00			27.648,00									
LB1R	Alumbrado 1	Cu Mono	750	B1	4,5	936,00	1,8	1	1.684,80	0,99	7,40	58	2,5	6,07	2,64	21	16		
LB1.1R	Emergencia 1	Cu Mono	750	B1	4,5	20,00	1,8	1	36,00	0,99	0,16	56	1,5	0,21	0,09	15	10		
LB2R	Alumbrado 2	Cu Mono	750	B1	4,5	936,00	1,8	1	1.684,80	0,99	7,40	57	2,5	5,96	2,59	21	16		
LB2.1R	Emergencia 2	Cu Mono	750	B1	4,5	20,00	1,8	1	36,00	0,99	0,16	51	1,5	0,19	0,08	15	10		
LB3R	Alumbrado 3	Cu Mono	750	B1	4,5	864,00	1,8	1	1.555,20	0,99	6,83	64	2,5	6,18	2,69	21	16		
LB3.1R	Emergencia 3	Cu Mono	750	B1	4,5	20,00	1,8	1	36,00	0,99	0,16	34	1,5	0,13	0,06	15	10		
LB4R	Alumbrado 4	Cu Mono	750	B1	4,5	864,00	1,8	1	1.555,20	0,99	6,83	54	2,5	5,22	2,27	21	16		
LB5R	Vitrina 1-1	Cu Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,9	4,83	3	2,5	0,19	0,08	21	16		
LB6R	Vitrina 1-2	Cu Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,9	4,83	6	2,5	0,37	0,16	21	16		
LB7R	Vitrina 1-3	Cu Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,9	4,83	9	2,5	0,56	0,24	21	16		
LB8R	Variador 1	Cu Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1,3	1	2.860,00	0,85	4,86	6	2,5	0,31	0,08	18,5	16		
LB9R	Tomas de corriente 1	Cu Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16		
LB10R	Tomas de corriente 2	Cu Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16		
LB11R	Tomas de corriente 3	Cu Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16		
LB12R	Tomas de corriente 4	Cu Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16		
LB13R	Reserva 1	Cu Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1	1	2.200,00	0,85	3,74	0	2,5	-	-	18,5	16		
LB14R	Reserva 2	Cu Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	0	2,5	-	-	21	16		
LB15R	Reserva 3	Cu Mono	750	B1	6,5	1.500,00	1	1	1.500,00	0,85	7,67	0	1,5	-	-	15	10		
LB16R	Reserva 4	Cu Mono	750	B1	6,5	1.500,00	1	1	1.500,00	0,82	7,95	0	1,5	-	-	15	10		

Cuadro Laboratorio Planta Primera

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Aslamiento	Montaje	C.D.T.Previo (%)	Pot. Instalada (W)	Coef. Mayoración	Coef. Simultaneidad	Pot. Cálculos (W)	Cos φ	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	C.D.T.(V)	C.D.T.Total (%)	Corriente máx. adm. (A)	Calibre IA
Cuadro Laboratorio Planta Primera																		
LP1R	Alumbrado 1	Cu	Mono	750	B1	4,5	936,00	1,8	1	1.684,80	0,99	7,40	58	2,5	6,07	2,64	21	16
LP1.1R	Emergencia 1	Cu	Mono	750	B1	4,5	20,00	1,8	1	36,00	0,99	0,16	56	1,5	0,21	0,09	15	10
LP2R	Alumbrado 2	Cu	Mono	750	B1	4,5	936,00	1,8	1	1.684,80	0,99	7,40	57	2,5	5,96	2,59	21	16
LP2.1R	Emergencia 2	Cu	Mono	750	B1	4,5	20,00	1,8	1	36,00	0,99	0,16	51	1,5	0,19	0,08	15	10
LP3R	Alumbrado 3	Cu	Mono	750	B1	4,5	864,00	1,8	1	1.555,20	0,99	6,83	64	2,5	6,18	2,69	21	16
LP3.1R	Emergencia 3	Cu	Mono	750	B1	4,5	20,00	1,8	1	36,00	0,99	0,16	34	1,5	0,13	0,06	15	10
LP4R	Alumbrado 4	Cu	Mono	750	B1	4,5	864,00	1,8	1	1.555,20	0,99	6,83	54	2,5	5,22	2,27	21	16
LP5R	Vitrina 1-1	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	6	2,5	0,37	0,16	21	16
LP6R	Vitrina 1-2	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	6	2,5	0,37	0,16	21	16
LP7R	Vitrina 1-3	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	6	2,5	0,37	0,16	21	16
LP8R	Vitrina 1-4	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	6	2,5	0,37	0,16	21	16
LP9R	Variador vitrinas 1	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1,3	1	2.860,00	0,85	4,86	6	2,5	0,31	0,08	18,5	16
LP10R	Vitrina 2-1	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	12	2,5	0,75	0,32	21	16
LP11R	Vitrina 2-2	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	12	2,5	0,75	0,32	21	16
LP12R	Vitrina 2-3	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	12	2,5	0,75	0,32	21	16
LP13R	Vitrina 2-4	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	12	2,5	0,75	0,32	21	16
LP14R	Variador vitrinas 2	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1,3	1	2.860,00	0,85	4,86	12	2,5	0,61	0,15	18,5	16
LP15R	Vitrina 3-1	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	20	2,5	1,24	0,54	21	16
LP16R	Vitrina 3-2	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	20	2,5	1,24	0,54	21	16
LP17R	Vitrina 3-3	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	20	2,5	1,24	0,54	21	16
LP18R	Vitrina 3-4	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	20	2,5	1,24	0,54	21	16
LP19R	Vitrina 3-5	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	20	2,5	1,24	0,54	21	16

93.188,00

84.560,00

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Aislamiento	Montaje	C.D.T Previo (%)	Pot. Instalada (W)	Coeff. Mayoración	Coeff. Simultaneidad	Pot. Cálculos (W)	Cos φ	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm2)	C.D.T.(V)	C.D.T Total (%)	Corriente máx. adm. (A)	Calibre IA
LP20R	Vitrina 3-6	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	20	2,5	1,24	0,54	21	16
LP21R	Variador vitrinas 3	Cu	Trif	750	B1	6,5	4.000,00	1,3	1	5.200,00	0,85	8,83	20	4	1,16	0,29	24	20
LP22R	Vitrina 4-1	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	27	2,5	1,68	0,73	21	16
LP23R	Vitrina 4-2	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	27	2,5	1,68	0,73	21	16
LP24R	Vitrina 4-3	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	27	2,5	1,68	0,73	21	16
LP25R	Variador vitrinas 4	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1,3	1	2.860,00	0,85	4,86	27	2,5	1,38	0,34	18,5	16
LP26R	Vitrina 5-1	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	27	2,5	1,68	0,73	21	16
LP27R	Vitrina 5-2	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	27	2,5	1,68	0,73	21	16
LP28R	Vitrina 5-3	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	24	2,5	1,49	0,65	21	16
LP29R	Variador vitrinas 5	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1,3	1	2.860,00	0,85	4,86	24	2,5	1,23	0,31	18,5	16
LP30R	Vitrina 6-1	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	30	2,5	1,86	0,81	21	16
LP31R	Vitrina 6-2	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	30	2,5	1,86	0,81	21	16
LP32R	Vitrina 6-3	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	30	2,5	1,86	0,81	21	16
LP33R	Vitrina 6-4	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	30	2,5	1,86	0,81	21	16
LP34R	Variador vitrinas 6	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1,3	1	2.860,00	0,85	4,86	30	2,5	1,53	0,38	18,5	16
LP35R	Ventilador arm. Ácidos	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.000,00	1,3	1	2.600,00	0,85	4,42	50	2,5	2,32	0,58	18,5	16
LP36R	Toma corriente1	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16
LP37R	Ventilador arm. Disol.	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.000,00	1,3	1	2.600,00	0,85	4,42	50	2,5	2,32	0,58	18,5	16
LP38R	Toma corriente2	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16
LP39R	Toma corriente3	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16
LP40R	Estufa ULE 600	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	30	2,5	3,73	1,62	21	16
LP41R	Toma corriente 4	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	50	2,5	6,21	2,70	21	16
LP42R	Estufa ULE 500	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.500,00	1	1	2.500,00	0,85	12,79	30	2,5	4,66	2,03	21	16
LP43R	Reómetro	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.000,00	1	1	1.000,00	0,85	5,12	30	2,5	1,86	0,81	21	16
LP44R	Reserva 1	Cu	Trif	750	B1	6,5	4.000,00	1	1	4.000,00	0,85	6,79	0	4	-	-	24	20
LP45R	Reserva 2	Cu	Trif	750	B1	6,5	4.000,00	1	1	4.000,00	0,85	6,79	0	4	-	-	24	20
LP46R	Reserva 3	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1	1	2.200,00	0,85	3,74	0	2,5	-	-	18,5	16
LP47R	Reserva 4	Cu	Trif	750	B1	6,5	2.200,00	1	1	2.200,00	0,85	3,74	0	2,5	-	-	18,5	16
LP48R	Reserva 5	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	0	2,5	-	-	21	16
LP49R	Reserva 6	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	0	2,5	-	-	21	16
LP50R	Reserva 7	Cu	Mono	750	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,85	10,23	0	2,5	-	-	21	16
LP51R	Reserva 8	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.500,00	1	1	1.500,00	0,85	7,67	0	1,5	-	-	15	10
LP52R	Reserva 9	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.500,00	1	1	1.500,00	0,85	7,67	0	1,5	-	-	15	10
LP53R	Reserva 10	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.500,00	1	1	1.500,00	0,85	7,67	0	1,5	-	-	15	10
LP54R	Reserva 11	Cu	Mono	750	B1	6,5	1.500,00	1	1	1.500,00	0,85	7,67	0	1,5	-	-	15	10

Cuadro Clima

Circuito	Descripción										Pot. Instalada (W)	Coef. Mayoración	Coef. Simultaneidad	Pot. Cálculos (W)	Cos φ	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm ²)	C.D.T.(V)	C.D.T Total (%)	Corriente máx. adm. (A)	Calibre IA		
	Cuadro Clima										40.050,00			46.710,00										
LC1R	Cu	Trif	1000	B1	6,5	2.200,00	1,3	1	2.860,00	0,99	4,17	10	6	0,21	0,05	40	16							
LC2R	Cu	Mono	1000	B1	6,5	150,00	1	1	150,00	0,99	0,66	0	1,5	-	-	20	10							
LC3R	Cu	Trif	1000	B1	6,5	8.000,00	1,3	1	10.400,00	0,99	15,16	20	16	0,58	0,15	73	40							
LC4R	Cu	Trif	1000	B1	6,5	8.000,00	1,3	1	10.400,00	0,99	15,16	20	16	0,58	0,15	73	40							
LC5R	Cu	Trif	1000	B1	6,5	4.000,00	1,3	1	5.200,00	0,99	7,58	30	10	0,70	0,17	54	16							
LC6R	Cu	Mono	1000	B1	6,5	200,00	1	1	200,00	0,99	0,88	20	1,5	0,41	0,18	20	10							
LC7R	Cu	Trif	1000	B1	6,5	11.500,00	1	1	11.500,00	0,99	16,77	0	16	-	-	73	40							
LC8R	Cu	Trif	1000	B1	6,5	4.000,00	1	1	4.000,00	0,99	5,83	0	6	-	-	40	16							
LC9R	Cu	Trif	1000	B1	6,5	2.000,00	1	1	2.000,00	0,99	2,92	0	6	-	-	40	16							

Cuadro Montacargas

Circuito	Descripción	Material	Instalación	Aslamiento	Montaje	C.D.T Previo (%)	Pot. Instalada (W)	Coef. Mayoración	Coef. Simultaneidad	Pot. Cálculos (W)	Cos φ	Intensidad (A)	Longitud (m)	Sección (mm2)	C.D.T.(V)	C.D.T Total (%)	Corriente máx. adm. (A)	Calibre IA
	Cuadro Montacargas						5.000,00			6.344,00								
LM1R	Fuerza	Cu	Trif	1000	B1	6,5	4.000,00	1,3	1	5.200,00	0,99	7,58	10	10	0,23	0,06	54	32
LM2R	Alumbrado 1	Cu	Mono	1000	B1	4,5	120,00	1,8	1	216,00	0,99	0,95	25	1,5	0,56	0,24	20	10
LM3R	Alumbrado 2	Cu	Mono	1000	B1	4,5	60,00	1,8	1	108,00	0,99	0,47	16	2,5	0,11	0,05	26,5	10
LM4R	Maniobras	Cu	Mono	1000	B1	6,5	150,00	1	1	150,00	0,99	0,66	0	1,5	-	-	20	10
LM5R	Tomas de corriente	Cu	Mono	1000	B1	6,5	670,00	1	1	670,00	0,99	2,94	10	2,5	0,42	0,18	26,5	16

1.15 Cálculo de intensidades de cortocircuito

1.15.1 Descripción del método de cálculo

Para calcular las intensidades de cortocircuito de cada línea, será necesario conocer la impedancia del sistema sobre el cual se trabaja. Como ya se ha denotado en apartados anteriores, las características del transformador son las siguientes:

- $S_n = 800 \text{ kVa}$
- $E_{Tcc} = 5,51\%$
- $R_{Tcc} = 0,1 X_{Tcc}$
- $R_t = 6,6/0,4$

La línea de distribución es de $4x(3x240\text{mm}^2)$, por lo que al ser mayor de 120mm^2 se tendrá que tener en cuenta su reactancia. Se consideran las siguientes características:

- Longitud = 30 m
- $\rho = (1/58) \Omega\text{mm}^2/\text{m}$
- $\kappa = 80\text{m}\Omega/\text{km}$

Todo ello viene alimentado por otro circuito procedente de un transformador más grande, con las siguientes características:

- $S_n = 36.000 \text{ kVa}$
- $E_{Tcc} = 17,70\%$
- $P_{cc} = 202.828,90 \text{ W}$
- $R_t = 66/6,6$

La línea que conecta ambos transformadores es de aluminio y de $3x(1x150\text{mm}^2)$. Además, estas son sus características:

- Longitud = 250 m
- $\rho = 0,262 \Omega/\text{km}$
- $\kappa = 0,102 \Omega/\text{km}$

Debido a que la potencia de cortocircuito de la red es infinita ($S_k'' = \infty$), asegura que en caso de cortocircuito la tensión en bornes del transformador será la tensión nominal. Eso implica que para los cálculos se puede despreciar la impedancia de la red ($Z_{RED} = 0$).

Con la intensidad de cortocircuito obtenida se elige el poder de corte del interruptor magnetotérmico que se vaya a instalar en el lugar donde se ha calculado dicha intensidad, de manera que el poder de corte sea mayor que I_{cc} .

1.14.2 Ecuaciones empleadas

- Corriente de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot Z} \quad (15)$$

Dónde:

I_{cc} = Intensidad de cortocircuito en el punto considerado (kA)

U = Tensión compuesta (V) [400V]

Z = Impedancia del sistema (mΩ)

- Caída de tensión de cortocircuito en el trafo

$$\varepsilon_{cc} = \frac{Z_{cc} \cdot I_n}{U} \cdot 100 \quad (16)$$

Dónde:

ε_{cc} = Caída de tensión (%)

U = Tensión compuesta (V) [400V]

I_n = Intensidad nominal (A)

Z_{cc} = Impedancia del trafo (Ω)

- Resistencia de cortocircuito en el trafo

$$\varepsilon_{Rcc} = \frac{P_{cc}}{S_n} \cdot 100 \quad (17)$$

Dónde:

ε_{Rcc} = Caída de tensión (%)

S_n = Potencia del transformador (Va)

P_{cc} = Impedancia del trafo (W)

- Caída de tensión de cortocircuito en el trafo

$$I_n = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} \quad (18)$$

Dónde:

S_n = Potencia del transformador (Va)

U = Tensión compuesta (V) [400V]
In = Intensidad nominal (A)

- Impedancia del trafo

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} \quad (19)$$

Dónde:

Z_{cc} = Impedancia del trafo (Ω)
 R_{cc} = Resistencia del trafo (Ω)
 X_{cc} = Reactancia del trafo (Ω)

- Resistencia del conductor

$$R = \frac{\rho \cdot L}{n \cdot S} \quad (20)$$

Dónde:

R = Resistencia de línea (Ω)
L = Longitud de la línea (m)
 ρ = Resistividad material ($\Omega\text{mm}^2/\text{m}$) [Cobre=1/58]
n = Número de conductores por fase
S = Sección del cable (mm^2)

- Reactancia del conductor

$$X = \frac{\kappa \cdot L}{n} \quad (21)$$

Dónde:

X = Reactancia de línea ($\text{m}\Omega$)
L = Longitud de la línea (km)
 κ = Reactancia material ($\text{m}\Omega/\text{km}$) [Cobre=80]
n = Número de conductores por fase

Al utilizarse la fórmula (15), dependerá si es I_{cc} máxima o I_{cc} mínima, en función del punto de cálculo y de la resistencia de las líneas introducidas en la fórmula.

Normalmente el valor de R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la Caja General de Protección y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito. Para el cálculo de R se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20°C, para obtener así el valor máximo posible de I_{cc} .

1.15.3 Determinación de dispositivos de protección

Una vez se hayan obtenido los valores de las corrientes de cortocircuito de cada línea, se han de tener en cuenta las restricciones impuestas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la ITC-BT-22. Dichas restricciones quedan explicadas en la Guía Técnica de Aplicación del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio para la citada instrucción y son las que se exponen a continuación.

- Protección frente cortocircuitos:

$I_{cn} > I_{cc}$ máxima prevista en el punto de instalación del Interruptor Automático.

$I_a < I_{cc}$ mínima prevista en el punto de instalación del Interruptor Automático.

Dónde:

- I_{cn} Poder de corte del dispositivo, siendo éste como mínimo de 4,5kA.

- I_a Intensidad de regulación del dispositivo electromagnético

- Protección frente sobrecargas:

$$1) I_B < I_n < I_z$$

$$2) I_2 < 1,45 \cdot I_z$$

Dónde: - I_B es la corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

- I_z es la corriente máxima admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado

- I_n es la intensidad nominal del dispositivo de protección

- I_2 es la corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección durante un tiempo largo, según la norma. Para el caso de IA que cumplen con la norma UNE-EN-60898 o UNE-EN-61009 $I_2 = 1,45 \cdot I_n$.

- Energía máxima de suportación:

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

Dónde: - (I^2t) La "energía específica" de funcionamiento del dispositivo de protección (Interruptor Automático o Fusible).

- $K^2 S^2$ Energía máxima de corta duración soportable por un cable de sección S.

- K Constante que depende de los materiales del conductor y del aislamiento (en la norma UNE EN 20460 4 43 se proporcionan estos valores de k). Para XPLE y Cu; $k=143$.

1.15.4 Resultados

Se requiere calcular la impedancia del sistema, para ello primeramente se calcula la intensidad nominal del transformador, utilizando la fórmula (17):

$$I_n = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{2n}} = \frac{800 \text{ kVa}}{\sqrt{3} \cdot 400 \text{ V}} = 1.154,4 \text{ A}$$

Y con ella se calcula la impedancia del transformador, mediante la fórmula (16):

$$\varepsilon_{cc} = \frac{Z_{cc} \cdot I_n}{U} \cdot 100 = \frac{Z_{cc} \cdot 1.154,7 \text{ A}}{400 \text{ V}} \cdot 100 = 5,51\%$$

$$Z_{cc} = \frac{5,51 \cdot 400 \text{ V}}{1.154,7 \text{ A} \cdot 100} = 0,019 \Omega$$

Ahora será necesario resolver un sistema de ecuaciones para calcular los valores de resistencia e impedancia. Para ello se necesitan la fórmula (19) y una de las características del transformador:

$$\left. \begin{aligned} Z_{cc} &= \sqrt{R_{cc}^2 + X_{cc}^2} \\ R_{cc} &= 0,1 \cdot X_{cc} \end{aligned} \right\}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{R_{cc}^2 + (10 \cdot R_{cc})^2}$$

$$R_{cc} = \sqrt{\frac{Z_{cc}^2}{10^2 + 1^2}} = \sqrt{\frac{3,61 \cdot 10^{-4}}{101}} = 1,98 \text{ m}\Omega$$

$$X_{cc} = 10 \cdot R_{cc} = 19,8 \text{ m}\Omega$$

Utilizando las fórmulas (20) y (21) se calcula la resistencia e impedancia de la línea:

$$R = \frac{\rho \cdot L}{n \cdot S} = \frac{(1/58) \Omega \text{mm}^2/\text{m} \cdot 30 \text{ m}}{3 \cdot 240 \text{mm}^2} = 0,718 \text{ m}\Omega$$

$$X = \frac{\kappa \cdot L}{n} = \frac{80 \text{m}\Omega/\text{km} \cdot 0,03 \text{km}}{3} = 0,8 \text{ m}\Omega$$

También se calcula la resistencia y reactancia de la línea de media, referida al secundario del transformador:

$$R_M = \frac{\rho \cdot L}{n} \cdot \left(\frac{1}{rt}\right)^2 = \frac{0,262\Omega/km \cdot 0,25 km}{1} \cdot \left(\frac{0,4}{6,6}\right)^2 = 0,24 m\Omega$$

$$X_M = \frac{\kappa \cdot L}{n} \cdot \left(\frac{1}{rt}\right)^2 = \frac{0.102\Omega/km \cdot 0,25km}{1} \cdot \left(\frac{0,4}{6,6}\right)^2 = 0,09m\Omega$$

Y por último se calcula la resistencia y reactancia del transformador de AT/MT referido a su secundario, y posteriormente se referirán al secundario del transformador de MT/BT:

$$I_n = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_{2n}} = \frac{36.000 kVa}{\sqrt{3} \cdot 6.600 V} = 3.149,2 A$$

Y con ella se calcula la impedancia del transformador, mediante la fórmula (16):

$$\varepsilon_{cc} = \frac{Z_{cc} \cdot I_n}{U} \cdot 100 = \frac{Z_{cc} \cdot 3.149,2 A}{6.600 V} \cdot 100 = 17,70\%$$

$$Z_{cc} = \frac{\varepsilon_{cc} \cdot U_{2n}^2}{100 \cdot S_n} = 0,214 \Omega$$

Se calcula la resistencia de cortocircuito con la formula (17):

$$\varepsilon_{Rcc} = \frac{P_{cc}}{S_n} = \frac{202.828,90}{36.000.000} \cdot 100 = 0,56\%$$

$$R_{cc} = \frac{\varepsilon_{Rcc} \cdot U_{2n}^2}{100 \cdot S_n} = 6,7 m\Omega$$

$$X_{cc} = \sqrt{Z_{cc}^2 - R_{cc}^2} = 213,9 \Omega$$

Dichos valores se calculan referidos al secundario del transformador de MT/BT:

$$R = R_{cc} \cdot \left(\frac{1}{rt}\right)^2 = 6,7 \cdot \left(\frac{0,4}{6,6}\right)^2 = 0,02 m\Omega$$

$$X = X_{cc} \cdot \left(\frac{1}{rt}\right)^2 = 213,9 \cdot \left(\frac{0,4}{6,6}\right)^2 = 0,78m\Omega$$

Por tanto, aplicando la fórmula (15) se calcula la Intensidad máxima de cortocircuito en el CGP que será de:

$$I_{cc} = \frac{U}{Z} = \frac{230}{\sqrt{(1,98 + 0,718 + 0,24 + 0,02)^2 + (19,8 + 0,8 + 0,09 + 0,78)^2}} = 10,61 \text{ kA}$$

De aquí en adelante se procede de forma análoga con las líneas restantes, y se utilizan los resultados de resistencia obtenidos hasta ahora.

Según la ITC-BT-22 1.1 Apartado b):

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.

Puesto que, como mínimo se necesita un poder de corte de 10kA en casi todos los cuadros, se ha diseñado cada cuadro con un interruptor general magnetotérmico de 16kA, y después cada línea posee su diferencial específico, pero de 6kA.

El valor de K^2S^2 de cada línea viene reflejado en los resultados que se presentan a continuación. El valor de (I^2t) del interruptor que se instale en la línea debe ser menor o igual que el valor K^2S^2 indicado.

Cuadro General de Protecciones

Circuito	Descripción	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductores por fase	Resistencia Líneas	sbcuadros (m ²)	Resistencia Línea	cargas (m ²)	Zcc máx (m Ω)	Zcc mín (m Ω)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Poder de corte IA (kA)	Curva	IB (A)	IN (A)	IZ (A)	I2 (A)	K2S2	IB<IN<IZ	I2<1,45*IZ	Icc max < Pdc	Ia < Icc min
Cuadro General Baja Tensión																							
CG1R	Cuadro Planta Piloto	35	50	1	12,069	0	21,67	26,21	10,61	8,78	50	C	111,53	140	145	203	51.122.500,00	Si	Si	Si	Si	Si	Si
CG2R	Cuadro Laboratorio Planta Baja	20	50	1	6,8966	0	21,67	23,62	10,61	9,74	50	C	34,728	125	145	181,25	51.122.500,00	Si	Si	Si	Si	Si	Si
CG3R	Cuadro Laboratorio Planta Primera	31	50	1	10,69	0	21,67	25,44	10,61	9,04	50	C	122,05	140	145	203	51.122.500,00	Si	Si	Si	Si	Si	Si
CG4R	Cuadro Climatización	50	50	1	17,241	0	21,67	29,48	10,61	7,80	50	C	61,21	125	145	181,25	51.122.500,00	Si	Si	Si	Si	Si	Si
CG5R	Cuadro Montacargas	31	16	1	33,405	0	21,67	42,23	10,61	5,45	50	C	7,2169	40	73	58	5.234.944,00	Si	Si	Si	Si	Si	Si
CG6R	Rack nuevo	10	2,5	1	68,966	0	21,67	75,06	10,61	3,06	16	C	5,2174	20	26,5	29	127.806,25	Si	Si	Si	Si	Si	Si
CG7R	Reserva	0	2,5	1	0	0	21,67	21,67	10,61	10,61	16	C	11,547	20	26,5	29	127.806,25	Si	Si	Si	Si	Si	Si
CG8R	Maniobras	0	50	1	0	0	21,67	21,67	10,61	10,61	50	C	0,8696	125	145	181,25	51.122.500,00	Si	Si	Si	Si	Si	Si

Cuadro Planta Piloto

Circuito	Descripción	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductores por fase	Resistencia Líneas (mΩ)	Resistencia Línea cargas (mΩ)	Zcc máx (mΩ)	Zcc mín (mΩ)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Poder de corte IA (kA)	Curva	IB (A)	IN (A)	IZ (A)	I2 (A)	K2S2	IB<IN<I2	I2<I45*I2	IA < Icc min
Cuadro Planta Piloto																				
PP1R	Alumbrado 1	51	4	1	12,069	219,8	26,21	235,83	8,78	0,98	6	C	7,9051	20	36	29	327.184,00	Si	Si	Si
PP1.1R	Emergencia 1	42	1,5	1	12,069	482,8	26,21	498,25	8,78	0,46	6	C	0,0364	10	20	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
PP2R	Alumbrado 2	46	4	1	12,069	198,3	26,21	214,38	8,78	1,07	6	C	7,9051	20	36	29	327.184,00	Si	Si	Si
PP2.1R	Emergencia 2	49	1,5	1	12,069	563,2	26,21	578,64	8,78	0,40	6	C	0,0364	10	20	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
PP3R	Alumbrado 3	51	4	1	12,069	219,8	26,21	235,83	8,78	0,98	6	C	7,9051	20	36	29	327.184,00	Si	Si	Si
PP3.1R	Emergencia 3	54	1,5	1	12,069	620,7	26,21	636,08	8,78	0,36	6	C	0,0727	10	20	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
PP4R	Alumbrado 4	46	4	1	12,069	198,3	26,21	214,38	8,78	1,07	6	C	7,9051	20	36	29	327.184,00	Si	Si	Si
PP5R	Alumbrado Exterior	71	2,5	1	12,069	489,7	26,21	505,14	8,78	0,46	6	C	2,3094	16	23	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
PP6R	C.t. Corriente 1	3	10	1	12,069	5,172	26,21	29,48	8,78	7,80	6	D	26,49	32	54	46,4	2.044.900,00	Si	Si	Si
PP7R	C.t. Corriente 2	19	10	1	12,069	32,76	26,21	52,39	8,78	4,39	6	D	26,49	32	54	46,4	2.044.900,00	Si	Si	Si
PP8R	C.t. Corriente 3	30	10	1	12,069	51,72	26,21	70,12	8,78	3,28	6	D	26,49	32	54	46,4	2.044.900,00	Si	Si	Si
PP9R	C.t. Corriente 4	40	10	1	12,069	68,97	26,21	86,69	8,78	2,65	6	D	26,49	32	54	46,4	2.044.900,00	Si	Si	Si
PP10R	Puerta	30	2,5	1	12,069	206,9	26,21	222,96	8,78	1,03	6	D	3,3248	16	26,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
PP11R	C. Medida	0	1,5	1	12,069	0	26,21	26,21	8,78	8,78	6	C	0,4348	10	20	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
PP12R	Reserva 1	0	1,5	1	12,069	0	26,21	26,21	8,78	8,78	6	C	0,4348	10	20	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
PP13R	Reserva 2	0	2,5	1	12,069	0	26,21	26,21	8,78	8,78	6	C	2,7174	16	26,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
PP14R	Reserva 3	0	4	1	12,069	0	26,21	26,21	8,78	8,78	6	C	4,3917	20	36	29	327.184,00	Si	Si	Si
PP15R	Reserva 4	0	10	1	12,069	0	26,21	26,21	8,78	8,78	6	C	25,471	32	54	46,4	2.044.900,00	Si	Si	Si

Cuadro Laboratorio Planta Baja

Circuito	Descripción	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductores por fase	Resistencia Líneas (mΩ)	sbcuadros (mΩ)	Resistencia Línea cargas (mΩ)	Zcc máx (mΩ)	Zcc mín (mΩ)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Poder de corte IA (kA)	Curva	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	I2 (A)	K2S2	Ib<In<Iz	I2<1,45*Iz	Ia < Icc mín
Cuadro Laboratorio Planta Baja																					
LB1R	Alumbrado 1	58	2,5	1	6,8966	400	23,62	410,42	9,74	0,56	6	C	7,3992	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB1.1R	Emergencia 1	56	1,5	1	6,8966	643,7	23,62	653,89	9,74	0,35	6	C	0,1581	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si
LB2R	Alumbrado 2	57	2,5	1	6,8966	393,1	23,62	403,53	9,74	0,57	6	C	7,3992	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB2.1R	Emergencia 2	51	1,5	1	6,8966	586,2	23,62	596,45	9,74	0,39	6	C	0,1581	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si
LB3R	Alumbrado 3	64	2,5	1	6,8966	441,4	23,62	451,74	9,74	0,51	6	C	6,83	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB3.1R	Emergencia 3	34	1,5	1	6,8966	390,8	23,62	401,23	9,74	0,57	6	C	0,1581	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si
LB4R	Alumbrado 4	54	2,5	1	6,8966	372,4	23,62	382,87	9,74	0,60	6	C	6,83	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB5R	Vitrina 1-1	3	2,5	1	6,8966	20,69	23,62	37,34	9,74	6,16	6	C	4,8309	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB6R	Vitrina 1-2	6	2,5	1	6,8966	41,38	23,62	55,55	9,74	4,14	6	C	4,8309	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB7R	Vitrina 1-3	9	2,5	1	6,8966	62,07	23,62	75,06	9,74	3,06	6	C	4,8309	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB8R	Variador 1	6	2,5	1	6,8966	41,38	23,62	55,55	9,74	4,14	6	D	4,8565	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB9R	Tomas de corriente 1	50	2,5	1	6,8966	344,8	23,62	355,33	9,74	0,65	6	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB10R	Tomas de corriente 2	50	2,5	1	6,8966	344,8	23,62	355,33	9,74	0,65	6	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB11R	Tomas de corriente 3	50	2,5	1	6,8966	344,8	23,62	355,33	9,74	0,65	6	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB12R	Tomas de corriente 4	50	2,5	1	6,8966	344,8	23,62	355,33	9,74	0,65	6	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB13R	Reserva 1	0	2,5	1	6,8966	0	23,62	23,62	9,74	9,74	6	C	3,7358	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB14R	Reserva 2	0	2,5	1	6,8966	0	23,62	23,62	9,74	9,74	6	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LB15R	Reserva 3	0	1,5	1	6,8966	0	23,62	23,62	9,74	9,74	6	C	7,6726	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si
LB16R	Reserva 4	0	1,5	1	6,8966	0	23,62	23,62	9,74	9,74	6	C	7,9533	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si

Cuadro Laboratorio Planta Primera

Circuito	Descripción	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductores por fase	Resistencia Líneas	Resistencia Línea cargas	Zcc máx (mΩ)	Zcc mín (mΩ)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Poder de corte IA (kA)	Curva	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	I2 (A)	K2S2	Ib<n<Iz	I2<1,45*Iz	Ia < Icc mín
Cuadro Laboratorio Planta Primera																				
LP1R	Alumbrado 1	58	2,5	1	10,69	400	24,57	413,90	9,36	0,56	6	C	7,3992	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP1.1R	Emergencia 1	56	1,5	1	10,69	643,7	24,57	657,39	9,36	0,35	6	C	0,1581	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
LP2R	Alumbrado 2	57	2,5	1	10,69	393,1	24,57	407,01	9,36	0,57	6	C	7,3992	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP2.1R	Emergencia 2	51	1,5	1	10,69	586,2	24,57	599,95	9,36	0,38	6	C	0,1581	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
LP3R	Alumbrado 3	64	2,5	1	10,69	441,4	24,57	455,23	9,36	0,51	6	C	6,83	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP3.1R	Emergencia 3	34	1,5	1	10,69	390,8	24,57	404,72	9,36	0,57	6	C	0,1581	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si
LP4R	Alumbrado 4	54	2,5	1	10,69	372,4	24,57	386,35	9,36	0,60	6	C	6,83	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP5R	Vitrina 1-1	6	2,5	1	10,69	41,38	24,57	58,51	9,36	3,93	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP6R	Vitrina 1-2	6	2,5	1	10,69	41,38	24,57	58,51	9,36	3,93	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP7R	Vitrina 1-3	6	2,5	1	10,69	41,38	24,57	58,51	9,36	3,93	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP8R	Vitrina 1-4	6	2,5	1	10,69	41,38	24,57	58,51	9,36	3,93	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP9R	Variador vitrinas 1	6	2,5	1	10,69	41,38	24,57	58,51	9,36	3,93	6	D	4,8565	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP10R	Vitrina 2-1	12	2,5	1	10,69	82,76	24,57	98,33	9,36	2,34	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP11R	Vitrina 2-2	12	2,5	1	10,69	82,76	24,57	98,33	9,36	2,34	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP12R	Vitrina 2-3	12	2,5	1	10,69	82,76	24,57	98,33	9,36	2,34	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP13R	Vitrina 2-4	12	2,5	1	10,69	82,76	24,57	98,33	9,36	2,34	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP14R	Variador vitrinas 2	12	2,5	1	10,69	82,76	24,57	98,33	9,36	2,34	6	D	4,8565	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP15R	Vitrina 3-1	20	2,5	1	10,69	137,9	24,57	152,71	9,36	1,51	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP16R	Vitrina 3-2	20	2,5	1	10,69	137,9	24,57	152,71	9,36	1,51	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP17R	Vitrina 3-3	20	2,5	1	10,69	137,9	24,57	152,71	9,36	1,51	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP18R	Vitrina 3-4	20	2,5	1	10,69	137,9	24,57	152,71	9,36	1,51	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si
LP19R	Vitrina 3-5	20	2,5	1	10,69	137,9	24,57	152,71	9,36	1,51	6	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si

Circuito	Descripción	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductores por fase	Resistencia Líneas (mΩ)	Resistencia Línea cargas (mΩ)	Zcc máx (mΩ)	Zcc mín (mΩ)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Poder de corte IA (kA)	Curva	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	I2 (A)	K2S2	Ib < In Iz	I2 < 1,45 Iz	Icc máx < Pdc	Ia < Icc mín
LP20R	Vitrina 3-6	20	2,5	1	10,69	137,9	24,57	152,71	9,36	1,51	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP21R	Variador vitrinas 3	20	4	1	10,69	86,21	24,57	101,70	9,36	2,26	10	D	8,8301	20	24	29	327.184,00	Si	Si	Si	Si
LP22R	Vitrina 4-1	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP23R	Vitrina 4-2	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP24R	Vitrina 4-3	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP25R	Variador vitrinas 4	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	D	4,8565	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP26R	Vitrina 5-1	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP27R	Vitrina 5-2	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP28R	Vitrina 5-3	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP29R	Variador vitrinas 5	27	2,5	1	10,69	186,2	24,57	200,65	9,36	1,15	10	D	4,8565	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP30R	Vitrina 6-1	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP31R	Vitrina 6-2	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP32R	Vitrina 6-3	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP33R	Vitrina 6-4	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP34R	Variador vitrinas 6	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	D	4,8565	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP35R	Ventilador arm. Ácidos	50	2,5	1	10,69	344,8	24,57	358,81	9,36	0,64	10	D	4,415	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP36R	Toma corriente1	50	2,5	1	10,69	344,8	24,57	358,81	9,36	0,64	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP37R	Ventilador arm. Disol.	50	2,5	1	10,69	344,8	24,57	358,81	9,36	0,64	10	D	4,415	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP38R	Toma corriente2	50	2,5	1	10,69	344,8	24,57	358,81	9,36	0,64	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP39R	Toma corriente3	50	2,5	1	10,69	344,8	24,57	358,81	9,36	0,64	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP40R	Estufa ULE 600	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP41R	Toma corriente 4	50	2,5	1	10,69	344,8	24,57	358,81	9,36	0,64	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP42R	Estufa ULE 500	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	C	12,788	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP43R	Reómetro	30	2,5	1	10,69	206,9	24,57	221,25	9,36	1,04	10	C	5,1151	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP44R	Reserva 1	0	4	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	D	6,7924	20	24	29	327.184,00	Si	Si	Si	Si
LP45R	Reserva 2	0	4	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	D	6,7924	20	24	29	327.184,00	Si	Si	Si	Si
LP46R	Reserva 3	0	2,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	D	3,7358	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP47R	Reserva 4	0	2,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	D	3,7358	16	18,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP48R	Reserva 5	0	2,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP49R	Reserva 6	0	2,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP50R	Reserva 7	0	2,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	C	10,23	16	21	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si
LP51R	Reserva 8	0	1,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	C	7,6726	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si
LP52R	Reserva 9	0	1,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	C	7,6726	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si
LP53R	Reserva 10	0	1,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	C	7,6726	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si
LP54R	Reserva 11	0	1,5	1	10,69	0	24,57	24,57	9,36	9,36	10	C	7,6726	10	15	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si

Cuadro Clima

Circuito	Descripción																				
	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductores por fase	Resistencia Líneas	sbcuadros (m Ω)	Resistencia Línea cargas (m Ω)	Zcc máx (m Ω)	Zcc mín (m Ω)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Poder de corte IA (kA)	Curva	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	Iz (A)	I2 (A)	K2S2	Ib<In<Iz	I2<I1,45*Iz	Ia < Icc min
LC1R	10	6	1	17,241	28,74	28,67	28,67	52,85	8,02	4,35	6	D	4,1698	16	40	23,2	736.164,00		Si	Si	Si
LC2R	0	1,5	1	17,241	0	28,67	28,67	28,67	8,02	8,02	6	C	0,6588	10	20	14,5	46.010,25		Si	Si	Si
LC3R	20	16	1	17,241	21,55	28,67	28,67	46,32	8,02	4,97	6	D	15,16	40	73	58	5.234.944,00		Si	Si	Si
LC4R	20	16	1	17,241	21,55	28,67	28,67	46,32	8,02	4,97	6	D	15,16	40	54	58	5.234.944,00		Si	Si	Si
LC5R	30	10	1	17,241	51,72	28,67	28,67	74,57	8,02	3,08	6	D	7,5814	16	54	23,2	2.044.900,00		Si	Si	Si
LC6R	20	1,5	1	17,241	229,9	28,67	28,67	250,67	8,02	0,92	6	C	0,8783	10	20	14,5	46.010,25		Si	Si	Si
LC7R	0	16	1	17,241	0	28,67	28,67	28,67	8,02	8,02	6	C	16,766	40	73	58	5.234.944,00		Si	Si	Si
LC8R	0	6	1	17,241	0	28,67	28,67	28,67	8,02	8,02	6	C	5,8318	16	40	23,2	736.164,00		Si	Si	Si
LC9R	0	6	1	17,241	0	28,67	28,67	28,67	8,02	8,02	6	C	2,9159	16	40	23,2	736.164,00		Si	Si	Si

Cuadro Montacargas

Circuito	Descripción	Longitud (m)	Sección (mm ²)	Conductores por fase	Resistencia Líneas	sbcuadros (m Ω)	Resistencia Línea cargas (m Ω)	Zcc máx (m Ω)	Zcc mín (m Ω)	Icc máx (kA)	Icc mín (kA)	Poder de corte IA (kA)	Curva	Ib (A)	In (A)	Iz (A)	I2 (A)	K2S2	Ib<In<Iz	I2<1,45*Iz	Icc max < Pdc	Ia < Icc min
Cuadro Montacargas																						
LM1R	Fuerza	10	10	1	33,405	17,24	41,567	57,18	5,53	4,02	6	D	7,5814	32	54	46,4	2.044.900,00	Si	Si	Si	Si	Si
LM2R	Alumbrado 1	25	1,5	1	33,405	287,4	41,567	324,11	5,53	0,71	6	C	0,9486	10	20	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si	Si
LM3R	Alumbrado 2	16	2,5	1	33,405	110,3	41,567	147,89	5,53	1,56	6	C	0,4743	10	26,5	14,5	127.806,25	Si	Si	Si	Si	Si
LM4R	Maniobras	0	1,5	1	33,405	0	41,567	41,57	5,53	5,53	6	C	0,6588	10	20	14,5	46.010,25	Si	Si	Si	Si	Si
LM5R	Tomas de corriente	10	2,5	1	33,405	68,97	41,567	107,07	5,53	2,15	6	C	2,9425	16	26,5	23,2	127.806,25	Si	Si	Si	Si	Si

1.16 Cálculo del sistema de protección contra contactos indirectos

1.16.1 Cálculo de la puesta a tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en locales o emplazamientos conductores, instalaciones de alumbrado exterior e instalaciones provisionales y temporales de obra.
- 50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que pueden dar lugar a tensiones de contacto superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados a la corriente de servicio.

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno y varía también con la profundidad (ITC-BT-18).

Para calcular el sistema de puesta a tierra, primeramente se deberá determinar el valor máximo de resistencia que dicha instalación pueda tener. Este valor variará en función de la sensibilidad de los equipos de protección diferenciales que sean instalados, y también de la tensión límite convencional, valor que vendrá prefijado dependiendo del tipo de local.

Una vez sea establecido el valor máximo de la resistencia, se dimensionará la configuración necesaria, es decir, número de picas y longitud del conductor desnudo si fuera necesario.

Sin embargo la normativa interna de UBE indica que bajo cualquier circunstancia, se instalen ambas configuraciones (picas, y anillo perimetral).

Se podrá aprobar una instalación de puesta a tierra cuando el valor real de la resistencia sea menor que el valor de la resistencia máxima.

1.16.2 Ecuaciones empleadas

- Resistencia máxima

$$\frac{1}{R_t} \geq \frac{1}{R_p} + \frac{1}{R_c} \quad (20)$$

Dónde:

R_t = Resistencia máxima de la instalación (Ω)

R_p = Resistencia de instalación picas (Ω)

R_c = Resistencia de instalación conductor (Ω)

- Resistencia instalación tipo anillo

$$R_c = \frac{2 \cdot \rho}{L} \quad (21)$$

Dónde:

R_c = Resistencia de la instalación (Ω)

ρ = Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

L = Longitud del anillo (m)

- Resistencia instalación tipo pica vertical

$$R_p = \frac{\rho}{n \cdot L} \quad (22)$$

Dónde:

R_p = Resistencia de la instalación (Ω)

ρ = Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$)

n = Número de picas

L = Longitud del anillo (m)

1.16.3 Resultados

Se sabe que la resistividad del terreno pertenece al grupo de la Arena arcillosa con un valor de unos 300 Ωm , y se pretenden instalar picas de cobre de 2m de longitud. Considerando que la resistencia máxima de la instalación debe ser de 37 Ω , según indica la norma, y aplicando las fórmulas (20) y (22) el número de picas a instalar será como mínimo de:

$$R_t \leq R_p$$

$$n \geq \frac{\rho}{L_p \cdot R_t} = \frac{300 \Omega m}{2m \cdot 37\Omega} = 4,05 \text{ picas}$$

Como se ve, la instalación quedaría totalmente protegida si se instalan 5 picas. Sin embargo, la normativa interna de UBE señala que debe haber también un conductor enterrado perimetral a la cimentación quedando en la configuración de la instalación 4 picas más el anillo perimetral. Por ese

motivo, se va a calcular cual debería ser la longitud mínima del conductor, si se instalan 4 picas definidas anteriormente aplicando las formulas (20), (21) y (22):

$$R_p = \frac{300 \Omega m}{4 \cdot 2 m} = 37,5 \Omega \quad (1)$$

$$\frac{1}{37 \Omega} = \frac{1}{R_c} + \frac{1}{37,5 \Omega} \quad (2)$$

$$(1) \text{ y } (2) \quad \rightarrow \quad R_c = 2.775 \Omega$$

$$L \geq \frac{2 \cdot \rho}{R_c} = 0,21 m$$

Puesto que el anillo perimetral ha de bordear interiormente la cimentación, su longitud será mucho mayor que la mínima necesaria, cumpliendo con los cálculos realizados.

Por último, se calculará la resistencia de la instalación que teniendo en cuenta los cálculos anteriores, se compondrá de 4 picas de 2m y de un conductor enterrado de 90m.

$$R_c = \frac{2 \cdot 300 \Omega m}{90 m} = 6,66 \Omega$$

$$R_t \geq \frac{37,5 \Omega \cdot 6,66 \Omega}{37,5 \Omega + 6,66 \Omega} = 5,66 \Omega$$

Por lo tanto, la resistencia de la instalación cumple con la normativa al ser menor que el máximo exigido:

$$37 \Omega \gg 5,66 \Omega$$

Ver Plano 16.

Parte 2 – Estudio Energético.

1.17 Recuperador energético

Los laboratorios son espacios en los que se emplean sustancias, de las cuales muchas producen vapores perjudiciales para la salud, sobre todo para el personal de laboratorio, que dedica una gran parte de su tiempo a trabajar en estos espacios. Por este motivo se utilizan vitrinas de extracción. Dentro de ellas se realizan las reacciones químicas para poder expulsar fuera del laboratorio estos gases perjudiciales, mediante extractores, y proteger la salud del personal del laboratorio.

El laboratorio consta de 4 islas de vitrinas y otras cuatro vitrinas contra la pared. Dos islas serán formadas por grupos de seis vitrinas por isla. Las otras dos islas constarán de cuatro vitrinas cada isla. Esto conforma un laboratorio de un total de 24 vitrinas.

Cada vitrina contiene en su estructura, una guillotina, o pantalla de vidrio móvil. Esta actúa de “puerta” para poder abrir o cerrar la vitrina. La guillotina va montada en unos carriles verticales que le permiten moverse de arriba a abajo.

Esto implica ciertos grados de peligrosidad y por tanto distintos caudales de extracción, pues para que sea totalmente seguro, la velocidad del aire en la boca de la vitrina debe ser constante, independientemente de la apertura de la guillotina. Si la guillotina está bajada, es menos probable que los vapores se escapen, y por tanto es necesario poco caudal de extracción para asegurar que no hay fugas de vapor nocivo. Pero si la guillotina está subida, se necesita mucho más caudal de extracción para que todo el vapor sea expulsado del laboratorio.

Todo lo explicado requiere un control sobre el caudal de extracción mediante variadores de frecuencia, en función de las vitrinas encendidas por cada isla y en función de la posición de sus guillotinas.

Además es necesario tener un control sobre la presión del laboratorio. Para que el laboratorio mantenga una presión lo más parecida a la atmosférica, es necesario introducir el mismo caudal de aire que se está expulsando. Si esto no es así, se pueden generar depresiones o sobrepresiones en el laboratorio si se extrae más o menos aire del que se introduce, generando fenómenos negativos como grandes corrientes de aire, o problemas al abrir y cerrar las puertas del laboratorio.

1.17.1 Pérdida energética

El laboratorio ha de tener unas condiciones de temperatura específicas, no solo por el confort de los usuarios sino también por el material químico. Estas condiciones son de 24°C por causa del confort de los usuarios, y se admite una variación de $\pm 3^\circ\text{C}$ por causa de los materiales. Teniendo en cuenta que el aire energizado del laboratorio está siendo extraído, se están perdiendo estas condiciones de confort y por tanto también se está perdiendo energía. El aire que se introduce en el laboratorio habrá de ser tratado por un equipo de aire acondicionado, para devolver al laboratorio la situación de confort.

Por este motivo, se quiere estudiar la idea de utilizar un recuperador energético para utilizar la energía que se extrae del laboratorio, en acondicionar el aire que entra.

Gracias a esto se puede instalar una bomba de calor de una potencia mucho menor, a la que habría que instalar, si no se instalase recuperador.

Como se ve en la Figura 6, el aire energizado del laboratorio, es extraído por las vitrinas, para ser recibido por el recuperador. En el recuperador es donde se produce el intercambio de energía. El aire que sale al exterior, le cede energía al aire que entra desde el exterior.

Este intercambio no es perfecto, porque el aire que entra del exterior nunca podrá absorber toda la energía que el otro fluido tiene. Para que eso fuera posible, el recuperador debería tener una sección de intercambio infinita y actuaría tal y como muestra la Figura 7 siendo estas condiciones las del máximo incremento de temperaturas. Por tanto, es necesario instalar una bomba de calor, para acabar de llegar a las condiciones de confort iniciales necesarias.

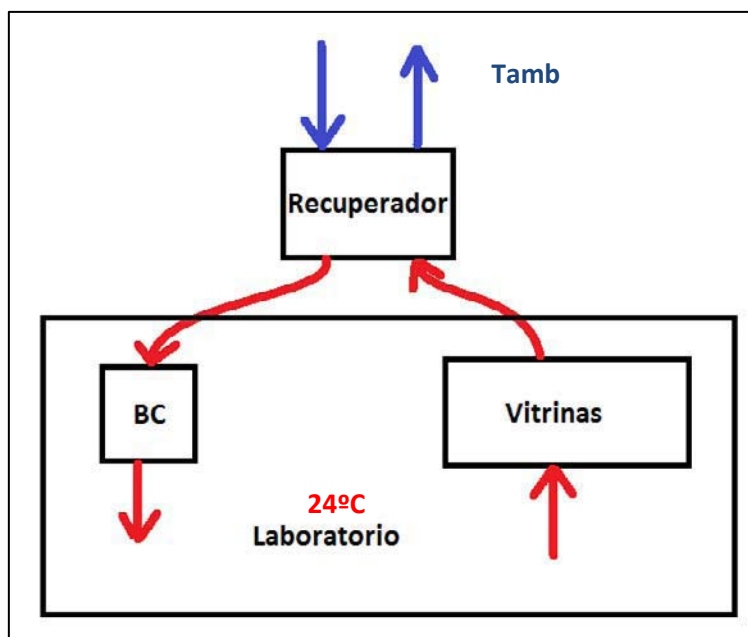


Figura 6 – Esquema de flujo del aire.

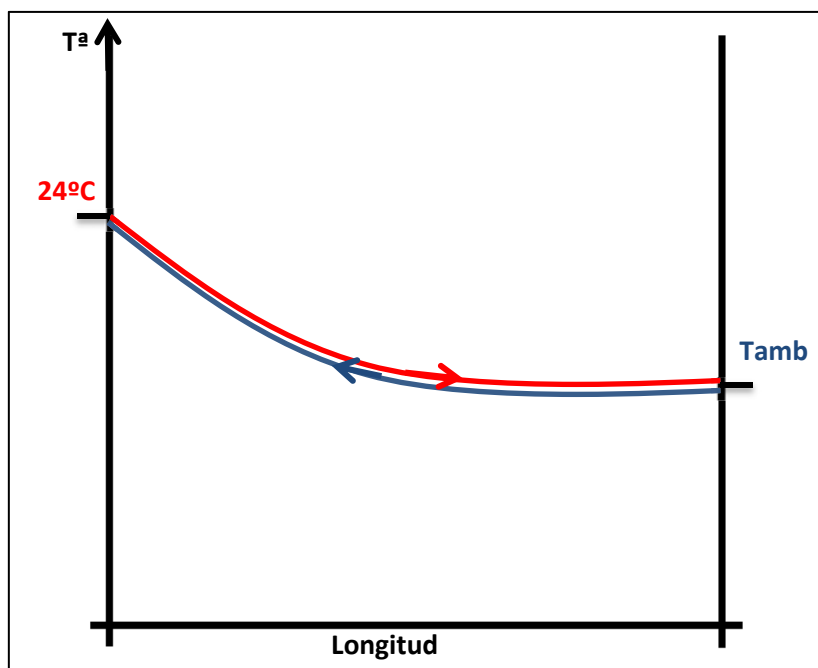


Figura 7 – Intercambiador ideal.

1.17.2 Análisis energético

Se sabe que en el laboratorio se ha de tener una temperatura constante de 24°C durante todo el año. Esto implica que el recuperador tendrá dos modos de funcionamiento. Cuando la temperatura del exterior (de aquí en adelante T_{amb}), sea inferior a 24°C , el recuperador energético estará recuperando el calor del laboratorio.

En ese caso, este será su modo de funcionamiento:

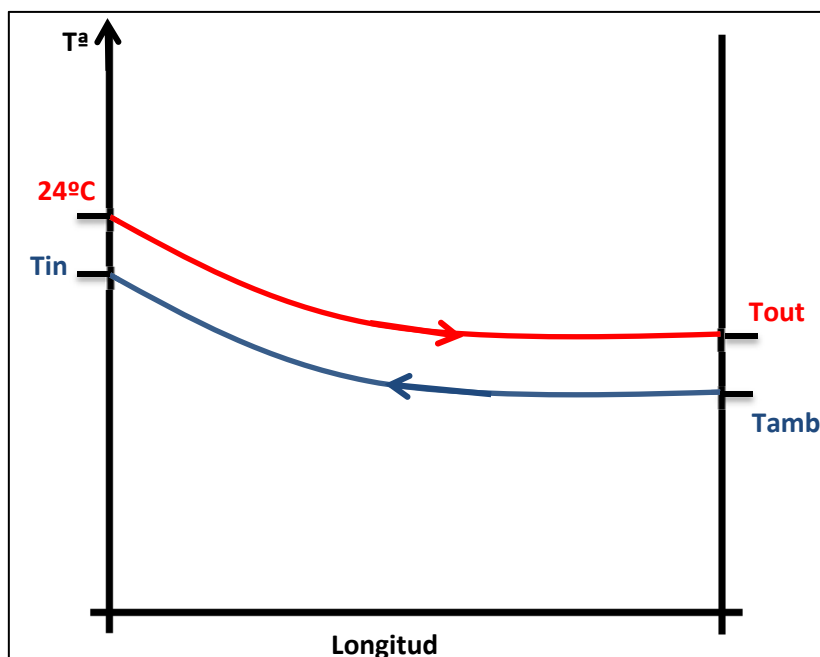


Figura 8 – Intercambiador como recuperador de calor.

Tal como muestra la Figura 8, la línea azul representa el aire que entra desde el exterior al laboratorio, y cómo su temperatura va aumentando, gracias a que el aire de salida (línea roja) va cediéndole su calor, enfriándose, a medida que circula por dentro del intercambiador.

Sin embargo, cuando T_{amb} supere los 24°C , el laboratorio estará más frío que el exterior, siendo necesario conservar el frío. Para esta situación, el recuperador realiza la misma función pero al inverso. Al sacar aire frío hacia el exterior, pasándolo por un intercambiador, este enfría el aire caliente de entrada.

En ese caso, su modo de funcionamiento será el que encontramos en la Figura 9:

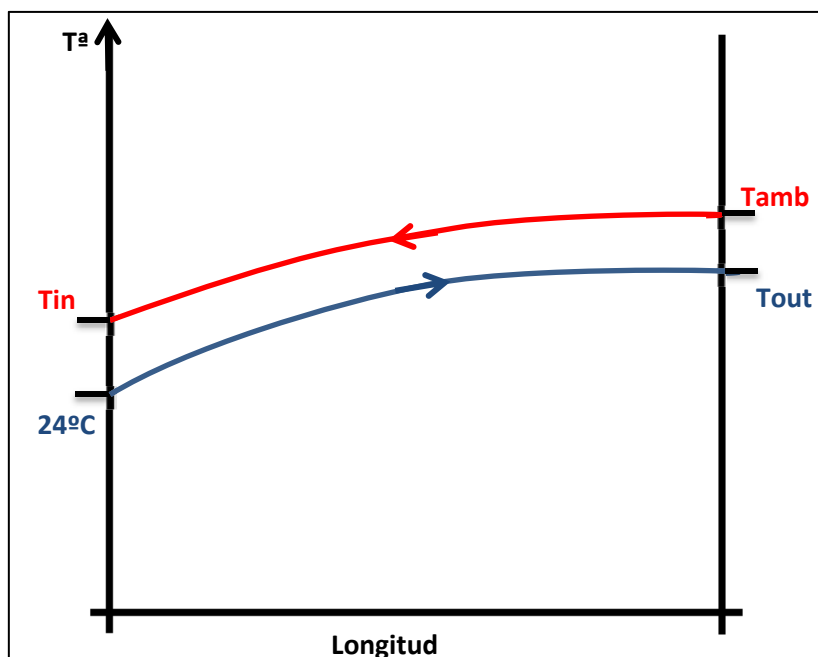


Figura 9 – Intercambiador como recuperador de frío.

Los días que T_{amb} sea igual a 24°C , el recuperador quedara inservible, produciendo pérdidas en esos días por el consumo eléctrico propio del intercambiador. Por eso se prevé instalar un intercambiador con baipás, para poder inutilizarlo y no tener que consumir esa energía extra, pues como más adelante se explicará, esta condición de inutilidad no solo ocurrirá a 24°C sino también a temperaturas próximas a esta, en la que el sistema consume más energía de la que ahorra.

CAUDALES

Cómo ya se ha explicado, el caudal de extracción ha de ser igual al caudal de retorno para mantener la presión del laboratorio lo más próxima a la atmosférica. Sin embargo, el caudal de salida que pase por el intercambiador no será igual que el caudal de entrada.

Esto se debe a que 3 vitrinas estarán dedicadas al uso exclusivo de reacciones ácidas o disolventes. Por tanto, para proteger el recuperador y alargar su vida, los aires corrosivos de extracción de estas 3 vitrinas, no pasaran por él. Las concentraciones de dichas sustancias son muy bajas, por lo que no supone ningún peligro el expulsarlas directamente al ambiente.

Por tanto, como cada vitrina expulsa un máximo de $1000\text{m}^3/\text{h}$ de aire, se trabajará para este proyecto con las siguientes cantidades:

- Caudal Máx. de Extracción (a recuperador): $21000\text{m}^3/\text{h}$
- Caudal Máx. de Extracción corrosivo: $3000\text{m}^3/\text{h}$
- Caudal Máx. de Retorno: $24000\text{m}^3/\text{h}$

DEFINICIÓN DE TAMB

Es necesario saber, para realizar el estudio, cuál será la temperatura ambiente durante todo el año. Conociendo el valor de Tamb, será posible saber, cuánto tiempo funcionara el intercambiador como recuperador de calor, cuánto tiempo como recuperador de frío, y cuánto tiempo estará inservible siendo necesario el baipasearlo.

Accediendo a la base de datos meteorológica de Castellón, se puede obtener un año tipo de temperaturas.

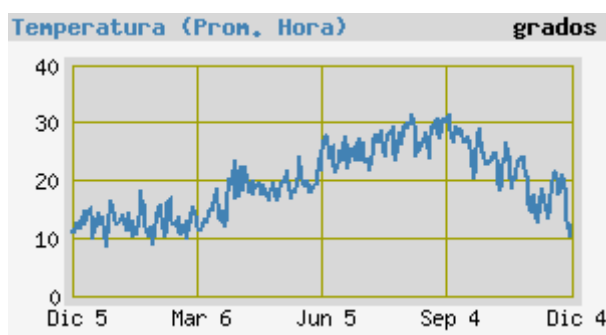


Figura 10 – Año tipo de temperaturas.

Como se puede apreciar en la Figura 10, se ven tres claras tendencias, de diciembre a marzo la temperatura se mantiene estable en unos 11°C de media. Después de marzo a septiembre se observa una clara pendiente ascendente prácticamente constante, teniendo origen en 11°C y ascendiendo hasta los 33°C. Y finalmente de septiembre a diciembre se puede apreciar una pendiente decreciente más brusca que la anterior, originándose en 33°C y bajando hasta los 11°C.

Por tanto, se puede modelar la temperatura externa anual como la siguiente grafica indica:

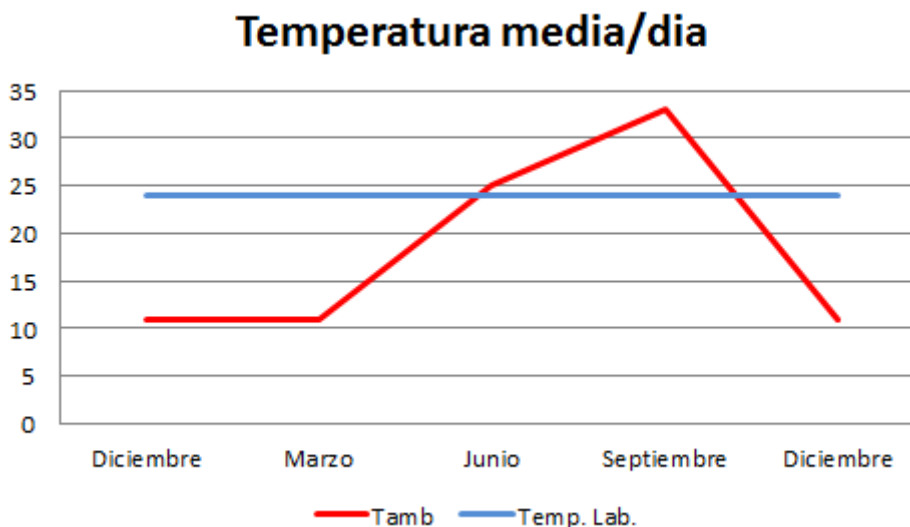


Figura 11 – Modelado temperaturas medias.

Una vez, se tiene el modelo, se realiza una tabla con la cantidad de días que transcurren a cierta temperatura. Se realizara con números enteros de temperatura, debido a que el error cometido al hacer el cálculo así, es bastante bajo.

Como se aprecia en la Tabla 28, la suma de los días no da 365. Se debe a que no están contabilizados los días que la temperatura exterior es de 24°C, pues en estas condiciones el recuperador no actúa.

Tamb(°C)	Días
11	90
12	11,73
13	11,73
14	11,73
15	11,73
16	11,73
17	11,73
18	11,73
19	11,73
20	11,73
21	11,73
22	11,73
23	13,33
25	13,33
26	13,33
27	13,33
28	13,33
29	13,33
30	13,33
31	13,33
32	13,33
33	13,33
Total	352,33

Tabla 28 – Año tipo de temperaturas tabulado.

RECUPERADOR

Llegado este punto, se debe seleccionar un recuperador de las características necesarias para poder funcionar en esta instalación.

Se ha seleccionado para realizar los cálculos, el CADT-N D 80 F7+F7 del catálogo de Salvador Escoda S.A con un rango de 8000 a 25000m³/h de caudal, y una eficacia de 0,61.

Lleva instalados dos bombas de aire, para vencer la perdida de carga que supone este aparato, pues lleva también unos filtros que protegen el recuperador, y que añaden una gran pérdida de carga. Esto hace que el recuperador tenga una potencia de 4kW. Además, lleva incorporado un baipás, que se acciona con un servomotor.

1.17.3 Ecuaciones empleadas

- Capacidad Máxima

$$C_{Max} = \dot{m}_1 \cdot C_{p_{aire}} \quad (23)$$

Dónde:

C_{max} = Capacidad térmica máxima (J/s°C)

m_1 = Caudal másico entrada (kg/s)

$C_{p_{aire}}$ = Calor específico del aire (J/kg°C)

- Capacidad Mínima

$$C_{Min} = \dot{m}_2 \cdot C_{p_{aire}} \quad (24)$$

Dónde:

C_{min} = Capacidad térmica mínima (J/s°C)

M_2 = Caudal másico salida (kg/s)

$C_{p_{aire}}$ = Calor específico del aire (J/kg°C)

- Potencia de Intercambio real

$$\dot{q} = \dot{m} \cdot C_{p_{aire}} \cdot \Delta T \quad (25)$$

Dónde:

q = Potencia de intercambio real (W)

m = Caudal másico del fluido considerado (kg/s)

$C_{p_{aire}}$ = Calor específico del aire (J/kg°C)

ΔT = Incremento de temperatura del fluido considerado (°C)

- Potencia de Intercambio Ideal

$$\dot{Q} = C_{min} \cdot \Delta T_{max} \quad (26)$$

Dónde:

Q = Potencia Ideal (W)

C_{mix} = Capacidad térmica mínima (J/s°C)

ΔT_{max} = Incremento total de temperaturas (J/kg°C)

- Eficiencia del Intercambiador

$$\varepsilon = \frac{\dot{q}}{Q} \quad (27)$$

Dónde:

Q = Potencia Ideal (W)

q = Potencia Real (W)

ε = Eficiencia

- Eficiencia de la Bomba de Calor (COP)

$$COP = \frac{\text{Potencia Calorífica}}{\text{Potencia Eléctrica}} \quad (28)$$

Dónde:

COP = Eficiencia de la Bomba de Calor

- Eficiencia de la Bomba de Calor (EER)

$$EER = \frac{\text{Potencia Frigorífica}}{\text{Potencia Eléctrica}} \quad (29)$$

Dónde:

EER = Eficiencia de la Bomba de Calor

1.17.4 Aplicación de las formulas

Para poder realizar los cálculos, se ha de establecer un orden. Primeramente, se puede calcular ambas capacidades térmicas aplicando las formulas (23) y (24)

Para:

- Caudal máx. retorno = 24000 m³/h
- $C_{p\text{aire}} = 1000 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$

$$\dot{m}_1 = 24000 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \frac{1\text{h}}{3600\text{seg}} = 8 \frac{\text{kg}}{\text{seg}}$$

$$C_{Max} = \dot{m}_1 \cdot C_{p_{aire}} = 8 \frac{kg}{seg} \cdot 1000 \frac{J}{kg^{\circ}C} = 8000 \frac{J}{seg^{\circ}C}$$

Para:

- Caudal máx. de extracción = 21000 m³/h
- C_{p_{aire}} = 1000 J/kg^{°C}

$$21000 \frac{m^3}{h} \cdot 1,2 \frac{kg}{m^3} \cdot \frac{1h}{3600seg} = 7 \frac{kg}{seg}$$

$$C_{Min} = \dot{m}_2 \cdot C_{p_{aire}} = 7 \frac{kg}{seg} \cdot 1000 \frac{J}{kg^{\circ}C} = 7000 \frac{J}{seg^{\circ}C}$$

Siendo conocidas las capacidades térmicas, se pasa a calcular la Potencia Ideal de intercambio aplicando la formula (26). Tal y como se explicó en la Figura 7 el incremento máximo de temperaturas vendrá definido por la diferencia entre la temperatura del laboratorio y la temperatura exterior, pero como la temperatura exterior (T_{amb}) varía de 11 a 33^{°C} y el recuperador tiene dos modos de funcionamiento, el incremento de temperatura vendrá dado por la siguiente expresión.

- Si T_{amb} < 24^{°C};

$$\Delta T_{max} = 24^{\circ}C - T_{amb}$$

- Si T_{amb} > 24^{°C};

$$\Delta T_{max} = T_{amb} - 24^{\circ}C$$

Conocido el valor del incremento en cada caso, se puede calcular la Potencia ideal para cada valor de T_{amb}. Este valor de potencia ideal, sería la potencia necesaria de la bomba de calor que habría que instalar si no se pusiera un recuperador.

Una vez obtenido el valor de la Potencia Ideal de cada caso, se puede obtener el de la Potencia Real gracias al valor de la eficiencia del intercambiador con la formula (27).

Al saber el valor de la Potencia Real, se calcula el valor de todas las temperaturas haciendo balance de energía. Toda la energía que cede el fluido caliente al frío, es la misma energía que el frío absorbe del caliente, por tanto al aplicar la fórmula (25):

$$\dot{q} = \dot{m}_1 \cdot C_{p_{aire}} \cdot \Delta T = \dot{m}_2 \cdot C_{p_{aire}} \cdot \Delta T$$

Por tanto:

- Si $T_{amb} < 24^{\circ}\text{C}$

$$\dot{q} = \dot{m}_1 \cdot c_{p_{aire}} \cdot \Delta T = C_{max} \cdot (T_{in} - T_{amb})$$

$$T_{in} = \frac{\dot{q}}{C_{max}} + T_{amb}$$

$$\dot{q} = \dot{m}_2 \cdot c_{p_{aire}} \cdot \Delta T = C_{min} \cdot (24^{\circ}\text{C} - T_{out})$$

$$T_{out} = -\left(\frac{\dot{q}}{C_{min}} - 24^{\circ}\text{C}\right)$$

- Si $T_{amb} > 24^{\circ}\text{C}$

$$\dot{q} = \dot{m}_1 \cdot c_{p_{aire}} \cdot \Delta T = C_{max} \cdot (T_{amb} - T_{in})$$

$$T_{in} = -\left(\frac{\dot{q}}{C_{max}} - T_{amb}\right)$$

$$\dot{q} = \dot{m}_2 \cdot c_{p_{aire}} \cdot \Delta T = C_{min} \cdot (T_{out} - 24^{\circ}\text{C})$$

$$T_{out} = \frac{\dot{q}}{C_{min}} + 24^{\circ}\text{C}$$

Obtenidos los valores de potencia ideal, potencia real, y temperaturas para cada valor de T_{amb} , se puede calcular la potencia térmica de la cual tendrá que estar dotada la bomba de calor. Se aplican las fórmulas de eficiencia (28) y (29) para obtener el valor de la potencia eléctrica, como se muestra en la Tabla 29.

	Temperaturas			Potencia Térmica			Potencia Eléctrica	
	Tamb(°C)	Tout(°C)	Tin(°C)	Pot. Tot (kW)	Pot. Intercam (kW)	Pot. Necesaria (kW)	Pot. Tot (kW)	Pot. Necesaria (kW)
RECUPERADOR DE CALOR	11	16,07	17,94	91,00	55,51	35,49	31,38	7,55
	12	16,68	18,41	84,00	51,24	32,76	28,97	6,97
	13	17,29	18,87	77,00	46,97	30,03	26,55	6,39
	14	17,90	19,34	70,00	42,70	27,30	24,14	5,81
	15	18,51	19,80	63,00	38,43	24,57	21,72	5,23
	16	19,12	20,27	56,00	34,16	21,84	19,31	4,65
	17	19,73	20,74	49,00	29,89	19,11	16,90	4,07
	18	20,34	21,20	42,00	25,62	16,38	14,48	3,49
	19	20,95	21,67	35,00	21,35	13,65	12,07	2,90
	20	21,56	22,14	28,00	17,08	10,92	9,66	2,32
	21	22,17	22,60	21,00	12,81	8,19	7,24	1,74
	22	22,78	23,07	14,00	8,54	5,46	4,83	1,16
	23	23,39	23,53	7,00	4,27	2,73	2,41	0,58
RECUPERADOR DE FRIO	25	24,61	24,47	7,00	4,27	2,73	2,80	0,65
	26	25,22	24,93	14,00	8,54	5,46	5,60	1,30
	27	25,83	25,40	21,00	12,81	8,19	8,40	1,95
	28	26,44	25,87	28,00	17,08	10,92	11,20	2,60
	29	27,05	26,33	35,00	21,35	13,65	14,00	3,25
	30	27,66	26,80	42,00	25,62	16,38	16,80	3,90
	31	28,27	27,26	49,00	29,89	19,11	19,60	4,55
	32	28,88	27,73	56,00	34,16	21,84	22,40	5,20
	33	29,49	28,20	63,00	38,43	24,57	25,20	5,85

Tabla 29 – Potencias.

Puesto que se están realizando los cálculos con la temperatura media, se precisa definir la circunstancia más desfavorable en horas de uso de personal, puesto que cuando no hay personal se admite un desvío de $\pm 3^{\circ}\text{C}$ para la buena conservación de los productos químicos. Puesto que el laboratorio solo tiene uso de personal de 8:00h a 17:20h, será necesario buscar las condiciones más desfavorables dentro de ese horario.

En agosto se pueden llegar a medir los 41°C de temperatura, y en invierno se puede llegar a los 0°C . Para estas circunstancias se comprueba lo que indica la Tabla 30 y se elegirá 0°C como la situación más desfavorable.

Temperaturas			Potencia Térmica			Potencia Eléctrica	
Tamb (°C)	Tin (°C)	Tout (°C)	Pot tot (kW)	Pot int (kW)	Pot neces (kW)	Pot tot (kW)	Pot neces (kW)
0	9,63	12,81	168	102,48	65,52	57,93	15,60
41	34,98	32,39	126	76,86	49,14	50,40	11,70

Tabla 30 – Situación más desfavorable

Realizando una comparativa, se puede ver que si no se instala recuperador, la potencia de la bomba de calor debería ser de por lo menos 168kW térmicos, lo que supone una diferencia de 41kW eléctricos entre un sistema y otro.

La empresa estima una carga de trabajo de un 90% de las vitrinas a caudal máximo durante las 9 horas de trabajo, y un 30% de las vitrinas a caudal mínimo, es decir, un 30% del caudal máximo, durante las 15 horas restantes.

Para facilitar los cálculos, y no depender de la temperatura relativa a cada franja horaria, se pretende elaborar un modelo equivalente calculado con la temperatura media. Para ello se estima la energía necesaria del primer modelo, y se itera con un modelo a caudal máximo con el 100% de vitrinas, funcionando a temperatura media. Utilizando las siguientes formulas y despejando el valor horas/día del modelo deseado:

$$\sum_{i,l} \left(\dot{m}_{m\acute{a}x} \cdot C_p \cdot \Delta T_i \cdot d\acute{a}i s_l \cdot \frac{\text{horas}}{\text{día}} \cdot \% \text{vitrinas} \right) +$$

$$+ \sum_{j,m} \left(\dot{m}_{m\acute{i}n} \cdot C_p \cdot \Delta T_j \cdot d\acute{a}i s_m \cdot \frac{\text{horas}}{\text{día}} \cdot \% \text{vitrinas} \right) =$$

$$= \sum_{k,n} \left(\dot{m}_{m\acute{a}x} \cdot C_p \cdot \Delta T_{med,k} \cdot d\acute{a}i s_n \cdot \frac{\text{horas}}{\text{día}} \right)$$

En este caso, el modelo deseado funcionando 10,75h al día es equivalente al estimado por la empresa.

La Tabla 31, muestra los consumos energéticos en kWh, y también un criterio de selección.

Consumo Energético				Criterio de Selección			
Días	Horas/día	kWh sin rec	kWh con rec	kWh ahorrados	kWh consumidos	REC On/Off	
90	10,75	30.359,483	7.305,65	23.053,83	3.870,00	On	RECUPERADOR DE CALOR
11,73	10,75	3.652,479	878,93	2.773,55	504,39	On	
11,73	10,75	3.348,106	805,68	2.542,42	504,39	On	
11,73	10,75	3.043,733	732,44	2.311,29	504,39	On	
11,73	10,75	2.739,359	659,19	2.080,16	504,39	On	
11,73	10,75	2.434,986	585,95	1.849,04	504,39	On	
11,73	10,75	2.130,613	512,71	1.617,91	504,39	On	
11,73	10,75	1.826,240	439,46	1.386,78	504,39	On	
11,73	10,75	1.521,866	366,22	1.155,65	504,39	On	
11,73	10,75	1.217,493	292,98	924,52	504,39	On	
11,73	10,75	913,120	219,73	693,39	504,39	On	
11,73	10,75	608,747	146,49	462,26	504,39	Off	
13,33	10,75	345,891	83,23	262,66	573,19	Off	
13,33	10,75	401,233	93,14	308,09	573,19	Off	RECUPERADOR DE FRIO
13,33	10,75	802,466	186,29	616,18	573,19	On	
13,33	10,75	1.203,699	279,43	924,27	573,19	On	
13,33	10,75	1.604,932	372,57	1.232,36	573,19	On	
13,33	10,75	2.006,165	465,72	1.540,45	573,19	On	
13,33	10,75	2.407,398	558,86	1.848,54	573,19	On	
13,33	10,75	2.808,631	652,00	2.156,63	573,19	On	
13,33	10,75	3.209,864	745,15	2.464,72	573,19	On	
13,33	10,75	3.611,097	838,29	2.772,81	573,19	On	

TOTAL	72.197,601	17.220,118
--------------	-------------------	-------------------

Tabla 31 – Energía.

El recuperador, supone un consumo eléctrico, por tanto para que tenga sentido hacer funcionar el recuperador, la energía que ahorre tiene que ser mayor que la que él mismo consume. De lo contrario se estaría consumiendo más energía que si el recuperador estuviera apagado. Por ese motivo, se ha seleccionado un recuperador con baipás, para que sea inutilizado cuando consume más que ahorra.

En la Figura 12 se puede apreciar mejor, el criterio de selección:

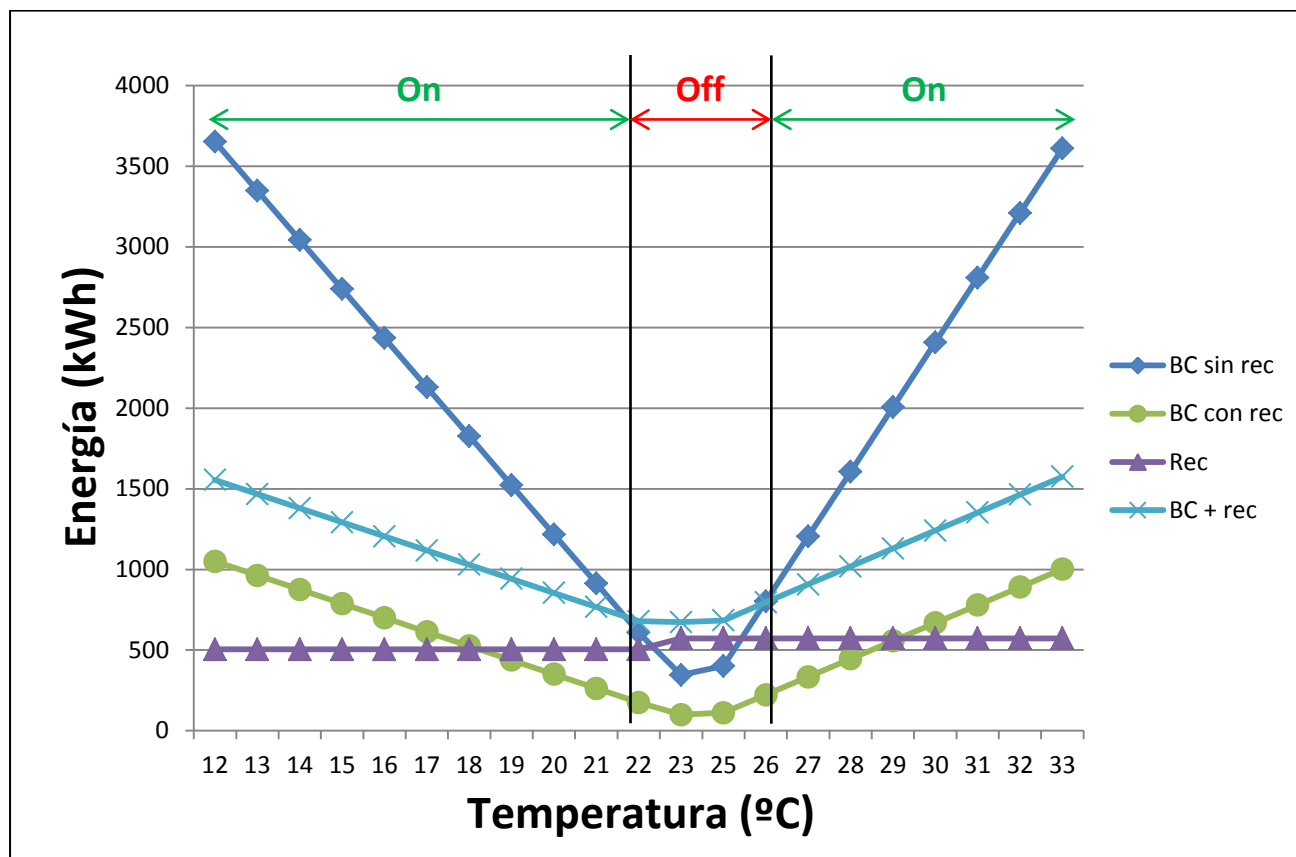


Figura 12 – Criterio de Selección.

Por tanto, el sistema consume lo que muestra la línea BC+rec, en las temperaturas que el recuperador esta encendido. Y cuando no lo está, se vuelve a calcular el consumo de la Bomba de Calor, con la potencia calorífica ideal.

Por tanto, la Bomba de calor pasa a consumir en todo el año, **17.220,19 kWh**. Y el recuperador, funcionando los 325,67 días que estará operativo, consume **14.003,81 kWh**.

1.17.5 Viabilidad económica

Para este apartado se ha de tener en cuenta, las dos posibles instalaciones y realizar una comparación de ambas. La primera posibilidad es sin la utilización de recuperador. Se contabiliza el precio de la instalación y el coste energético que supone cada año. En esta primera opción, por las exigencias tan

altas de potencia calorífica se opta por instalar tres bombas de calor de 50kW de potencia calorífica y aun así quedaría por debajo de los 168kW requeridos, más un impulsor de aire, que permite vencer las pérdidas de carga de la instalación.

La otra posibilidad es instalar un recuperador, y se calculan los mismos parámetros. En este caso solo haría falta dos Bombas de calor de 40kW, que al ser menos potentes y menos cantidad es ligeramente más económico. Y el recuperador energético, que es un equipo relativamente caro.

	Equipo	Unidades	Precio	Consumo año (kWh)	Precio kWh	€/año
SIN	BC	3	12.700,00 €	72.197,601	0,1	7.219,76 €
	Impulsor	1	1.300,00 €	3.923,75	0,1	392,38 €
	Total		39.400,00 €			7.612,14 €
CON	BC	2	9.000,00 €	17.220,310	0,1	1.722,03 €
	Recuperador	1	7.298,55 €	14.003,81	0,1	1.400,38 €
	Total		25.298,55 €			3.122,41 €

Tabla 32 – Viabilidad económica.

Como se aprecia en la Tabla 32, hay una diferencia de 14.101,45€ de inversión inicial entre la primera opción y la segunda. Además la segunda opción supone un ahorro de 4.489,73€ al año. Lo que indica que instalando la opción del recuperador energético, la instalación es rentable inmediatamente.

2. PLANOS

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1 Campo de aplicación

El presente Pliego de Condiciones se aplica a los materiales, suministro e instalación de todas y cada una de las unidades de obra incluidas en el presente proyecto. De forma que se efectúe adecuadamente la instalación.

Sólo se admitirán las modificaciones del presente pliego establecidas por la Dirección de Obra.

3.2 Alcance de la instalación

La empresa instaladora debe suministrar todo el material, mano de obra, equipos, accesorios, etc, y ejecutar todas las operaciones necesarias para el perfecto acabado y puesta en marcha de la instalación en planos y presupuesto. Quedando montada según las especificaciones que en el presente pliego de condiciones se exponen.

El proyecto descrito está formado por cuatro documentos: memoria, planos, presupuesto y pliego de condiciones. En caso de posibles discrepancias entre los anteriores documentos prevalecerá el criterio que la Dirección de Obra establezca.

Los materiales y equipos suministrados por la empresa Instaladora deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este documento, salvo cuando en el proyecto se especifique lo contrario. Los precios de las distintas unidades del presente proyecto incluyen el transporte de los materiales a pie de obra, mano de obra para el montaje, parte proporcional de pequeño material accesorio necesario en el montaje, pruebas de recepción y puesta en marcha.

Los materiales complementarios de la instalación (no descritos expresamente en la documentación pero necesarios para el correcto funcionamiento de la misma) como: soportes, tuercas, tornillos, varillas roscadas, bridas, patillas, pasamuros, manguitos, material para soldaduras (electrodos), punteras, etc, así como la maquinaria necesaria para la realización de los trabajos deben considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

La empresa instaladora contará con un Técnico responsable de la instalación ante la Dirección de Obra, que será el interlocutor válido en las reuniones de seguimiento y a quién se le exigirá el cumplimiento de las prescripciones establecidas. La Dirección de Obra se reserva el derecho de pedir la sustitución de dicho Técnico responsable sin alegar justificaciones.

Los trabajos objeto del presente proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

3.3 Conservación de las obras

Todos los equipos se transportarán adecuada y cuidadosamente embalados. Los embalajes serán aptos para resistir los golpes que puedan originarse en las operaciones de carga, transporte, descarga

y manipulación. Las piezas que puedan sufrir corrosión se protegerán adecuadamente, antes de su embalaje, con grasa u otro producto adecuado. Todas las superficies pulidas y mecanizadas se revestirán con un producto anticorrosivo. Se prestará especial atención al embalaje de instrumentos, equipos de precisión, motores eléctricos, etc., por los daños que puedan producirles el no mantenerlos en una atmósfera libre de polvo y humedad.

Los equipos y materiales instalados se protegerán durante el período de construcción y hasta su puesta en marcha definitiva, de forma que mantengan todas sus características intactas y sin ningún daño en su futuro funcionamiento.

La empresa instaladora gestionará la consecución de un local de almacenamiento en obra para protección de materiales y aparatos, debiendo en todo momento mantener un correcto orden de apilamiento y almacenamiento en el mismo. En caso de no hallarse lugar adecuado, deberá proveerse de una caseta prefabricada o disponer de almacén próximo, siendo a su cargo los gastos de transporte necesarios.

Los equipos que por su tamaño sea indispensable almacenar a la intemperie, estarán perfectamente embalados de forma que no se puedan ver afectados por agentes externos. La protección se conservará hasta su ubicación en su lugar de instalación.

A la terminación de los trabajos, el instalador procederá a una limpieza general del material sobrante, recortes, desperdicios, etc., y de todos los elementos montados y de cualquier otro concepto relacionado directamente con su trabajo.

El Contratista absorberá a su cargo los daños y perjuicios que los equipos y materiales pudieran sufrir, así como las averías o desperfectos que se ocasionen antes de la recepción definitiva, bien por agentes atmosféricos u otros intrínsecos a la obra.

3.4 Condiciones de recepción de productos

3.4.1 Condiciones generales

Todos los materiales deberán cumplir con lo establecido en el presente proyecto, si por cualquier causa, alguna de las unidades de obra (bien debido a los materiales que la componen a la ejecución de la misma) no cumpliera las condiciones establecidas en el presente Proyecto, la Dirección de Obra podrá determinar si se rechaza o acepta la unidad de obra defectuosa.

No se aceptarán materiales diferentes a los de proyecto sin que hayan sido previamente admitidos por la Dirección de Obra de la Instalación. Este control previo no constituirá su recepción definitiva, siendo susceptible de rechazo, si aún después de colocados no cumpliera las condiciones exigidas, debiendo entonces ser reemplazados por la Contrata por otros materiales que cumplan las calidades exigidas.

Cuando la unidad de obra defectuosa sea objeto de rechazo por la Dirección, los gastos de demolición y reconstrucción de la misma serán de cuenta del Contratista.

Si la Dirección estima que la unidad de obra defectuosa es, sin embargo, admisible, el Contratista queda obligado a aceptar una rebaja del precio de dicha unidad, consistente en un veinticinco por ciento (25%), de descuento sobre el precio resultante de la licitación, salvo que se manifieste porcentaje distinto de descuento en los Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares adicionales del proyecto.

3.4.2 Código Técnico de la Edificación

Según se indica en el Código Técnico de la Edificación, en la Parte I, artículo 7.2, el control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas, se realizará según lo siguiente:

Control de la documentación de los suministros

1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará a la dirección facultativa, los documentos de identificación del producto exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:
 - Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
 - El certificado de garantía del fabricante y firmado por persona física.
 - Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica

1. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:
 - Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.
 - Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.
2. El director de la ejecución de la obra verificará que esta documentación es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella.

Control de recepción mediante ensayos

1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa.

2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

Este Pliego de Condiciones, conforme a lo indicado en el CTE, desarrolla el procedimiento a seguir en la recepción de los productos en función de que estén afectados o no por la Directiva 89/106/CE de Productos de la Construcción (DPC), de 21 de diciembre de 1988, del Consejo de las Comunidades Europeas.

El Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, regula las condiciones que estos productos deben cumplir para poder importarse, comercializarse y utilizarse dentro del territorio español de acuerdo con la mencionada Directiva. Así, dichos productos deben llevar el marcado CE, el cual indica que satisfacen las disposiciones del RD 1630/1992.

3.4.3 Productos afectados por la Directiva de Productos de la Construcción

Los productos de construcción relacionados en la DPC que disponen de norma UNE EN (para productos tradicionales) o Guía DITE (Documento de idoneidad técnica europeo, para productos no tradicionales), y cuya comercialización se encuentra dentro de la fecha de aplicación del marcado CE, serán recibidos en obra según el siguiente procedimiento:

a) Control de la documentación de los suministros: se verificará la existencia de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 del Código Técnico, incluida la documentación correspondiente al marcado CE:

1. Deberá ostentar el marcado. El símbolo del marcado CE figurará en al menos uno de estos lugares:
 - Sobre el producto
 - En una etiqueta adherida al producto
 - En el embalaje del producto
 - En una etiqueta adherida al embalaje del producto
 - En la documentación de acompañamiento (por ejemplo, en el albarán o factura).
2. Se deberá verificar el cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y por el proyecto, lo que se hará mediante la comprobación de éstas en el etiquetado del marcado CE.
3. Se comprobará la documentación que debe acompañar al marcado CE, la Declaración CE de conformidad firmada por el fabricante cualquiera que sea el tipo de sistema de evaluación de la conformidad.

Podrá solicitarse al fabricante la siguiente documentación complementaria:

- Ensayo inicial de tipo, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 3.
- Certificado de control de producción en fábrica, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 2 o 2+.
- Certificado CE de conformidad, emitido por un organismo notificado en productos cuyo sistema de evaluación de la conformidad sea 1 o 1+.

La información necesaria para la comprobación del marcado CE se amplía para determinados productos relevantes y de uso frecuente en edificación en la subsección 2.1 de la presente Parte del Pliego.

b) En el caso de que alguna especificación de un producto no esté contemplada en las características técnicas del mercado, deberá realizarse complementariamente el control de recepción mediante distintivos de calidad o mediante ensayos, según sea adecuado a la característica en cuestión.

3.4.4 Productos no afectados por la Directiva de Productos de la construcción

Si el producto no está afectado por la DPC, el procedimiento a seguir para su recepción en obra (excepto en el caso de productos provenientes de países de la UE que posean un certificado de equivalencia emitido por la Administración General del Estado) consiste en la verificación del cumplimiento de las características técnicas mínimas exigidas por la reglamentación y el proyecto mediante los controles previstos en el CTE, a saber:

1. Control de la documentación de los suministros: se verificará en obra que el producto suministrado viene acompañado de los documentos establecidos en los apartados a) y b) del artículo 7.2.1 del apartado 1.1 del Código Técnico, y los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, entre los que cabe citar:
 - Certificado de conformidad a requisitos reglamentarios (antiguo certificado de homologación) emitido por un Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC (de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995) para los productos afectados por disposiciones reglamentarias vigentes del Ministerio de Industria.
 - Autorización de Uso de los forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado, y viguetas o elementos resistentes armados o pretensados de hormigón, o de cerámica y hormigón que se utilizan para la fabricación de elementos resistentes para pisos y cubiertas para la edificación concedida por la Dirección General de Arquitectura y Política de Vivienda del Ministerio de Vivienda.
 - En determinados casos particulares, certificado del fabricante, como en el caso de material eléctrico de iluminación que acredite la potencia total del equipo (CTE DB HE) o que acredite la succión en fábricas con categoría de ejecución A, si este valor no viene especificado en la declaración de conformidad del marcado CE (CTE DB SE F).

2. Control de recepción mediante distintivos de calidad y evaluaciones de idoneidad técnica:

Sello o Marca de conformidad a norma emitido por una entidad de certificación acreditada por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) de acuerdo con las especificaciones del RD 2200/1995.

Evaluación técnica de idoneidad del producto en el que se reflejen las propiedades del mismo. Las entidades españolas autorizadas actualmente son: el Instituto de Ciencias de la Construcción “Eduardo Torroja” (IETcc), que emite el Documento de Idoneidad Técnica (DIT), y el Institut de Tecnologia de la Construcció de Catalunya (ITeC), que emite el Documento de Adecuación al Uso (DAU).

3. Control de recepción mediante ensayos:

Certificado de ensayo de una muestra del producto realizado por un Laboratorio de Ensayo acreditado por una Comunidad Autónoma o por ENAC.

A continuación, en el apartado 2. Relación de productos con marcado CE, se especifican los productos de edificación a los que se les exige el marcado CE, según la última resolución publicada en el momento de la redacción del presente documento (Resolución de 31 de agosto de 2010, de la Dirección General de Industria, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de Noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las Normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el periodo de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de la construcción).

En la medida en que vayan apareciendo nuevas resoluciones, este listado deberá actualizarse.

3.4.5 Relación de productos con marcado CE

Relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 31 de agosto de 2010, de la Dirección General de Industria, por la que se amplían los anexos I, II y III de la Orden de 29 de noviembre de 2001, por la que se publican las referencias a las normas UNE que son transposición de normas armonizadas, así como el período de coexistencia y la entrada en vigor del marcado CE relativo a varias familias de productos de construcción. También se incorpora la relación de productos de construcción correspondiente a la Resolución de 15 de septiembre de 2008, de la Dirección General de Industria, por la que se modifican y amplían los anexos I, II y III de la Orden CTE/2276/2002, de 4 de septiembre, por la que se establece la entrada en vigor del marcado CE relativo a determinados productos de construcción conforme al Documento de Idoneidad Técnica Europeo.

Los productos que aparecen en el listado están clasificados por su uso en elementos constructivos, si está determinado o, en otros casos, por el material constituyente. Para cada uno de ellos se detalla la fecha a partir de la cual es obligatorio el marcado CE, las normas armonizadas de aplicación y el sistema de evaluación de la conformidad.

3.5 Materiales

3.5.1 Tubos protectores

Los tubos serán instalados 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 en la Tabla 33.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2	Rigido/curvable
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad eléctrica/aislante
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración de 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

Tabla 33 – Canalizaciones fijas en superficie.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086 -2-1, para tubos rígidos y UNE-EN 50.086 -2-2, para tubos curvables.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 34 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

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

Tabla 34 – Dimensionado de tuberías.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores aislados o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será, como mínimo igual a 2,5 veces la sección ocupada por los conductores.

Tubos en canalizaciones empotradas

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles y sus características mínimas se describen en la Tabla 35, para tubos empotrados en obras de fábrica (paredes, techos y falsos techos), huecos de la construcción o canales protectoras de obra. En la Tabla 36 para tubos empotrados embebidos en hormigón.

Las canalizaciones ordinarias precableadas destinadas a ser empotradas en ranuras realizadas en obra de fábrica (paredes, techos y falsos techos) serán flexibles o curvables y sus características mínimas para instalaciones ordinarias serán las indicadas en la Tabla 36.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	2	Ligera
Resistencia al impacto	2	Ligera
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera
Propiedades eléctricas	0	No declarada
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración de 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

Tabla 35 – Canalizaciones empotradas en la obra

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	3	Media
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	2	+90°C*
Resistencia al curvado	1-2-3-4	Cualquiera
Propiedades eléctricas	0	No declarada
Resistencia a la penetración de objetos sólidos	5	Protegido contra el polvo
Resistencia a la penetración de agua	3	Protegido contra el agua de lluvia
Resistencia a la corrosión de tubos metálicos y compuestos	2	Protección interior y exterior media
Resistencia a la tracción	0	No declarada
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	0	No declarada

* Para canalizaciones precableadas ordinarias empotradas en obra de fábrica (paredes techos y falsos techos) se acepta una temperatura máxima de instalación y servicio de código 1: +60°C

Tabla 36 – Canalizaciones embebidas en el hormigón.

El cumplimiento de las características indicadas en las Tabla 35 y Tabla 36 se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.086 -2-1, para tubos rígidos, UNE-EN 50.086 -2-2, para tubos curvables y UNE-EN 50.086 -2-3, para tubos flexibles.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 37 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

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

Tabla 37 – Dimensionado de tuberías.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 3 veces la sección ocupada por los conductores.

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 en la Tabla 38.

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

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión	4	Fuerte
Resistencia al impacto	3	Media
Temperatura mínima de instalación y servicio	2	-5°C
Temperatura máxima de instalación y servicio	1	+60°C
Resistencia al curvado	4	Flexible
Propiedades eléctricas	1-2	Continuidad/aislado
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración de 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	3	Protección interior y exterior elevada
Resistencia a la tracción	2	Ligera
Resistencia a la propagación de la llama	1	No propagador
Resistencia a las cargas suspendidas	2	Ligera

Tabla 38 – Canalización aérea.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la norma UNE-EN 50.086 -2-3.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 39 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores por tubo				
	1	2	3	4	5
1,5	12	12	16	16	20
2,5	12	16	20	20	20
4	12	16	20	20	25
6	12	16	25	25	25
10	16	25	25	32	32
16	20	25	32	32	40

Tabla 39 – Dimensionado de tuberías.

Para más de 5 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Tubos en canalizaciones enterradas

En las canalizaciones enterradas, los tubos protectores serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086 2-4 y sus características mínimas serán, para las instalaciones ordinarias las indicadas en la Tabla 40.

Característica	Código	Grado
Resistencia a la compresión ²	NA	250N/450N/750N
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
Propiedades eléctricas	0	No declaradas
Resistencia a la penetración de objetos solidos	4	Contra objetos $D \geq 1\text{mm}$
Resistencia a la penetración de 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

Notas:

NA: No aplicable

(2) Para tubos embebidos en hormigón aplica 250N y grado Ligero; para tubos en suelo ligero aplica 450N y grado normal; para tubos en suelo pesado aplica 750N y grado normal.

Tabla 40 – Canalizaciones enterradas.

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.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en la norma UNE-EN 50.086 -2-4.

Los tubos deberán tener un diámetro tal que permitan un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. En la Tabla 41 figuran los diámetros exteriores mínimos de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

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

Tabla 41 – Dimensionado de tuberías.

Para más de 10 conductores por tubo o para conductores o cables de secciones diferentes a instalar en el mismo tubo, su sección interior será como mínimo, igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

3.5.2 Canales protectores

Los canales serán conformes a lo dispuesto en las normas de la serie UNE-EN 50.085.

Las características de protección deben mantenerse en todo el sistema. Para garantizar éstas, la instalación debe realizarse siguiendo las instrucciones del fabricante. En los canales protectores de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085-1. En las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias, las características mínimas de los canales serán las indicadas en la Tabla 42.

Característica	Grado	
	≤16	>16
Dimensión del lado mayor de la sección transversal	≤16	>16
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	Conductividad 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 de la llama	No propagador	

Tabla 42 – Canales protectores.

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 50.085.

El número máximo de conductores que pueden ser alojados en el interior de una canal será el compatible con un tendido fácilmente realizable y considerando la incorporación de accesorios en la misma canal.

Salvo otras prescripciones en instrucciones particulares, 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.

3.5.3 Conductores eléctricos

Derivación individual vivienda no enterrada

Se compone de tres cables de la misma sección, más hilo de mando (rojo) reunidos en un mismo haz sin cablear, baja tubo. Según las normas siguientes:

- UNE-EN 50525-3-21 (HD 21.15) - Norma constructiva.
- UNE-EN 60332-1 - No propagador de la llama.
- UNE-EN 50266 - No propagador del incendio.
- UNE-EN 50267 - Baja acidez y corrosividad de los gases.
- UNE-EN 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos.
- IEC 60332-1 - No propagador de la llama.
- IEC 60332-3 - No propagador del incendio.
- IEC 60754 - Baja acidez y corrosividad de los gases.

- IEC 61034 - Baja opacidad de los humos emitidos.

Derivación individual vivienda enterrada

Se compone de tres cables de la misma sección, más hilo de mando (rojo) para instalación bajo tubo enterrado. Conductor electrolítico recocido flexible de cobre, clase 5 según UNE EN 60228, temperatura máxima en el conductor de 90 °C, cubierta de cero halógenos. Según las normas siguientes:

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.
- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE 50266-2-4; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 μ S/mm.

Interior vivienda

Los conductores activos serán de cobre, aislados y con una tensión asignada de 450/750V, como mínimo.

Local pública concurrencia

Los conductores bajo tubo o canal protectora IP4X, de cobre electrolítico recocido, flexible, clase 5, según UNE en 60228, serán conforme a las siguientes normas:

- Norma constructiva: UNE 211002.
- Temperatura de servicio (instalación fija): - 40 °C, + 70 °C. (Cable termoplástico).
- Tensión nominal: 300/500 V hasta 1 mm² (ESO5Z1-K (AS)) y 450/750 V (ESO7Z1-K (AS)) desde 1,5 mm².
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 2000 V en los cables ESO5Z1-K y 2500V en los ESO7Z1-K.
- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: UNE EN 50266-2-4; IEC 60332-3; NFC 32070-C1.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: NES 713; NFC 20454; It \leq 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Muy baja emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-3; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH \geq 4,3; C \leq 10 μ S/mm.

Los conductores sobre canal o enterrado electrolítico recocido flexible de cobre, clase 5 según UNE EN 60228, temperatura máxima en el conductor de 90 °C, cubierta de cero halógenos. Según las normas siguientes:

- Norma constructiva: UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.
- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2.
- No propagación del incendio: UNE 50266-2-4; IEC 60332-3-24.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: DEF STAN 02-713; NFC 20454; It 1,5.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

3.5.4 Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. La sección mínima de estos conductores estará en función de la sección de los conductores de fase de la instalación, según la Instrucción ITC-BT-18, exceptuando las líneas trifásicas en las cuales la sección del conductor de protección será igual al conductor de fase.

3.5.5 Identificación de los conductores

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 presente sus aislamientos. Cuando exista conductor de neutro 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 o negro o gris.

3.5.6 Cajas de empalme y derivación

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deba contener. Su profundidad equivaldrá cuando menos, al diámetro del tubo mayor más un 50% del mismo, con un mínimo de 40 mm de profundidad y 80 mm de diámetro o lado inferior.

3.5.7 Bases de toma de corriente

Las bases de toma de corriente utilizadas en las instalaciones interiores o receptoras serán del tipo indicado en las figuras C2a, C3a o ESB 25-5a de la norma UNE 20315. El tipo indicado en la figura C3a queda reservado para instalaciones en las que se requiera distinguir la fase del neutro, o disponer de una red de tierras específica.

En instalaciones diferentes de las indicadas en la ITC-BT 25 para viviendas, además se admitirán las bases de toma de corriente indicadas en la serie de normas UNE EN 60309.

Las bases móviles deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1a, C2a o C3a de la Norma UNE 20315. Las clavijas utilizadas en los cordones prolongadores deberán ser del tipo indicado en las figuras ESC 10-1b, C2b, C4, C6 o ESB 25-5b.

Las bases de toma de corriente del tipo indicado en las figuras C1a, las ejecuciones fijas de las figuras ESB 10-5a y ESC 10-1a, así como las clavijas de las figuras ESB 10-5b y C1b, recogidas en la norma UNE 20315, solo podrán comercializarse e instalarse para reposición de las existentes.

3.5.8 Protección contra sobretensiones

Marcado CE obligatorio, UNE-EN 50550 - Dispositivos de protección contra sobretensiones a frecuencia industrial para usos domésticos y análogos (POP), así como IEC 61643-11 y IEC 61643-21.

3.5.9 Aparatos de protección

Son los interruptores automáticos, interruptores diferenciales, fusibles, etc. Los interruptores automáticos serán del tipo magnetotérmico de accionamiento manual, y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección de cortacircuitos estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuitos que pueda presentarse en el punto de sustelación, y para la protección contra el calentamiento de las líneas se regulará para una temperatura inferior a 60°C.

Llevarán marcada la intensidad y tensión nominal de funcionamiento, así como el signo indicador de su posición.

Los fusibles empleados para proteger los circuitos secundarios serán calibrados a la intensidad nominal del circuito que protegen. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible y estarán constituidos de forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Se podrán recambiar bajo tensión sin peligro alguno y llevarán marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo.

3.5.10 Aparatos de control y medida

Todos los aparatos de medida deberán ser clase 1,5.

Los amperímetros y voltímetros serán del tipo de hierro móvil, cuando se utilicen para lecturas de corriente alterna y de bobina móvil para corriente continua.

Todos los aparatos de medida deberán haber sido verificados a una tensión de 2.000 V., equivalente a una tensión de servicio de 650 V.

Las cajas de los aparatos serán PVC M1s según DIN 43700 y de dimensiones 96 x 96 mm, preferentemente para empotrar.

Los transformadores de intensidad, para aquellos aparatos de control y medida que lo requieran serán moldeados en resinas aislantes para una tensión de 3 kV.-50 Hz. durante un minuto. La intensidad secundaria será de 5 A., y su clase y potencia estarán de acuerdo con el aparato que alimente.

Todos los circuitos voltimétricos de los aparatos de medida y control deberán disponer de los correspondientes fusibles de protección.

Los voltímetros instalados para la lectura de tensión en circuitos trifásicos dispondrán de conmutador de fases.

3.6 Ejecución de las obras

3.6.1 Especificaciones Generales

Notas aclaratorias sobre las mediciones y el presupuesto

1. El instalador podrá elegir la marca los elementos en tanto en cuanto que tengan las mismas prestaciones que las indicadas en los documentos que integran el proyecto, todo ello previa aprobación de la dirección facultativa, y sin incremento de costos.
2. La Dirección Facultativa podrá exigir albarán de materiales con la procedencia y tipos de los mismos.
3. Las partidas que componen documento de presupuesto se entienden totalmente definidas por todos los documentos que componen el proyecto: Memoria, Planos, Presupuesto, Anejo de justificación de precios, Medición y Pliego general de condiciones y por lo tanto cualquier característica aparecida en los mismos podrá ser exigible, complementándose todos los documentos anteriormente mencionados.
4. Todos los materiales que aparecen en el presupuesto, se entienden perfectamente instalados y funcionando, así como con todas las ayudas de albañilería necesarias para conseguirlo.

5. Los materiales deberán estar homologados por AENOR en caso de existir para algún material similar, y cumplir con la normativa vigente.
6. De la descomposición de precios.

La estructura de los precios se ajusta a los especificados en el Real Decreto 1098/2001, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, que establece la siguiente descomposición:

<<Artículo 130. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra se basará en la determinación de los costes directos e indirectos precisos para su ejecución, sin incorporar, en ningún caso, el importe del Impuesto sobre el Valor Añadido que pueda gravar las entregas de bienes o prestaciones de servicios realizados.>>

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que quedan integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los gastos de personal, combustible, energía, etc. que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- d) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria e instalaciones anteriormente citadas.

Se considerarán costes indirectos: Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, etc. los de personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos.

Se simplifica dicha estructura respetando al mismo tiempo el contenido general introduciendo un concepto de medios auxiliares cuantificado mediante un porcentaje variable, que recoge los gastos de los puntos c) y d) esto es combustible, energía, de amortización de pequeñas herramientas, útiles, maquinaria auxiliar, mano de obra indirecta, sistemas auxiliares, etc., que intervienen en la ejecución de la unidad de obra, además de pequeñas cantidades de materiales o materiales complementarios que forman parte de la misma y que deben integrarse como costes directos, de tal modo que el precio descompuesto queda integrado por:

- Mano de obra directa
- Materiales
- Maquinaria
- Medios auxiliares
- Costes Indirectos

7. Cuando no están medidos separadamente, los materiales accesorios tales como arrancadores, contactores, guardamotores, controles, material eléctrico, anclajes, accesorios, cajas, codos,

piezas especiales, etc., se considera que estos materiales están incluidos en el precio unitario de la partida correspondiente.

8. El contratista deberá estudiar el proyecto, y comentarlo con la D.F. si hubiera alguna duda.
9. El concepto de ayudas de albañilería que el instalador debe recibir a lo largo de la ejecución de la instalación, comprende:
 - Realización de orificios en paredes y forjados para paso de cables, conductos, rejillas, líneas frigoríficas, etc.
 - Falcado de marcos de compuertas, rejillas, etc. o sujeción en obra de dichos elementos.
 - Reparación de albañilería (tabiques y enfoscados) y pintura en los desperfectos causados por la realización de las instalaciones.

3.6.2 Relaciones legales y responsabilidades con el público

El adjudicatario deberá obtener todos los permisos y licencias necesarios para la ejecución de las obras.

También deberá indemnizar a los propietarios de los derechos que le correspondan y de todos los daños que se causen con motivo de las distintas operaciones que requiera la ejecución de las obras.

3.6.3 Contradicciones

El proyecto descrito está formado por cuatro documentos: memoria, planos, presupuesto, y pliego de condiciones. En caso de posibles discrepancias entre los anteriores documentos prevalecerá el criterio que la Dirección de Obra establezca.

3.6.4 Funciones del Técnico de Obra

La propiedad designará un Técnico responsable de Obra, que será su representante ante el contratista, y cuyas funciones serán:

- a) Velar porque las obras se realicen con sujeción al presente Proyecto, o a las modificaciones que por escrito se comunicarán al contratista, y exigir de éste el cumplimiento de las obligaciones contratadas.
- b) Definir cuantas condiciones técnicas no estén definidas en este Proyecto, o se dejen a su discreción.
- c) Resolver las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de los documentos contractuales, condiciones de materiales y ejecución de las obras.

- d) Estudiar y resolver las incidencias que se planteen en la obra, y proponer las modificaciones que procediera cuando tales incidencias impidan el normal cumplimiento del contrato.
- e) Velar por la seguridad de la obra y del personal que la ejecuta.
- f) Asumir personalmente, y bajo su responsabilidad, la dirección inmediata de determinadas operaciones, en caso de urgencia, con el personal y medios del contratista.
- g) Acreditar al contratista las obras realizadas de acuerdo con los documentos del contrato.
- h) Participar en las recepciones provisional y definitiva, y redactar la liquidación final de las obras.

3.6.5 Funciones del contratista

Será función del contratista:

1. Transportar, recibir, descargar, almacenar y manejar todo el equipo y materiales necesarios para la ejecución de la obra, siendo el único responsable de su conservación y vigilancia.
2. Montar y desmontar las instalaciones que a su efecto y uso necesite durante las obras, sin pretender abono alguno por ello.
3. Ejecutar la obra exactamente como figura en los planos, y con arreglo a las modificaciones e instrucciones que el Técnico Director disponga. Deberá igualmente, observar escrupulosamente las prescripciones del presente Pliego.
4. Limpiar las obras al terminar, y conservarlas siempre exentas de todo elemento que no sea imprescindible en ellas. Deberá, igualmente, retirar a su costa todos los materiales rechazados por el Técnico Director de la Obra.
5. Conservar a la vista y a pie de obra el Libro de Órdenes e Incidencias en que constarán todas las comunicaciones entre contratista y Técnico Director de Obra.
6. Velar por la seguridad de la obra, de sus empleados, y de terceros, así como de sus propiedades. El contratista será responsable de los daños materiales que puedan producirse con ocasión o motivo de las obras.
7. Deberá ejecutar por su cuenta todos los dibujos y planos de detalle necesarios para facilitar y organizar la ejecución de los trabajos, actualizándolos a medida en que se desarrolla la obra. Al final de la misma deberá entregar una copia completa de la planimetría, en papel y en formato magnético, así como la documentación de las distintas pruebas y mediciones especificadas en el presente documento.

Terminada la obra, se hará entrega la siguiente documentación además de dejar una copia en papel de los planos de instalación junto a la central térmica instalada:

- a) Planos en planta de la instalación realmente ejecutada. Con breve descripción de los equipos y materiales.
- b) Esquemas de climatización, eléctricos unifilares y de control.
- c) Se entregará manual del programador, de instalador y de usuario para el puesto central del sistema de gestión, así como las características técnicas de los elementos instalados.
- d) Se realizará el protocolo de pruebas obligatorias, entregándose una copia de los resultados por un organismo de control acreditado.
- e) Toda la información se entregará en papel y formato digital. Los planos se deberán entregar en dwg.

3.6.6 Inspección y control de calidad de las obras

El contratista deberá comprometerse a facilitar el acceso a todas sus instalaciones, e incluso a aquellas de sus proveedores, que la Dirección de Obra solicite. Deberá, igualmente, comprometerse a suministrar la información que le exija el Director de Obra referente a los materiales y ejecución de la obra.

Ninguna parte de la obra deberá ser cubierta, enterrada u ocultada sin previa inspección o permiso del Técnico Director de Obra.

3.6.7 Replanteo

En el plazo de treinta (30) días hábiles desde la adjudicación de la obra, se efectuará, en presencia del contratista, el replanteo de las obras. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

Se extenderá un ACTA DE REPLANTEO, en que se hará constar todas las circunstancias anómalas que pudieran observarse.

3.6.8 Realización de la obra y abono de la misma

El plazo de ejecución formará parte de la oferta del contratista. El Director de Obra podrá exigir del contratista la justificación de la posibilidad de cumplir tal plazo, con expresión de plazos parciales, relación de maquinaria y personal, etc., que se considerará a todos los efectos como documento contractual.

Mensualmente el Técnico responsable de Obra extenderá al contratista Certificación de las obras realizadas, para que por la propiedad se proceda a su abono. Todas las certificaciones se considerarán documentos informativos a la propiedad, a los solos efectos de que ésta realice un pago a buena cuenta, y -por tanto- no suponen aceptación de la obra en ellas reflejada, ni siquiera de que tal obra exista. Podrá, por tanto, haber certificaciones con cantidades negativas.

Las certificaciones de obra se valorarán a los precios que, en letra, constan en el Presupuesto, aplicando el porcentaje de baja pactado en el contrato. Tales precios comprenden el suministro, manipulación, empleo y manejo de todos los materiales necesarios para la ejecución de las unidades de obra correspondientes. Incluye igualmente todos los gastos de maquinaria, mano de obra, accesorios, transportes, herramientas y cuantas operaciones directas o incidentales sean necesarias para ultimar totalmente las diferentes unidades de obra. Quedan incluidos también los gastos ocasionados por alquiler de terrenos o su adquisición, para acopios de materiales, depósitos de maquinaria, etc., y el mantenimiento, vigilancia, montaje y desmontaje de las instalaciones, la limpieza de las obras y su señalización, y la reparación de los daños ocasionados a terceros con ocasión o motivo de las obras. Finalmente se incluyen en ellos, todas las tasas, permisos, gravámenes, impuestos y demás gastos necesarios para la correcta y legal ejecución de las obras.

Terminada la obra, se hará entrega de la Planimetría, Documentación de pruebas y medidas así como Instrucciones de funcionamiento y Protocolo de Pruebas Obligatorias. Dichos documentos deberán ser aprobados por la Administración, una vez lo cual, se extenderá ACTA DE RECEPCIÓN, y se practicará la liquidación de las obras realizadas.

Transcurrido el plazo de garantía, se concederá el derecho al reintegro de la fianza que se hubiera pactado, una vez subsanados los reparos a que hubiera lugar. El plazo de garantía será de DOS AÑOS (2 años).

3.6.9 Medición de las instalaciones

Todas las unidades de obra se medirán y abonarán, por metro lineal, por metro cuadrado, por kilogramos o por unidad, de acuerdo a como figuran especificadas en el Presupuesto. Para las unidades nuevas que puedan surgir, y para las que sea preciso la redacción de un precio contradictorio, se especificará claramente al acordarse éste, el modo de abono, se estará a lo admitido en la práctica habitual o costumbre de la construcción.

3.6.10 Mano de obra a emplear y normas de seguridad

Todos los empleados del contratista, y todo personal que intervenga en estas obras deberá ser especialista en su actividad y de la categoría respectiva. La mano de obra deberá ser experta y esmerada, exigiéndose de la misma que corresponda a los criterios más estrictos para su clasificación en la categoría correspondiente.

El contratista no podrá pretender abono adicional alguno por transporte, pluses y dietas del citado personal, así como por las horas extraordinarias que fuera necesario realizar para el cumplimiento de

los plazos ofertados. Tampoco tendrá derecho a indemnización alguna por paro del personal debido a inclemencias meteorológicas.

El contratista deberá cumplir toda la normativa laboral vigente.

El contratista deberá extremar las precauciones en materia de seguridad e higiene de su personal, y es responsable solidario de cualquier subcontratista que trabaje con él, y de la maquinaria alquilada a terceros.

3.6.11 Rescisión del contrato

Se considerará causa suficiente para la rescisión automática del contrato cualquiera de las siguientes:

- No cumplir cualquiera de las normas aceptadas por el contrato, o por las condiciones de licitación, pues la sola presentación a ésta implica su aceptación más solemne.
- Negarse al cumplimiento de las normas establecidas en el presente Pliego, o de las órdenes del Técnico Director de Obra en su materia específica.
- Abandonar la obra o paralizarla sin motivo claro de fuerza mayor.
- Incumplimiento relevante del plan de trabajo propuesto, o de los plazos ofertados.

La rescisión del contrato dará lugar a la liquidación de la obra que se encuentre total y satisfactoriamente realizada, sin que pueda pretenderse abono alguno por unidades de obra incompletas, o por acopios. Esta recepción y liquidación de la obra no exime al contratista, en modo alguno, de las responsabilidades que puedan serle exigidas por el cumplimiento del contrato.

3.6.12 Documentación del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Contratista 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. Manifestará expresamente que encuentra el proyecto correcto o no. En su defecto se entiende que el proyecto es conocido y ha sido debidamente estudiado y que lo encuentra completo, correcto y acorde con las normativas oficiales vigentes en toda su extensión.

El Contratista, aún lo expresado en puntos anteriores, si durante la ejecución de los trabajos encontrase falta, error y omisión en el proyecto, tendrá la obligación de comunicarlo de inmediato a la Dirección de Obra, sin que por ello pueda hacer ninguna reclamación económica o aducir retrasos de ningún tipo.

El Contratista es responsable de las averías, accidentes, daños o pérdidas que sufra la propiedad por falta o defectos de planificación, mal montaje, falta de calidad, sustracciones o desapariciones de material y equipos, errores de ejecución en los trabajos de instalación o en la realización de las pruebas de funcionamiento.

El Contratista es responsable de realizar la limpieza durante la ejecución de la obra de su material, así como de una limpieza general de la obra al final de la misma, demoliendo las instalaciones auxiliares innecesarias, retirando los escombros, piedras y materiales que sobran.

3.6.13 Interpretación del proyecto

El Contratista es responsable de ejecutar correctamente el montaje de la instalación, siguiendo siempre las directrices y normas del Director de Obra, no pudiendo sin su autorización variar trazados, cambiar materiales o introducir modificaciones al proyecto, especialmente a este Pliego de Condiciones.

La maquinaria, materiales o cualquier otro elemento en el que sea definible una calidad, será el indicado en el proyecto. Si el Contratista propusiese uno de calidad similar, sólo la Dirección de Obra definirá si es o no similar, por lo que todo elemento que no sea el específicamente indicado en el presupuesto, deberá haber sido aprobado por escrito por aquélla, siendo eliminado sin perjuicio a la Propiedad si no cumpliera este requisito.

3.6.14 Justificación de los precios adoptados

Los precios adoptados en la elaboración del presupuesto corresponden a dos fuentes fundamentales:

- A la base de precios del “Instituto Valenciano de la Edificación”, que es una base comúnmente utilizada en la elaboración de presupuestos y de aceptada calidad.
- A una base de precios del proyectista, elaborada a partir de precios de los fabricantes (con descuentos que establecen los mismos) y desde la experiencia adquirida en la elaboración de otros proyectos, direcciones de obra, revisiones de modificaciones, etc.

3.6.15 Libro de órdenes

El Director de la Obra y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las obras, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación del Proyecto, así como de las órdenes que necesiten dar al Contratista respecto a la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

También estará dicho libro, con carácter extraordinario, a disposición de cualquier autoridad que debidamente designada para ello tuviera que ejecutar algún trámite e inspección en relación con la obra.

Las anotaciones en el Libro de Órdenes, Asistencias e Incidencias, darán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del Contrato. Sin embargo, cuando el Contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que apoyen su postura

aportando las pruebas que estime pertinentes. El efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este libro no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Órdenes.

3.6.16 Sistemas de instalación de canalizaciones

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.

Las canalizaciones eléctricas y las no eléctricas sólo podrán ir dentro de un mismo canal o hueco en la construcción, cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones:

- La protección contra contactos indirectos estará asegurada por alguno de los sistemas señalados en la Instrucción ITC-BT-24, considerando a las conducciones no eléctricas, cuando sean metálicas, como elementos conductores.
- Las canalizaciones eléctricas estarán convenientemente protegidas contra los posibles peligros que pueda presentar su proximidad a canalizaciones, y especialmente se tendrá en cuenta:
 - La elevación de la temperatura, debida a la proximidad con una conducción de fluido caliente
 - La condensación
 - La inundación, por avería en una conducción de líquidos; en este caso se tomarán todas las disposiciones convenientes para asegurar su evacuación
 - La corrosión, por avería en una conducción que contenga un fluido corrosivo
 - La explosión, por avería en una conducción que contenga un fluido inflamable
 - La intervención por mantenimiento o avería en una de las canalizaciones puede realizarse sin dañar al resto

Accesibilidad

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Estas posibilidades no deben ser limitadas por el montaje de equipos en las envolventes o en los compartimentos.

Identificación

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. Por otra parte, el conductor neutro o compensador, cuando exista, estará claramente diferenciado de los demás conductores.

Las canalizaciones pueden considerarse suficientemente diferenciadas unas de otras, bien por la naturaleza o por el tipo de los conductores que la componen, o bien por sus dimensiones o por su trazado. Cuando la identificación pueda resultar difícil, debe establecerse un plano de la instalación que permita, en todo momento, esta identificación mediante etiquetas o señales de avisos indelebles y legibles.

Condiciones particulares

Los sistemas de instalación de las canalizaciones en función de los tipos de conductores o cables deben estar de acuerdo con la Tabla 43, siempre y cuando las influencias externas estén de acuerdo con las prescripciones de las normas de canalizaciones correspondientes. Los sistemas de instalación de las canalizaciones, en función de la situación deben estar de acuerdo con la Tabla 44.

Conductores y cables		Sistemas de Instalación							
		Sin Fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera y de soporte	Sobre aisladores	Con fiador
Desnudos		-	-	-	-	-	-	+	-
Aislados		-	-	+	*	+	-	+	-
Con cubierta	Multi-polares	+	+	+	+	+	+	0	+
	Uni-polares	0	+	+	+	+	+	0	+

+: Admitido
 -: No admitido
 0: No aplicable o no utilizado en la práctica
 *: Se admiten conductores aislados si la tapa solo puede abrirse con un útil o con una acción manual importante y el canal es IP4X o IPXXD

Tabla 43 – Condiciones de instalación

Elección de las canalizaciones:

Situaciones		Sistemas de Instalación							
		Sin Fijación	Fijación directa	Tubos	Canales y molduras	Conductos de sección no circular	Bandejas de escalera y de soporte	Sobre aisladores	Con fiador
Huecos de la construcción	Accesibles	+	+	+	+	+	+	-	0
	No accesibles	+	0	+	0	+	0	-	-
Canal de obra		+	+	+	+	+	+	-	-
Enterrados		+	0	+	-	+	0	-	-
Empotrados en estructuras		+	+	+	+	+	0	-	-
Montaje superficial		-	+	+	+	+	+	+	-
Aereo		-	-	*	+	-	+	+	+

+: Admitido
 -: No admitido
 0: No aplicable o no utilizado en la práctica
 *: No se utilizan en la práctica salvo en instalaciones cortas y destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida

Tabla 44 – Elección de canalizaciones.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V y los tubos cumplirán lo establecido en la ITC-BT-21.

Conductores aislados fijados directamente sobre las paredes

Estas instalaciones se establecerán con cables de tensiones asignadas no inferiores a 0,6/1 kV, provistos de aislamiento y cubierta (se incluyen cables armados o con aislamiento mineral). Estas instalaciones se realizarán de acuerdo a la norma UNE 20.460 -5-52.

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

1. Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
2. 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.
3. 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.

4. 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.
5. 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.
6. Los puntos de fijación de los cables estarán suficientemente próximos para evitar que esta distancia pueda quedar disminuida.
7. 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.
8. Los cables con aislamiento mineral, cuando lleven cubiertas metálicas, no deberán utilizarse en locales que puedan presentar riesgo de corrosión para las cubiertas metálicas de estos cables, salvo que ésta cubierta este protegida adecuadamente contra la corrosión.
9. Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

Conductores aislados enterrados

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

Conductores aislados directamente empotrados en estructuras

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

Conductores aéreos

Conductores aislados en el interior de huecos de la construcción.

Estas canalizaciones están constituidas por cables colocados en el interior de huecos de la construcción según UNE 20.460 -5-52. 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. En el caso de conductos continuos, éstos no podrán destinarse simultáneamente a otro fin (ventilación, etc.).

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. Normalmente, como los cables solamente podrán fijarse en puntos bastante alejados entre sí, puede considerarse que el esfuerzo resultante de un recorrido vertical libre no superior a 3 metros quede dentro de los límites admisibles. Se tendrá en cuenta al disponer de puntos de fijación que no debe quedar comprometida ésta, cuando se suelten los bornes de conexión especialmente en recorridos verticales y se trate de bornes que están en su parte superior.

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

Cuando no se tomen las medidas para evitar los riesgos anteriores, las canalizaciones cumplirán las prescripciones establecidas para las instalaciones en locales húmedos e incluso mojados que pudieran afectarles.

Conductores aislados bajo canales protectores

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Las canales deberán satisfacer lo establecido en la ITC-BT-21.

En las canales protectoras de grado IP4X o superior y clasificadas como “canales con tapa de acceso que solo puede abrirse con herramientas” según la norma UNE-EN 50.085 -1, se podrá:

- Utilizar conductor aislado, de tensión asignada 450/750 V.
- Colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corrientes, dispositivos de mando y control, etc., en su interior, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- Realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

En las canales protectoras de grado de protección inferior a IP 4X o clasificadas como “canales con tapa de acceso que puede abrirse sin herramientas”, según la Norma UNE EN 50085-1, solo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca, de tensión asignada mínima 300/500 V.

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 podrán ser reemplazadas por guarniciones de puertas, astrágalos o rodapiés ranurados, siempre que cumplan las condiciones impuestas para las primeras.

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 mm² 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.

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.

Canalizaciones eléctricas prefabricadas

Deberán tener un grado de protección adecuado a las características del local por el que discurren. Las canalizaciones prefabricadas para iluminación deberán ser conformes con las especificaciones de las normas de la serie UNE EN 60570.

Las características de las canalizaciones de uso general deberán ser conformes con las especificaciones de la Norma UNE EN 60439-2.

Paso a través de elementos de la construcción

El paso de las canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, se realizará de acuerdo con las siguientes prescripciones:

- En toda la longitud de los pasos de canalizaciones no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables.
- Las canalizaciones estarán suficientemente protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad. Esta protección se exigirá de forma continua en toda la longitud del paso.
- Si se utilizan tubos no obturados para atravesar un elemento constructivo que separe dos locales de humedades marcadamente diferentes, se dispondrán de modo que se impida la entrada y acumulación de agua en el local menos húmedo, curvándolos convenientemente en

su extremo hacia el local más húmedo. Cuando los pasos desemboquen al exterior se instalará en el extremo del tubo una pipa de porcelana o vidrio, o de otro material aislante adecuado, dispuesta de modo que el paso exterior-interior de los conductores se efectúe en sentido ascendente.

- En el caso que las canalizaciones sean de naturaleza distinta a uno y otro lado del paso, éste se efectuará por la canalización utilizada en el local cuyas prescripciones de instalación sean más severas.
- Para la protección mecánica de los cables en la longitud del paso, se dispondrán éstos en el interior de tubos normales cuando aquella longitud no exceda de 20 cm y si excede, se dispondrán tubos conforme a la tabla 3 de la Instrucción ITC-BT-21. Los extremos de los tubos metálicos sin aislamiento interior estarán provistos de boquillas aislantes de bordes redondeados o de dispositivo equivalente, o bien los bordes de los tubos estarán convenientemente redondeados, siendo suficiente para los tubos metálicos con aislamiento interior que éste último sobresalga ligeramente del mismo. También podrán emplearse para proteger los conductores los tubos de vidrio o porcelana o de otro material aislante adecuado de suficiente resistencia mecánica. No necesitan protección suplementaria los cables provistos de una armadura metálica ni los cables con aislamiento mineral, siempre y cuando su cubierta no sea atacada por materiales de los elementos a atravesar.
- Si el elemento constructivo que debe atravesarse separa dos locales con las mismas características de humedad, pueden practicarse aberturas en el mismo que permitan el paso de los conductores respetando en cada caso las separaciones indicadas para el tipo de canalización de que se trate.
- Los pasos con conductores aislados bajo molduras no excederán de 20 cm; en los demás casos el paso se efectuará por medio de tubos.
- En los pasos de techos por medio de tubo, éste estará obturado mediante cierre estanco y su extremidad superior saldrá por encima del suelo una altura al menos igual a la de los rodapiés, si existen, o a 10 centímetros en otro caso. Cuando el paso se efectúe por otro sistema, se obturará igualmente mediante material incombustible, de clase y resistencia al fuego, como mínimo, igual a la de los materiales de los elementos que atraviesa.

3.6.17 Montaje de tubos

Prescripciones generales

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 50.086 -2-2.
- 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 destinadas 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 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 montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. El retorcimiento o arrollamiento de conductores no se refiere a aquellos casos en los que se utilice cualquier dispositivo conector que asegure una correcta unión entre los conductores aunque se produzca un retorcimiento parcial de los mismos y con la posibilidad de que puedan desmontarse fácilmente. Los bornes de conexión para uso doméstico o análogo serán conformes a lo establecido en la correspondiente parte de la norma UNE-EN 60.998.
- Durante la instalación de los conductores para que su aislamiento no pueda ser dañado por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien los bordes estarán convenientemente redondeados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta las posibilidades de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. 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.
- Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en la ITC-BT-20.
- A fin de evitar los efectos del calor emitido por fuentes externas (distribuciones de agua caliente, aparatos y luminarias, procesos de fabricación, absorción del calor del medio circundante, etc.) las canalizaciones se protegerán utilizando los siguientes métodos eficaces:
 - En los tajos de soldadura.
 - Pantallas de protección calorífuga
 - Alejamiento suficiente de las fuentes de calor
 - Elección de la canalización adecuada que soporte los efectos nocivos que se puedan producir
 - Modificación del material aislante a emplear

Montaje fijo en superficie

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 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.

- En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio, deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 centímetros aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 centímetros.

Montaje fijo empotrado

Cuando los tubos se coloquen empotrados, se tendrán en cuenta, las siguientes prescripciones:

En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden 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.

Al instalar las canalizaciones se debe tener en cuenta la Tabla 45:

ELEMENTO CONSTRUCTIVO	Colocación del tubo antes de terminar la construcción y revestimiento (*)	Preparación de la roza o alojamiento durante la construcción	Ejecución de la roza después de la construcción y revestimiento	OBSERVACIONES
Muros de: Ladrillo macizo.	Si	X	Si	Únicamente en rozas verticales y en las horizontales situadas a una distancia del borde superior del muro inferior a 50cm. La rosa, en profundidad, sólo interesará a un tabiquillo de hueco por ladrillo. No se colocaran tubos en diagonal.
Ladrillo hueco, siendo el nº de huecos en sentido transversal:				
-uno	Si	X	Si	
-dos o tres	Si	X	Si	
-más de tres	Si	X	Si	
Bloques macizos de hormigón.	Si	X	X	
Bloques huecos de hormigón.	Si	X	No	
Hormigón en masa	Si	Si	X	
Hormigón armado	Si	Si	X	
Forjados:	Si	Si	No	(**) Es admisible practicar un orificio en la cara inferior del forjado para introducir los tubos en un hueco longitudinal del mismo.
Placas de hormigón	Si	Si	No	
Forjados con nervios	Si	Si	No (**)	
Forjados con nervios y elementos de relleno	Si	Si	No (**)	
Forjados con viguetas y bovedillas	Si	Si	No (**)	
Forjados con viguetas y tableros y revoltón				
De rasilla	Si	Si	No	
X: Difícilmente aplicable en la práctica (*): Tubos blindados únicamente				

Tabla 45 – Proyecto de instalación de canalizaciones.

3.6.18 Instalación y colocación de canales

La instalación y puesta en obra de las canales protectoras deberá cumplir lo indicado en la norma UNE 20.460 -5-52 y en las Instrucciones ITC-BT-19 e ITC-BT-20.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo 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.

No se podrán utilizar las canales como conductores de protección o de neutro, salvo lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-18 para canalizaciones prefabricadas. La tapa de los canales quedará siempre accesible.

3.6.19 Conexiones

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión; puede permitirse asimismo, la utilización de bridas de conexión. Siempre deberán realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación salvo en los casos indicados en el apartado 3.1 de la ITC-BT-21. Si se trata de conductores de varios alambres cableados, las conexiones se realizarán de forma que la corriente se reparta por todos los alambres componentes y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm² deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

3.6.20 Instalación receptores de alumbrado

Condiciones generales

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.

Las partes metálicas accesibles de los receptores de alumbrado que no sean de Clase II o Clase III, deberán conectarse de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito. Se entiende como accesibles aquellas partes incluidas dentro del volumen de accesibilidad definido en la ITC-BT-24.

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 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, y no se admitirá compensación en conjunto de un grupo de

receptores en una instalación de régimen de carga variable, salvo que dispongan de un sistema de compensación automático con variación de su capacidad siguiendo el régimen de carga.

Condiciones específicas

Para instalaciones que alimenten tubos luminosos de descarga con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 kV y 10 kV, se aplicará lo dispuesto en la UNE-EN 50.107. No obstante, se considerarán como instalaciones de baja tensión las destinadas a lámparas o tubos de descarga, cualesquiera que sean las tensiones de funcionamiento de éstas, siempre que constituyan un conjunto o unidad con los transformadores de alimentación y demás elementos, no presenten al exterior más que conductores de conexión en baja tensión y dispongan de barreras o envolventes con sistemas de enclavamiento adecuados, que impidan alcanzar partes interiores del conjunto sin que sea cortada automáticamente la tensión de alimentación al mismo.

La protección contra contactos directos e indirectos se realizará, en su caso, según los requisitos indicados en la instrucción ITC-BT-24.

La instalación irá provista de un interruptor de corte omnipolar, situado en la parte de baja tensión. Queda prohibido colocar interruptor, conmutador, seccionador o cortacircuito en la parte de instalación comprendida entre las lámparas y su dispositivo de alimentación.

Todos los condensadores que formen parte del equipo auxiliar eléctrico de las lámparas de descarga para corregir el factor de potencia de los balastos, deberán llevar conectada una resistencia que asegure que la tensión en bornes del condensador no sea mayor de 50 V transcurridos 60 s desde la desconexión del receptor.

3.6.21 Instalación pararrayos

La instalación, en el caso de pararrayos con dispositivo de cebado, debe seguir la norma UNE 21186 (Protección de estructuras, edificaciones y zonas abiertas mediante pararrayos con dispositivo de cebado) y sus equivalentes internacionales (NFC 17102).

3.6.22 Verificaciones previas a la puesta en servicio y certificado final de obra

El instalador eléctrico realizará previamente a su puesta en servicio y según corresponda en función de sus características, siguiendo la metodología de la norma UNE 20460-6-61. Durante el proceso de instalación se realizarán las pruebas parciales contenidas en estas especificaciones de los equipos e instalaciones montadas y que una vez finalizada la instalación es difícil probar individualmente o han quedado ocultas, tales como sujeción de canalizaciones, etc. Se presentará a la dirección protocolo de resultados, identificando puntos medidos, mediciones obtenidas, material utilizado y tiempo de realización.

El instalador, con antelación superior a un mes a la realización de las pruebas finales, presentará al Director de Obra el procedimiento y formulario de realización de las pruebas para su aprobación.

Una vez finalizado totalmente el montaje de la instalación, y habiendo sido regulada y puesta a punto, el instalador procederá a la realización de las diferentes pruebas finales previas a la recepción provisional, según se indica en el presente capítulo. Estas pruebas serán las mínimas exigidas en la norma UNE 20460-6-61, la Dirección, si lo considerase oportuno, dictaminar otras que tuviesen relación con la verificación de la prestación de la instalación y con cargo al instalador, siendo las siguientes:

- Comprobación de tendido de distribución y ubicación de elementos (cuadros, luminarias, mecanismos, etc.). Cumplimiento de distancias, paralelismos, altura de ubicación, tipo de canalización y elementos de las mismas y composición del cableado, grado de protección mecánico y secciones mecánico y tipo de aislamiento todo ello según REBT (100% superficie en planta, incluido todos los locales de riesgo).
- Comprobación de elementos (contadores, transformadores de medida, instrumentación, mecanismos, pequeños interruptores automáticos, relés de protección), características nominales intensidad nominal, n° de polos, regulación, sensibilidad, marca, relación de transformación, precisión, tensión admisible, etc. (100% de la superficie en planta del edificio y todos los locales de riesgo del mismo).
- Comprobación de interruptores de cabecera e interruptores diferenciales características nominales (100% de los instalados).
- Comprobación de todos los cuadros: dimensión, conexionado, espacio de reserva, embornado, identificación, embarrados, amarres cables y pletinas conexionado aparatos (100% de los instalados).
- Caída de tensión en: Acometida, todas las derivaciones individuales a cuadros eléctricos y en 3 puntos más desfavorables de la instalación.
- Comprobación red de tierra: Verificación visual de las soldaduras, continuidad (100% del electrodo).
- Medición de resistencia de la puesta a tierra de todos los electodos que constituye la instalación y la del terreno.
- Medición de resistencia de la puesta a tierra de todos los electodos que constituye la instalación y la del terreno.
- Medición del equilibrado de fases y factor de potencia al 100% de carga de la instalación en la acometida y en todos los cuadros.
- Aislamiento eléctrico de la instalación (FF, FN, NT, FT) del 100% de las tomas de corriente de la instalación.
- Resistencia de puesta a tierra en los cuadros principal, secundarios y terciarios (100% de los mismos).

- Comprobación red equipotencial en zonas húmedas y distancias de seguridad del 100% de las dependencias del centro.

Las pruebas serán realizadas por el instalador en presencia por las personas que determinen la Dirección, pudiendo asistir a las mismas un representante de la propiedad. En cualquier caso, la forma, interpretación de resultados, y necesidad de repetición, es competencia exclusiva de la Dirección.

La prestación de energía y combustible necesaria será totalmente a cargo del instalador, salvo que el contrato de forma expresa lo contemple de forma diferente, tanto para la realización de las pruebas como para la simulación de las condiciones nominales necesarias.

Todas las mediciones se realizarán con aparatos pertenecientes al instalador, previamente contrastados, calibrados (se entregará certificado de calibración) y aprobados por la Dirección. En ningún caso deben utilizarse los aparatos fijos pertenecientes a la instalación, sirviendo asimismo las mediciones para el contraste de estos.

El resultado de las diferentes pruebas se reunirá en un documento denominado “PROTOCOLO DE PRUEBAS EN RECEPCIÓN PROVISIONAL” en el que deberá indicarse para cada prueba:

- Croquis del sistema ensayado, con identificación en el mismo de los puntos medidos.
- Mediciones realizadas y su comparación con las nominales.
- Incidencias o circunstancias que puedan afectar a la medición o a la desviación. Persona, hora y fecha de realización.

Se realizará una inspección por un organismo de control autorizado el cual extenderá su correspondiente certificado.

Para el certificado final de obra de la instalación se tendrá que disponer de lo especificado anteriormente y el control de calidad con resultados favorables. Además de la siguiente documentación:

- Comprobación del control de materiales, ejecución y de pruebas de la instalación (100%).
- Comprobación del funcionamiento general de la instalación.
- Comprobación del manual de la instalación (idioma aceptado).
- Descripción equipos.
- Manual del usuario para la instalación.
- Teléfonos y/o direcciones periodo de garantía (2 años).

3.6.23 Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

- Se comprobará el aislamiento de la instalación, entre cada conductor y tierra.

- En los baños y aseos, donde exista red equipotencial, se comprobará la continuidad entre masas y elementos conductores.
- Se medirá la resistencia a tierra en la época que el terreno esté más seco, y se comprobará que no sobrepase el valor prefijado.
- Visualmente se comprobará el estado frente a la corrosión de las líneas eléctrica, líneas de tierra y sus canalizaciones.
- Mantenimiento de alumbrado de emergencia y zonas comunes, para que sigan manteniendo los niveles mínimos exigidos por la normativa vigente.

4. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD

4.1 Objeto del estudio

El presente Estudio de Seguridad y Salud, establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para fijar unas directrices básicas a la empresa constructora para la confección del PLAN DE SEGURIDAD E HIGIENE de la obra y llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo bajo el control de la Dirección Facultativa y el Coordinador en fase de Ejecución, en conformidad con el R.D. 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en el Trabajo en los proyectos de edificación y obras públicas y Ley 31/1 995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborables.

4.2 Campo de aplicación

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en los trabajos de construcción, mantenimiento, modificación y desguace o recuperación de instalaciones de “Instalaciones de Baja Tensión” y “Equipos de medida”.

4.2.1 Construcción, mantenimiento o revisión de instalaciones de medida en baja tensión

Comprende los trabajos de transporte del material necesario desde los almacenes hasta el lugar de instalación, la sustitución e instalación nueva, y las pruebas y puesta en servicio de los equipos de medida de la energía eléctrica en Baja Tensión.

4.2.2 Corte y reposición del suministro eléctrico en baja tensión

Comprende los trabajos de traslado de los medios de trabajo hasta el lugar de instalación y las operaciones necesarias para suspender o reponer el servicio eléctrico de una instalación de Baja Tensión.

4.2.3 Trabajos en tensión y de entronque

Para los trabajos de entronque se tendrá en cuenta que el trabajo en tensión implica una permanencia del riesgo eléctrico y la forma de prevenirlo y protegerse contra el mismo debe estar recogida en los procedimientos escritos y concretos realizados por la empresa que realiza el trabajo y en los que debe estar formado el personal.

En los trabajos realizados siguiendo métodos de trabajos en tensión los procedimientos deben recoger la secuencia de operaciones a realizar, con indicación de las medidas de seguridad que deban adoptarse, el material y medios de protección a utilizar y las instrucciones para su uso y para la

verificación de su buen estado, así como las circunstancias que puedan exigir la interrupción del trabajo.

4.3 Características de la obra

4.3.1 Emplazamiento y promotora

El solar donde se ubicará la construcción proyectada se encuentra situado en el Polígono Industrial del Serrallo s/n en la factoría de UBE Engineering Plastics, S. A. en la planta de UBE CHEMICAL EUROPE. Tiene una superficie regular con un desnivel de 15 centímetros. La superficie del solar donde se ubicará la edificación es de 587.60 m².

La promoción de la obra será a cargo de UBE CHEMICAL EUROPE.

4.3.2 Edificios colindantes

La presente promoción tiene como edificio colindante el edificio de administración de UBE PLASTICS EUROPE.

4.3.3 Accesos

El acceso de los camiones para una posible carga o descarga de equipos se produce desde el vial de acceso frente al edificio que con una amplia entrada permite a estos vehículos maniobrar sin dificultad y acceder al interior del edificio.

4.3.4 Climatología

La zona climática del Grao de Castellón, donde se ubica el edificio, es una zona próxima al mar a la que le corresponde un clima mediterráneo, por lo que no son de esperar heladas. Las temperaturas suelen ser suaves y con posibilidad de grandes lluvias ocasionales.

4.3.5 Servicios públicos y servidumbres existentes

La parcela industrial de UBE Engineering Plastics, S. A. en zona industrial ZUI-2 del Polígono El Serrallo de Castellón de la Plana cuenta con los siguientes servicios urbanos:

Electricidad:

Se ubica un nuevo centro de transformación de la Cía. Eléctrica en el perímetro del recinto. Existe línea en Alta Tensión de 6,6 KV hasta el centro de transformación en el límite del recinto. Existe un centro de cogeneración de la empresa en la parcela industrial.

Agua potable:

El Centro de I + D de UBE se alimentará de la red de agua potable existente en la planta de UBE Engineerig Plastics S.A., de caudal y presión suficientes.

Red de agua contra incendios:

Se ubica un hidrante del tipo “Barcelona” (una salida de 100 mm y dos de 70 mm) cerca de la entrada principal de la parcela, conectado a la red contra incendios de la planta de UBE. La red contra incendios de la factoría también se prolongará para alimentar la red de mangueras equipadas del edificio. Un ramal de 4” de la red se prolongará hasta el hidrante.

Saneamiento:

En el proyecto del Centro de I + D de UEP se define un sistema separativo con tres redes: de aguas pluviales, de aguas sanitarias y de aguas procedentes de los laboratorios.

Las aguas de los laboratorios se canalizan a una arqueta de bombeo que las dirige a la red de la planta hasta la Estación Depuradora de Aguas Residuales de fábrica.

Las aguas sanitarias son canalizadas a una arqueta de trituración y bombeo que las eleva hasta la red de aguas sanitarias de la planta hacia su correspondiente Estación Depuradora.

La red de aguas pluviales de la cubierta del edificio se recoge y canaliza hasta su vertido a la cuneta del vial.

Señales débiles:

La red de telefonía, de informática y de señales débiles de la propia fábrica se prolongará hasta el emplazamiento del Centro de I + D de UEP.

Gas natural:

Existe canalización de gas natural en el entorno.

4.3.6 Centro asistencial más próximo

La ubicación del centro asistencial de la Seguridad Social más próximo a la obra, con servicio de urgencias, es el C.S.I Grao Centro Salud, situado en el Paseo de Juan Sebastián el Cano S/N, Grao de Castellón, a 15 minutos aproximadamente, en condiciones normales de tráfico.

Teléfonos de interés:

Centro de Salud: (34) 964 39 06 50

4.4 Memoria descriptiva

4.4.1 Aspectos generales

El Contratista acreditará ante el promotor, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios, de forma especial, frente a los riesgos eléctricos y de caída en altura.

La Dirección Facultativa comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta para eliminarlos o minimizarlos. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La coordinación de seguridad y salud, no será asumida por la dirección técnica, ni facultativa, mientras ésta no sea contratada específicamente por el promotor y aceptada por la dirección técnica y/o facultativa.

4.4.2 Trabajos previos

Previo a la iniciación de los trabajos en obra, se efectuarán los siguientes trabajos:

Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela según planos y antes del inicio de la obra, con las siguientes condiciones:

- Vallas articuladas de 2 m. de altura.
- Portón de acceso de vehículos de 4 m. de anchura para carga y descarga.
- Puerta de acceso para trabajadores, independiente.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
- Uso obligatorio del casco, calzado de seguridad,....
- Cartel de obra.
- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos y señalización de accesos.

Además de las siguientes acometidas:

- La energía eléctrica será suministrada por la compañía eléctrica de la zona, para cubrir las necesidades previstas en proyecto.
- Las aguas sucias, debidamente canalizadas, se verterán al alcantarillado público correspondiente.
- El suministro de agua, está previsto mediante una derivación de la red general de suministro de agua potable en la zona.

Los depósitos de acopios se emplazarán teniendo en cuenta los movimientos de entrada y salida, la peligrosidad de los mismos, y las vías de comunicación con la maquinaria de trabajo. De tal forma, que no se interfieran con los transeúntes y el tráfico exterior.

4.4.3 Identificación de riesgos

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajo de cada una de ellas, se indican en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva. La descripción e identificación generales de los riesgos indicados en los siguientes apartados amplía los contemplados en la Guía de Referencia para la Identificación y Evaluación de Riesgos en la Industria Eléctrica, de AMYS.

- 1) Caída de personas al mismo nivel: Este riesgo puede identificarse cuando existen en el suelo obstáculos o sustancias que pueden provocar una caída por tropiezo o resbalón.
Puede darse también por desniveles del terreno, conducciones o cables, bancadas o tapas sobresalientes del terreno, por restos de materiales varios, barro, tapas y losetas sin buen asentamiento, pequeñas zanjas y hoyos, etc.

- 2) **Caída de personas a distinto nivel:** Existe este riesgo cuando se realizan trabajos en zonas elevadas en instalaciones que, por construcción, no cuenten con una protección adecuada como barandilla, murete, antepecho, barrera, etc., Esta situación de riesgo está presente en los accesos a estas zonas. Otra posibilidad de existencia de estos riesgos lo constituyen los huecos sin protección ni señalización existentes en pisos y zonas de trabajo.
- 3) **Caída de objetos:** Posibilidad de caída de objetos o materiales durante la ejecución de trabajo en un nivel superior a otra zona de trabajo o en operaciones de transporte y elevación por medios manuales o mecánicos. Además, existe la posibilidad de caída de objetos que no se están manipulando y se desprenden de su emplazamiento.
- 4) **Desprendimientos, desplomes y derrumbes:** Posibilidad de desplome o derrumbamiento de estructuras fijas o temporales o de parte de ellas sobre la zona de trabajo.
Con esta denominación deben contemplarse la caída de escaleras portátiles, cuando no se emplean en condiciones de seguridad, el desplome de los apoyos, estructuras o andamios y el posible vuelco de cestas o grúas en la elevación del personal o traslado de cargas.
También debe considerarse el desprendimiento o desplome de muros y el hundimiento de zanjas o galerías.
- 5) **Choques y golpes:** Posibilidad de que se provoquen lesiones derivadas de choques o golpes con elementos tales como partes salientes de máquinas, instalaciones o materiales, estrechamiento de zonas de paso, vigas o conductos a baja altura, etc. y los derivados del manejo de herramientas y maquinaria con partes en movimiento.
- 6) **Cortes y heridas por el manejo de herramientas manuales.**
Se producen cuando el operario adquiere confianza con el trabajo que está realizando, y deja de prestar atención a los posibles peligros que conllevan el uso de herramientas cortantes o robustas. También es posible que se dé el caso de que se emplee una herramienta para un trabajo que no es el adecuado para esta, como consecuencia ocurren accidentes de punzamiento al mal usar herramientas como destornilladores.
- 7) **Contactos eléctricos:** Posibilidad de lesiones o daños producidos por el paso de corriente por el cuerpo.
En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede entrar en contacto eléctrico por un error en la maniobra o por fallo de los elementos con los que opere. Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente y elementos de iluminación portátil puede producirse un contacto eléctrico en baja tensión.
- 8) **Arco eléctrico:** Posibilidad de lesiones o daño producidos por quemaduras al cebarse un arco eléctrico.
En las maniobras previas al comienzo de los trabajos que puede tener que desarrollar el Agente de Zona de Trabajo, cuando sea requerido para que actúe como Operador Local, puede quedar expuesto al arco eléctrico producido por un error en la maniobra o fallo de los elementos con los que opere.

Cuando se emplean herramientas accionadas eléctricamente puede producirse un arco eléctrico en baja tensión.

- 9) Sobreesfuerzos (Carga física dinámica): Posibilidad de lesiones músculo-esqueléticas al producirse un desequilibrio acusado entre las exigencias de la tarea y la capacidad física. En el trabajo sobre estructuras puede darse en situaciones de manejo de cargas o debido a la posición forzada en la que se debe realizar en algunos momentos el trabajo.
- 10) Explosiones: Posibilidad de que se produzca una mezcla explosiva del aire con gases o sustancias combustibles o por sobrepresión de recipientes a presión.
- 11) Incendios: Posibilidad de que se produzca o se propague un incendio como consecuencia de la actividad laboral y las condiciones del lugar del trabajo.
- 12) Confinamiento: Posibilidad de quedarse recluido o aislado en recintos cerrados o de sufrir algún accidente como consecuencia de la atmósfera del recinto. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de existencia de instalaciones de gas en las proximidades.
- 13) Complicaciones debidas a mordeduras, picaduras, irritaciones, sofocos, alergias, etc., provocadas por vegetales o animales, colonias de los mismos o residuos debidos a ellos y originadas por su crecimiento, presencia, estancia o nidificación en la instalación. Igualmente los sustos o imprevistos por esta presencia, pueden provocar el inicio de otros riesgos.

Conviene mencionar que los riesgos indicados corresponden a situaciones normales de la instalación y del personal, debiendo contemplarse la actuación que debe tener el personal en situaciones anómalas y de emergencia en el Plan de Seguridad propio de cada instalador. También se deberán incluir en dicho Plan los riesgos específicos de la actividad desarrollada.

Las condiciones atmosféricas pueden influir sobre el nivel de riesgo, en particular sobre el riesgo eléctrico y el de caídas, por lo que en el Plan del instalador deberán contemplarse las actuaciones del personal previstas para aquellos casos de tormenta o condiciones de baja visibilidad por niebla.

4.4.4 Normas o medidas preventivas

- Las conexiones se realizarán sin tensión, siempre que sea posible.
- La pequeña herramienta a utilizar estará aislada.
- Cada herramienta será utilizada única y exclusivamente para su función.
- El operario deberá llevar cinturón portaherramientas.
- Mantener limpia la zona de trabajo, sobre todo en la fase de apertura de rozas.
- La iluminación de la zona de trabajo será como mínimo de 200 lux.

- La iluminación eléctrica mediante portátiles se efectuará mediante "mecanismos estancos de seguridad" con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra sin la utilización de las clavijas macho-hembra.
- Antes de hacer entrar en tensión la instalación eléctrica se hará una revisión de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra, antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Las escaleras de mano serán de tipo "tijera", dotadas de zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura.

Por ser la presencia eléctrica un factor muy importante en la ejecución de este tipo de trabajos, con carácter general, se incluyen las siguientes medidas de prevención/protección para: contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT, arco eléctrico en AT y BT, y para elementos candentes y quemaduras:

- Formación en tema eléctrico de acuerdo con lo requerido en el Real Decreto 614/2001, función del trabajo a desarrollar.
- Utilización de EPI's (Equipos de Protección Individual).
- Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar, cuando sea preciso.
- Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas, cuando sea preciso. En el caso de instalaciones de Iberdrola, deben seguirse las normas y criterios de dicha empresa.
- Aplicar las 5 Reglas de Oro, o los procedimientos específicos de la empresa que realiza los trabajos para trabajos en tensión, coordinando con la empresa suministradora si procede.
- Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión, teniendo en cuenta las distancias del Real Decreto 614/2001.
- Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos.

Por lo que, en las referencias que se hagan en el presente documento con respecto a "Riesgos Eléctricos", se sobreentiende que se deberá tener en cuenta lo expuesto en este punto.

Para los trabajos que se realicen mediante métodos de trabajo en tensión, TET, el personal debe tener la formación exigida por el R.D. 614/2001.

Otro riesgo que merece especial consideración es el de caída de altura, por la duración de los trabajos con exposición al mismo y la gravedad de sus consecuencias, debiendo estar el personal formado en el empleo de los distintos dispositivos a utilizar.

Con carácter general deben tenerse en cuenta las siguientes observaciones, disponiendo el personal de los medios y equipos necesarios para su cumplimiento:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva.
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento.
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno.
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra.
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma.
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria.
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios.
- Utilizar escaleras, andamios, plataformas de trabajo y equipos adecuados para la realización de los trabajos en altura con riesgo mínimo.
- Acotar o proteger las zonas de paso y evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de otros trabajos.
- Analizar previamente la resistencia y estabilidad de las superficies, estructuras y apoyos a los que haya que acceder y disponer las medidas o los medios de trabajo necesarios para asegurarlas.

En relación a los riesgos originados por seres vivos, es conveniente la concienciación de su posible presencia en base a las características biogeográficas del entorno, al periodo anual, a las condiciones meteorológicas y a las posibilidades que elementos de la instalación pueden brindar (cuadros, zanjas y canalizaciones, penetraciones, etc.).

4.4.5 Protecciones

- Ropa de trabajo:

Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista.

- Equipos de protección:

Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para el promotor. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.

- Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN:

Trabajos eléctricos:

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno, (Clase N) para los desplazamientos por obra
- Casco aislante, (Clase E) durante los trabajos.
- Botas aislantes de electricidad.
 - Guantes aislantes, (Clase II).

Protecciones colectivas:

- Orden y limpieza en las zonas de trabajo.
- Herramientas y medios auxiliares adecuados y en correcto estado.
- Correcta iluminación en interiores.
- Señalización.
- Maquinaria portátil con doble aislamiento.

Andamios:

Prendas de protección personal:

Las prendas de protección variarán según los trabajos que se realicen sobre los andamios, no obstante, para su montaje se utilizarán:

- Casco de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón portaherramientas.
- Ropa de trabajo ajustada.
- Guantes apropiados al trabajo que se realiza.
- Cinturón de seguridad de la clase A o C.

Escaleras de mano:

- Casco de seguridad, (Clase N).
- Calzado antideslizante.

- Ropa de trabajo.
- Cinturón portaherramientas.
- Ropa de agua.

Pistola clavadora:

- Casco de seguridad, (Clase N).
- Gafas de seguridad o pantalla protectora
- Ropa de trabajo.

Soldador Eléctrico:

- Pantalla de protección de cara y ojos.
- Guantes aislantes de la clase I.
- Mandil de cuero.
- Polainas de apertura rápida, con los pantalones por encima.
- Calzado de seguridad, a poder ser aislante.
- Casco de seguridad, (Clase E).

5. PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

Instalación Eléctrica Nuevo Edificio I+D

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
CAPITULO 1 Instalaciones				
SUBCAPITULO 1.1 Instalación BT				
1.1.1	m Lin Cu 0-hal 5x50 band met			
	Línea de cobre cero halógenos trifásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 3 fases+neutro+tierra de 50 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 70x200mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.			
		140	29,53	4.134,20
1.1.2	m Lin Cu 0-hal 5x16 band met			
	Línea de cobre cero halógenos trifásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 3 fases+neutro+tierra de 16 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.			
		56	14,47	810,32
1.1.3	m Lin Cu 0-hal 5x10 band met			
	Línea de cobre cero halógenos trifásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 3 fases+neutro+tierra de 10 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	150	12,92	1.938,00
1.1.4	m Lin Cu 0-hal 5x6 band met Línea de cobre cero halógenos trifásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 3 fases+neutro+tierra de 6 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	15	10,42	156,30
1.1.5	m Lin Cu 0-hal 5x2,5 band met Línea de cobre cero halógenos trifásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 3 fases+neutro+tierra de 2,5 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	80	9,06	724,80
1.1.6	m Lin Cu 0-hal 3x4 band met Línea de cobre cero halógenos monofásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 1 fase+neutro+tierra de 4 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en.			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	correcto estado de funcionamiento	200	6,16	1.232,00
1.1.7	m Lin Cu 0-hal 3x2,5 band met Línea de cobre cero halógenos monofásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 1 fase+neutro+tierra de 2,5 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	75	4,68	351,00
1.1.8	m Lin Cu 0-hal 3x1,5 band met Línea de cobre cero halógenos monofásica con aislamiento de tensión nominal 0.6/1 kV formada por 1 fase+neutro+tierra de 1,5 mm ² de sección, colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	205	3,02	619,10
1.1.9	m Lin Cu 0-hal 5x4 band met Línea de cobre cero halógenos trifásica con aislamiento de tensión nominal 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 4 mm ² de sección colocada sobre bandeja metálica de varilla de 35x100mm, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	24	8,52	204,48

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1.1.10	<p>m Lin Cu 0-hal 5x2,5 tb rig PVC</p> <p>Línea de cobre cero halógenos trifásica con aislamiento de tensión nominal 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 2,5 mm² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 25 mm de diámetro, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.</p>	220	7,24	1.592,80
1.1.11	<p>m Lin Cu 0-hal monof 3x2,5 tb rig PVC</p> <p>Línea de cobre cero halógenos monofásica con aislamiento de tensión nominal 450/750 V formada por fase+neutro+tierra de 2,5 mm² de sección, colocada bajo tubo rígido de PVC de 25 mm de diámetro, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales. Totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.</p>	1.490	2,82	4.201,80
1.1.12	<p>u Cuadro vacío com/ind 1860x1800mm</p> <p>Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en zócalo en suelo, de 1860 mm de alto por 1800 mm de ancho y 225 mm de profundidad, índice de protección IP 54 y chasis de distribución, con dos borneros laterales verticales, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p>	1	1.536,14	1.536,14
1.1.13	<p>u Cuadro vacío com/ind 1400x800mm</p> <p>Cuadro de distribución vacío tipo</p>			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	comercio/industria con puerta transparente para montar zócalo en suelo, de 1400 mm de alto por 800 mm de ancho y 225 mm de profundidad, índice de protección IP 54 y chasis de distribución, con bornero lateral vertical, totalmente instalado según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2	941,14	1.882,88
1.1.14	u Cuadro vacío com/ind 930x900mm Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 930 mm de alto por 900 mm de ancho y 225 mm de profundidad, índice de protección IP 54 y chasis de distribución, bornero lateral vertical, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	712,09	712,09
1.1.15	u Cuadro vacío com/ind 1450x950mm Cuadro de distribución vacío tipo comercio/industria con puerta transparente para montar en pared, de 1450 mm de alto por 950 mm de ancho y 225 mm de profundidad, índice de protección IP 54 y chasis de distribución, bornero lateral vertical, totalmente instalado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	952,14	952,14
1.1.16	u Intr mgnt caj moldd 160A 4P difl Interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 160 A para instalaciones de 4 polos con poder de corte 50 kA, curva C con protección diferencial regulable desde 0.03-3 A e intensidad de disparo regulable			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	5	1.116,31	5.581,55
1.1.17	u Intr mgnt caj moldd 100A 4P difl Interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 100 A para instalaciones de 4 polos con poder de corte 16 kA, curva C con protección diferencial regulable desde 0.03-3 A e intensidad de disparo regulable y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	4	686,95	2.747,80
1.1.18	u Intr mgnt caj moldd 40A 4P difl Interruptor magnetotérmico de caja moldeada de intensidad nominal 40 A para instalaciones de 4 polos con poder de corte 50 kA, curva C con protección diferencial regulable desde 0.03-3 A e intensidad de disparo regulable y protección contra cortocircuitos instantánea y regulable, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	324,36	324,36
1.1.19	u Intr mgnt 40A 4P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 40 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2	105,62	211,24
1.1.20	u Intr mgnt 32A 4P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 32 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo D y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	5	110,20	551,00
1.1.21	u Intr mgnt 20A 4P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 20 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo D y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	3	60,26	180,78
1.1.22	u Intr mgnt 16A 4P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 20 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo D y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	16	52,91	846,56
1.1.23	u Intr mgnt 16A 4P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A tetrapolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	49,26	295,56
1.1.24	u Intr mgnt 32A 3P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 32 A tripolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo D y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	51,36	51,36
1.1.25	u Intr mgnt 20A 2P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 20 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	7	42,15	295,05
1.1.26	u Intr mgnt 16A 2P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 16 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	56	36,95	2.069,2
1.1.27	u Intr mgnt 10A 2P Interruptor magnetotérmico automático de intensidad nominal 10 A bipolar, hasta 400V, con curva de disparo tipo C y poder de corte 6 kA, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	22	30,15	663,3
1.1.28	u Intr dif 63A 4P 30mA Interruptor diferencial de intensidad nominal 63 A tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	3	154,36	463,08
1.1.29	u Intr dif 40A 4P 30mA SI Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase A-SI para aplicaciones de equipos electrónicos, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	2	283,56	567,12
1.1.30	u Intr dif 40A 4P 30mA Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	7	101,76	712,32
1.1.31	u Intr dif 25A 4P 30mA SI Interruptor diferencial de intensidad nominal 25 A tetrapolar, con intensidad			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	nominal de defecto 30 mA, clase A-SI para aplicaciones de equipos electrónicos, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	8	159,32	1.274,56
1.1.32	u Intr dif 25A 4P 30mA Interruptor diferencial de intensidad nominal 25 A tetrapolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	5	66,36	331,80
1.1.33	u Intr dif 40A 2P 30mA Interruptor diferencial de intensidad nominal 40 A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	3	51,45	154,35
1.1.34	u Intr dif 25A 2P 30mA Interruptor diferencial de intensidad nominal 25 A bipolar, con intensidad nominal de defecto 30 mA, clase AC para corrientes diferenciales alternas senoidales ordinarias, totalmente instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	59	38,12	2.249,08

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1.1.35	m Canalización pre Cu 100A Canalización eléctrica prefabricada tipo Canalis KNA 100 de Schneider o similar para distribución de energía a puestos de trabajo a base de conductores de cobre de intensidad nominal 100 A y 4 conductores, índice de protección IP54, suministrada en tramos de 2 o 3 m de longitud, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento.	75	110,56	8.292,00
1.1.136	u Toma corriente emp nor 10/16A Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 10/16A, 230 V, incluso marco, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	64	9,84	629,76
1.1.37	u Toma corriente 16A atm explosivas Toma de corriente III+T 16 A, Eexde IIC T6, para atmósferas explosivas, base mural montaje de superficie en pared. Incluido montaje, conexionado con todos sus accesorios de instalación. Tipo GHG5314406V0 de CEAG/NORTEM o equivalente.	1	306,16	306,16
1.1.38	u Toma corriente emp nor 25A Toma de corriente doméstica de calidad media para instalaciones empotradas, 2 polos+tierra lateral, con mecanismo completo de 25A, 230 V, incluso clavija, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	10	23,09	230,90
1.1.39	u Toma corriente ind p/cdro trif 32A Toma de corriente industrial de base inclinada para empotrar en el cuadro eléctrico, trifásica (3P+N+T) de 32A de intensidad y con un grado de protección IP 44, totalmente instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	6	358,83	2.152,98
1.1.40	u caja de tomas de corriente Caja de tomas de corriente combinada, superficie, fabricada en material plástico, IP55, conteniendo 2 tomas de corriente monofásicas II+T 220 V, Shucko, 16 A y 2 tomas trifásicas III+T 400 V. Cetact 16A, protección magnética III/II, diferencial IV-0,03 A, con tapas y juntas para mantener en IP, totalmente montada y conexionada interiormente, incluso accesorios de instalación, montaje y conexionado.	6	358,83	2.152,98
1.1.41	m Bandeja PVC perf 100x500 Bandeja perforada de PVC con tapa de dimensiones 100x500 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 3 m de longitud, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	20	72,92	1.458,40
1.1.42	m Bandeja PVC cie 100x400 Bandeja ciega de PVC con tapa de			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	dimensiones 100x400 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 3 m de longitud, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	20	59,73	1.194,60
1.1.43	m Bandeja PVC cie 100x300			
	Bandeja ciega de PVC con tapa de dimensiones 100x300 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 3 m de longitud, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	70	46,42	3.249,40
1.1.44	m Bandeja PVC cie 100x200			
	Bandeja ciega de PVC con tapa de dimensiones 100x200 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 3 m de longitud, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	120	33,78	4.053,60
1.1.45	m Bandeja PVC cie 60x100			
	Bandeja ciega de PVC con tapa de dimensiones 60x100 mm, para canalización eléctrica, suministrada en tramos de 3 m de longitud, totalmente montada, sin incluir cableado, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	15	21,55	323,25
1.1.46	m Tubo acero galv 50mm			
	Tubo de acero galvanizado, diámetro			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	nominal 50 mm, para canalización de superficie, con un grado de protección mecánica 9, totalmente instalado, sin incluir cableado, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	20	12,91	258,20
1.1.47	m Tubo acero galv 63mm Tubo de acero galvanizado, diámetro nominal 63 mm, para canalización de superficie, con un grado de protección mecánica 9, totalmente instalado, sin incluir cableado, según NT-IEEV/89 y el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	20	15,11	302,20
1.1.48	u Caja de derivación atm explosivas Caja de derivación CEAG-NORTEM Eexde para áreas clasificadas para una entrada y dos salidas de cable de 5x4 mm ² , incluyendo prensaestopas metálico Eexde, bornes de conexionado y fijaciones.	10	43,94	439,40
1.1.49	u Conj mando puerta autom Conjunto para el mando de la puerta automática desde recepción formado por un selector de tres posiciones (apertura puerta automática-apertura puerta manual-puerta siempre abierta) y pulsador para apertura de puerta. Incluido cableado eléctrico de control desde puerta hasta recepción, con parte proporcional de tubos, cajas y accesorios de instalación, montaje y conexionado.	2	40,69	81,38

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1.1.50	u Conj puls y timb puerta autom Conjunto para puerta automática formado por un pulsador de llamada de apertura en la puerta y timbre colocado en recepción. Incluido cableado eléctrico de control desde puerta hasta recepción, con parte proporcional de tubos, cajas y accesorios de instalación, montaje y conexionado.	2	128,34	256,68
TOTAL SUBCAPITULO 1.1 Instalación BT				69.166,76
<u>SESENTA Y NUEVEMIL CIENTOSESENTA Y SEIS EUROS CON SETENTA Y SEIS CENTIMOS</u>				

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	SUBCAPITULO 1.2 Puesta a Tierra			
1.2.1	<p>m Lín ppal tierra desn 50mm²</p> <p>Línea principal de puesta a tierra instalada con conductor de cobre desnudo recocido de 50 mm² de sección, empotrada, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, ayudas de albañilería y conexión al punto de puesta a tierra, medida desde la primera derivación hasta el punto de puesta a tierra, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p>	68	8,66	588,88
1.2.2	<p>m Der lin tierra aisl 35mm² d40mm</p> <p>Derivación de puesta a tierra instalada con conductor de cobre RV 0.6/1 KV de 35 mm² de sección, empotrada y protegida con tubo corrugado simple de PVC de diámetro 40 mm, incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, ayudas de albañilería y conexión a la línea principal de puesta a tierra con los conductores de protección, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p>	40	9,03	361,20
1.2.3	<p>u Arqueta conexión tierra 38x50x25</p> <p>Arqueta de conexión de puesta a tierra de 38x50x25 cm., formada por muro aparejado de ladrillo macizo de 12 cm. de espesor, con juntas de mortero M-5a (1:6) de 1 cm. de espesor enfoscado interior con mortero de cemento M-20a (1:3), solera de hormigón en masa HM 15/B/40/IIa y tapa de hormigón armado HA 25/B/20/IIa, con parrilla formada por redondos de diámetro 8 mm. cada 10 cm. y refuerzo perimetral formado por perfil de acero laminado L 60.6, soldado a la malla con cerco de perfil</p>			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	L 70.7 y patillas de anclaje en cada uno de sus ángulos, tubo de fibrocemento ligero de diámetro 60 mm. y punto de puesta a tierra, incluso conexiones, sin incluir excavación, relleno y transporte de tierras sobrantes a vertedero, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	1	23,67	23,67
1.2.4	u Piqueta PT d14mm lg2m Piqueta de puesta de tierra formada por electrodo de acero recubierto de cobre de diámetro 14 mm y longitud 2 metros, incluso hincado y conexiones, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	4	23,67	94,68
1.2.5	u Soldadura aluminotérmica Soldadura aluminotérmica para puesta a tierra, incluye parte proporcional de utilización de molde de carbón, manilla y cartucho de pólvora, incluso encendido, pequeño material, mano de obra y un acabado total, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.	30	31,17	935,10
TOTAL SUBCAPITULO 1.2 Instalación Puesta a Tierra				2.003,53

DOSMIL TRES EUROS CON CINCUENTA Y TRES CENTIMOS

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	SUBCAPITULO 1.3 Iluminación			
1.3.1	<p>u Pan flu emp 4x18W encd electr</p> <p>Pantalla fluorescente para empotrar en falsos techos de perfil visto de 596x596mm, carcasa de chapa de acero prelacado en blanco, sistema óptico con lamas planas blancas y laterales en aluminio mate, lámparas fluorescentes de 4x18W y equipo de encendido regulable, con balasto electrónico con precaldeo, incluidos accesorios para su anclaje, instalada, conectada y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p>	100	103,84	10.384,00
1.3.2	<p>u Refl susp VMCC 250W est</p> <p>Reflector de suspensión con lámpara de 250 W de vapor de mercurio color corregido, con rejilla de protección y una luminaria de protección estándar con un grado de protección IP23, incluido suspensión por cadena y equipo de encendido, instalado, conectado y en correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.</p>	16	128,99	2.063,84
1.3.3	<p>u Luminaria estancafluor 2x36W</p> <p>Luminaria estanca, modelo OD-8551 2x36 W HF de Lledo o similar, fabricada en poliéster con fibra de vidrio, reflecto de chapa de acero termo esmaltada en color blanco. Difusor de una sola pieza de metraquilato. Para dos lámparas fluorescentes de 36 W. Incluido montaje, conexionado, lámpara, equipo de encendido y accesorios de la instalación.</p>	4	39,73	158,92

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
1.3.4	u Proy HM 250W exterior Luminaria estanca, modelo OD-8551 2x36 W HF de Lledo o similar, fabricada en poliéster con fibra de vidrio, reflecto de chapa de acero termo esmaltada en color blanco. Difusor de una sola pieza de metraquilato. Para dos lámparas fluorescentes de 36 W. Incluido montaje, conexionado, lámpara, equipo de encendido y accesorios de la instalación.	7	140,12	980,84
1.3.5	u Trsl Proy ex Traslado de Proyectores existentes	3	72,99	218,97
1.3.6	u Lum emerg 11W Luminaria fluorescente autónoma de emergencia y señalización, modelo Nova N11S de DAISALUX o similar, de 11W y 570 lm, lámpara incandescente de señalización, autonomía 1 hora, IP-44, cuerpo de policarbonato, para montaje mural. Completa con quipo de encendido y baterías, incluido material auxiliar, adhesivo de señalización, instalación, conexionado y puesta en servicio con todos sus accesorios.	9	109,98	989,82
1.3.7	u Pto luz intr conm 4x18W Punto de luz empotrado conmutado doble, instalado con cable de cobre monofásico con un aislamiento de tensión nominal de 50/750 V formada por fase+neuro+tierra de 1.5 mm ² de sección, bajo tubo flexible corrugado de doble capa de PVC de 13.5 m de diámetro, incluso interruptor/ conmutador/ pulsador 10A/250A de calidad media y pantalla de empotrar con lámparas fluorescentes de 4x18 W, totalmente instalado, conectado y en			

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
	correcto estado de funcionamiento, según el Reglamento electrotécnico de Baja Tensión 2002	92	9,00	828,00
1.3.8	u Regulador ilum seg CTE/HE			
	Controlador integrado de iluminación con fotocélula para incorporar en luminarias para el control directo de reactancias electrónicas HF regulables, hasta un máximo de 20 unidades, 1-10V, para lámparas tanto TLD como TL5, que reduce gradualmente el flujo de la luminaria cuando el nivel de iluminancia sobre el plano de trabajo bajo el controlador esté por encima el valor seleccionado. Incluso cable de señal de regulación de luminosidad formado por dos conductores de cobre con aislamiento libre de halógenos. Todo ello totalmente instalado, comprobado y en correcto estado de funcionamiento según la normativa EA 0026:2006 y la ITC-BT-51 del REBT de 2002.	4	47,67	190,68
	TOTAL SUBCAPITULO 1.3 Instalación de Iluminación			15.815,07

QUINCEMIL OCHOCIENTOSQUINCE EUROS CON SIETE CENTIMOS

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
---------------	--------------------	-----------------	---------------	----------------

CAPITULO 2 Climatización

2.1 u Climatiz labs (control HR)

Suministro y montaje de 2 Unidades para Control de precisión con respuesta perfecta a un control de Tª y H% requeridas en cada una de las Salas de Laboratorio de Física (81,44 m²) y el Laboratorio de Degradación (73,14 m²) y garantizando un control de precisión del aire. Estos equipos dispondrán de un microprocesador que gestionará todas las funciones, pudiendo ser con pantalla LCD o en pantalla gráfica y compatible con un amplio rango de protocolos. Se incluye en esta partida todo lo necesario para su puesta en funcionamiento.

2 25.157,28 50.314,56

2.2 u Climaiz lab quim

Suministro y montaje de 2 Bomba de calor de 40kW para Control de Tª y H% en el Laboratorio de Química (180 m²). Ubicado en cubierta y tanto su Impulsión como Retorno incorporará conductos de chapa galvanizada forrados en su interior con coquilla aislante, al igual que su exterior como protección a la intemperie. La distribución, tanto la impulsión como su retorno se realizará por falso techo en el laboratorio con dimensiones según cálculos realizados para tal fin. El sistema de difusión también se escogerá según sus alturas y la distribución que se requiera en el laboratorio.

2 9.000,00 18.000,00

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
2.3	u Rec energ Suministro y montaje de 1 Recuperador Energético para el ahorro de energía en el laboratorio de Química (180 m2). Ubicado en falso techo	1	7.298,55	7.298,55
2.4	m Cond hel ch d300mm 50% acc Conducto circular de diámetro 300 mm. formado por tubo helicoidal de chapa galvanizada de 0.6 mm. de espesor, con un incremento sobre el precio del tubo del 50% en concepto de uniones y accesorios, para instalaciones de climatización y ventilación.	40	79,25	3.170,00
2.5	m Cond hel ch d600mm 30% acc Conducto circular de diámetro 600 mm. formado por tubo helicoidal de chapa galvanizada de 0.6 mm. de espesor, con un incremento sobre el precio del tubo del 30% en concepto de uniones y accesorios, para instalaciones de climatización y ventilación.	30	106,49	3.194,70
2.6	u Rej p/cdto 625x225 sim Rejilla de acero, acabado con pintura de aluminio, simple deflexión, de lamas móviles, de 625x225 mm., para adaptación a conductos circulares de 600 mm. de diámetro mínimo y 1200 mm. de diámetro máximo, con juntas de estanqueidad de espuma. Totalmente colocada.	20	61,29	1.225,80

<u>CÓDIGO</u>	<u>DESCRIPCIÓN</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>PRECIO</u>	<u>IMPORTE</u>
2.7	u Extract 1600m3/h 400°C			
	Extractor centrífugo, caudal 1600 m3/h a escape libre, 1200 mca a 200 pa, apto para trabajar 90 minutos inmerso en un ambiente a 400°C, antideflagrante.			
		2	1.908,12	3.816,24
	TOTAL SUBCAPITULO 1.4 Instalación de Climatización			87.019,85

OCHENTA Y SIETEMIL DIECINUEVE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CENTIMOS

PEM	Presupuesto de Ejecución de Material			
	CAPITULO 1			86.985,36
	Subcapítulo 1.1			66.166,76
	Subcapítulo 1.2			2.003,53
	Subcapítulo 1.3			15.815,07
	CAPITULO 2			87.019,85

TOTAL PEM 174.005,21

PEC	Presupuesto de Ejecución por Contrata			
	6% Beneficio industrial			10.440,31
	20% Gastos generales			36.889,10
	21% IVA			46.480,27

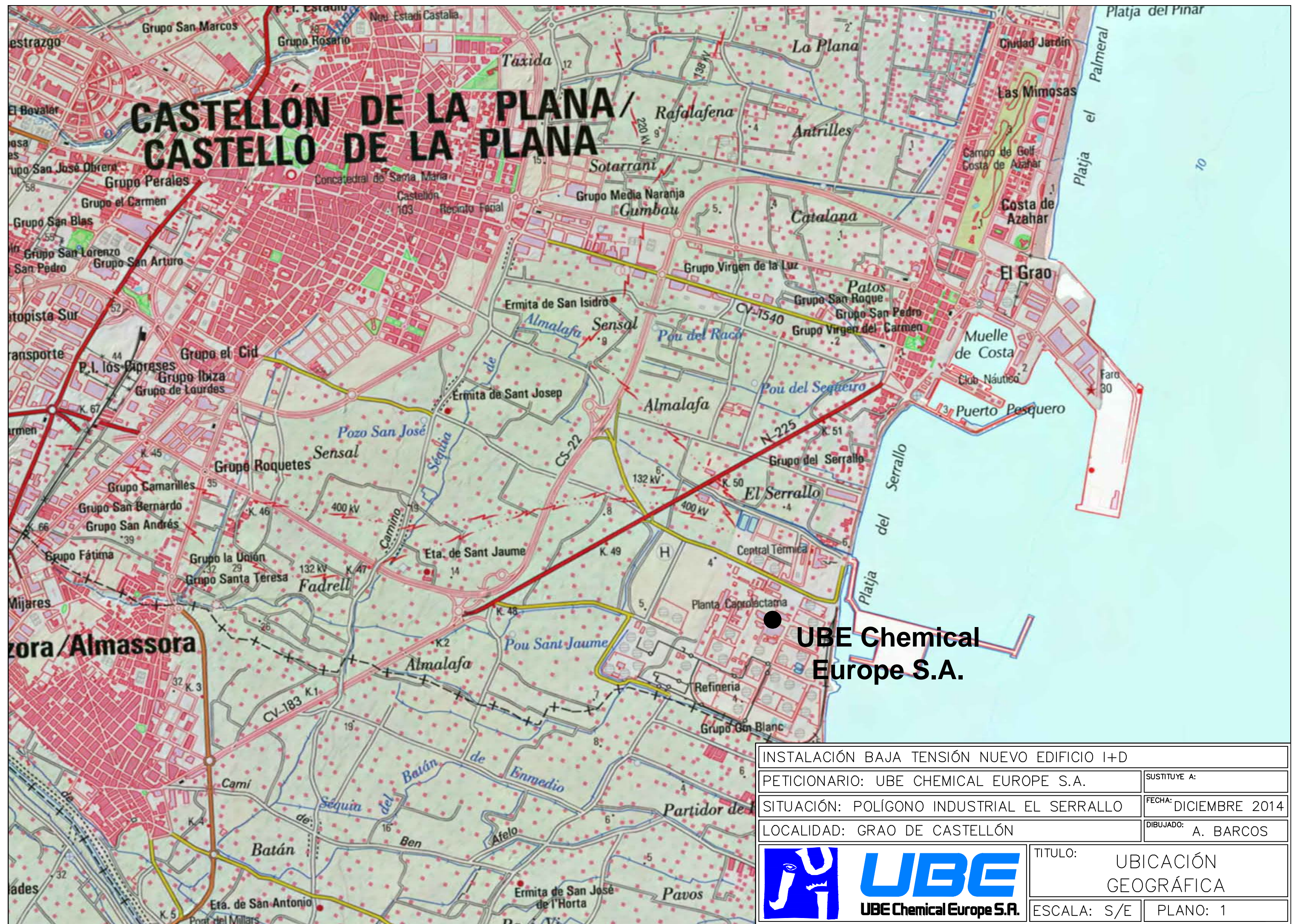
TOTAL PEC 267.814,89

7% Proyecto y dirección de obra 18.747,04

TOTAL 286.561,93

DOSCIENTOS OCHENTA Y SEISMIL QUINIENTOS SESENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CUATRO CENTIMOS

CASTELLÓN DE LA PLANA / CASTELLO DE LA PLANA

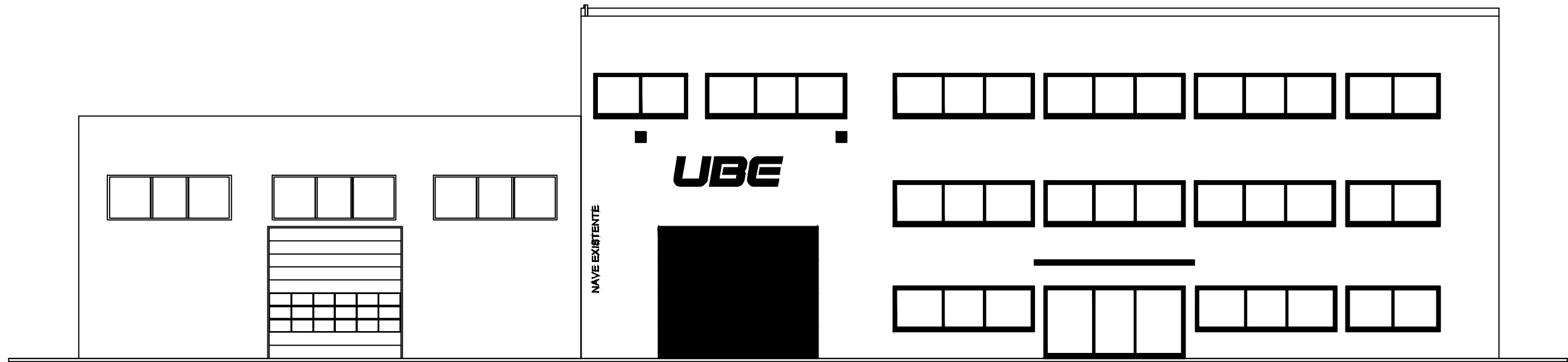


UBE Chemical Europe S.A.

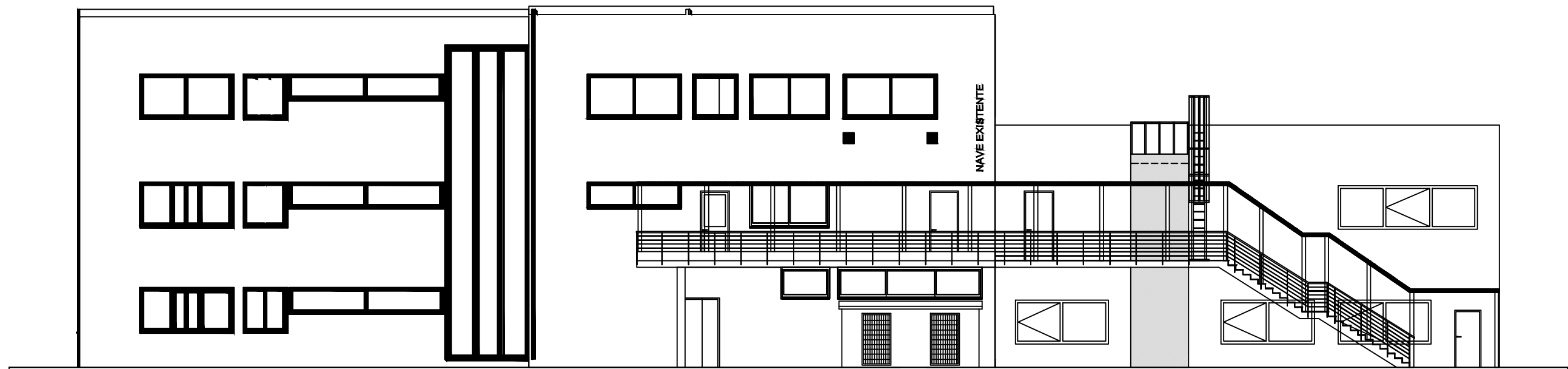
INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



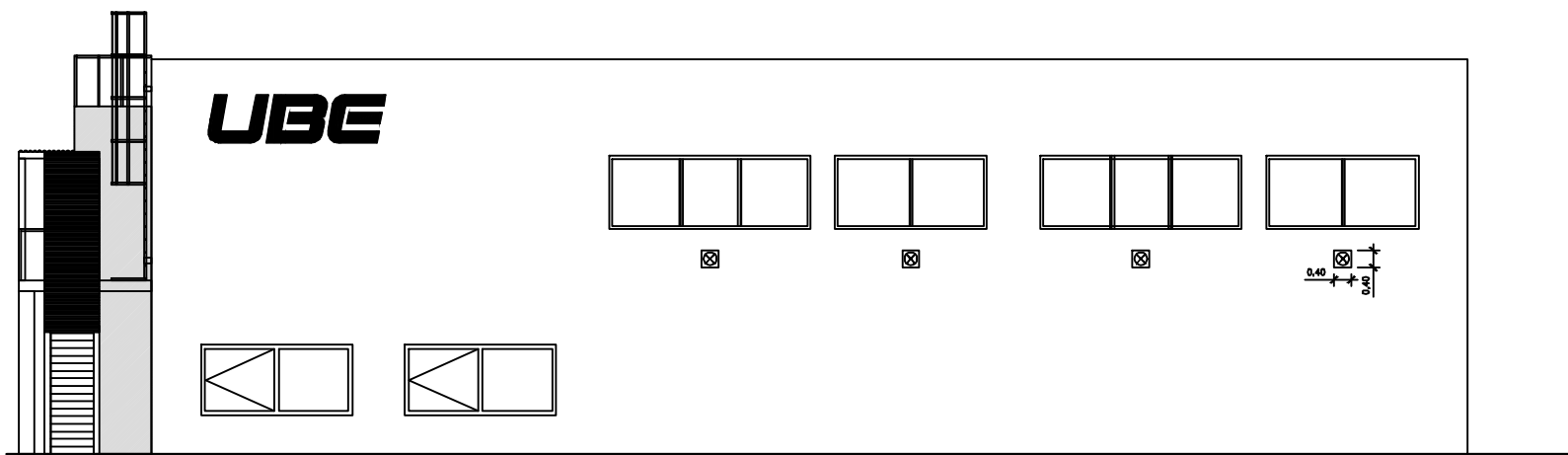
TÍTULO: UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
ESCALA: S/E	PLANO: 1



FACHADA NORTE

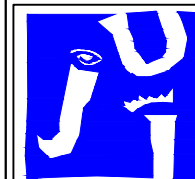


FACHADA SUR



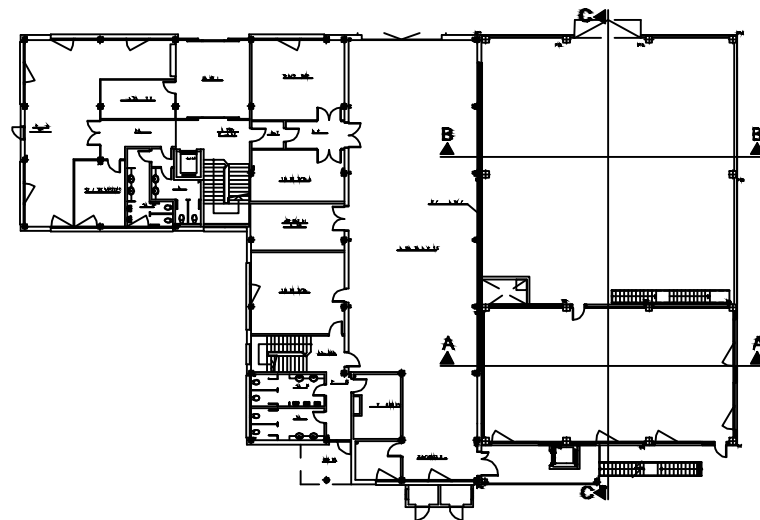
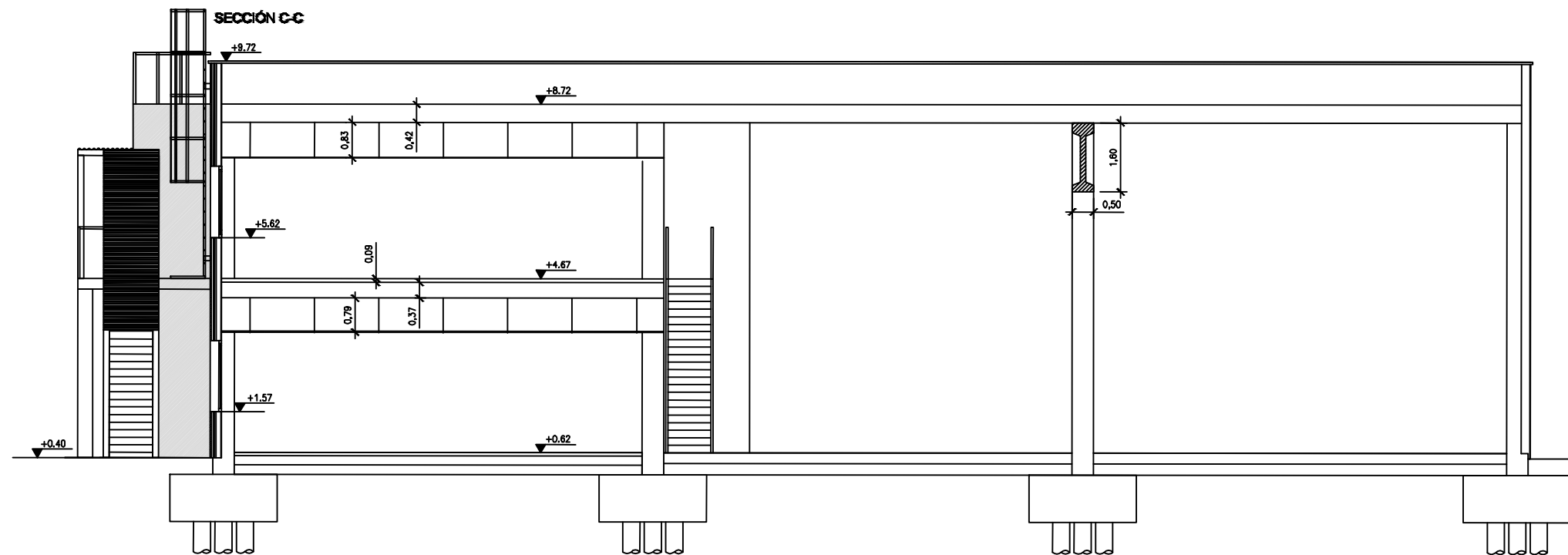
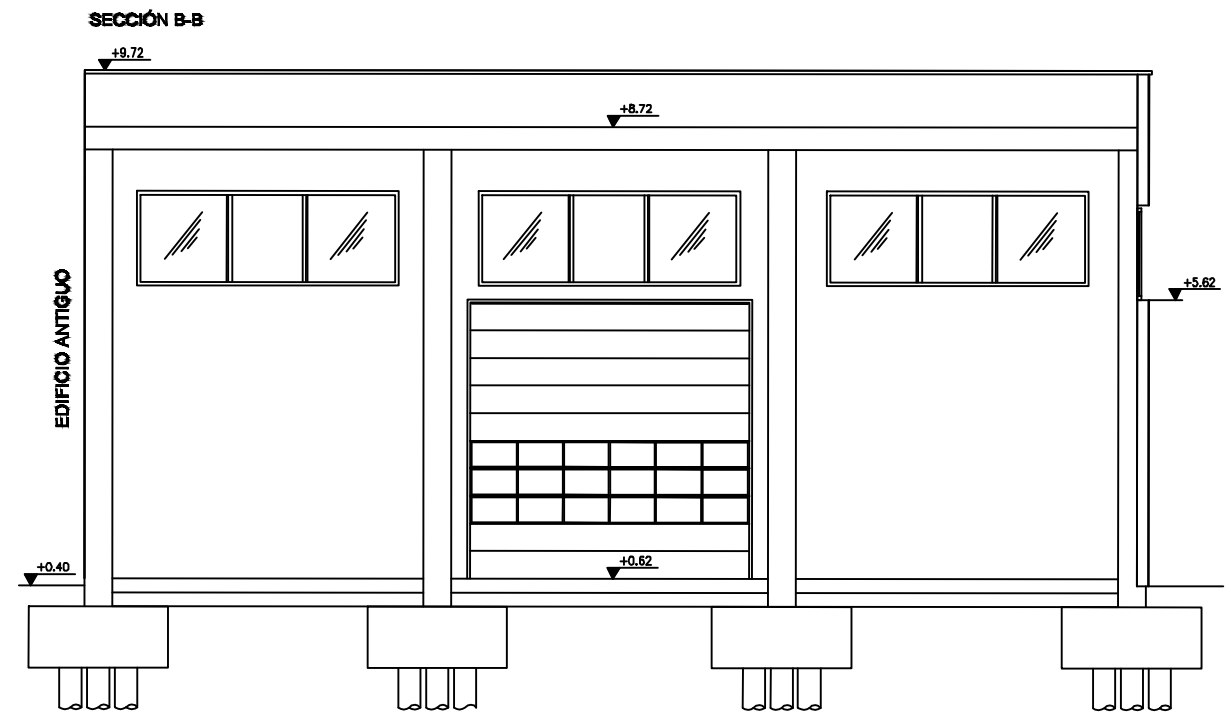
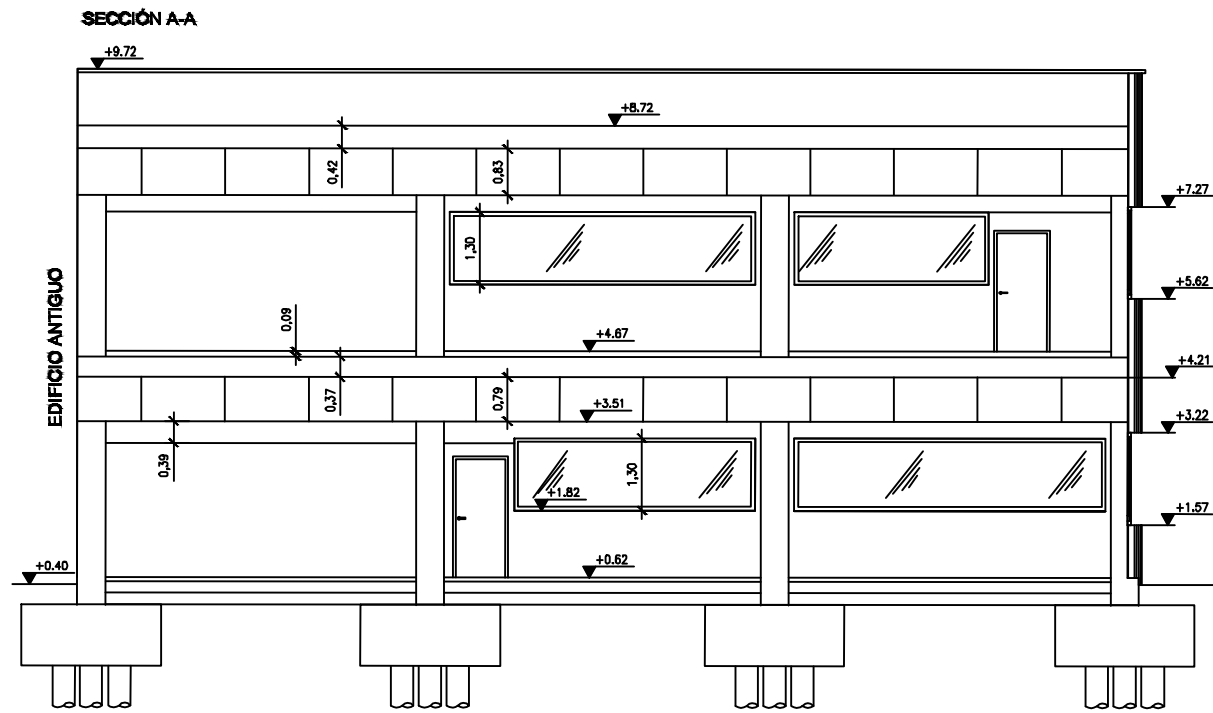
FACHADA ESTE

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



UBE
UBE Chemical Europe S.A.

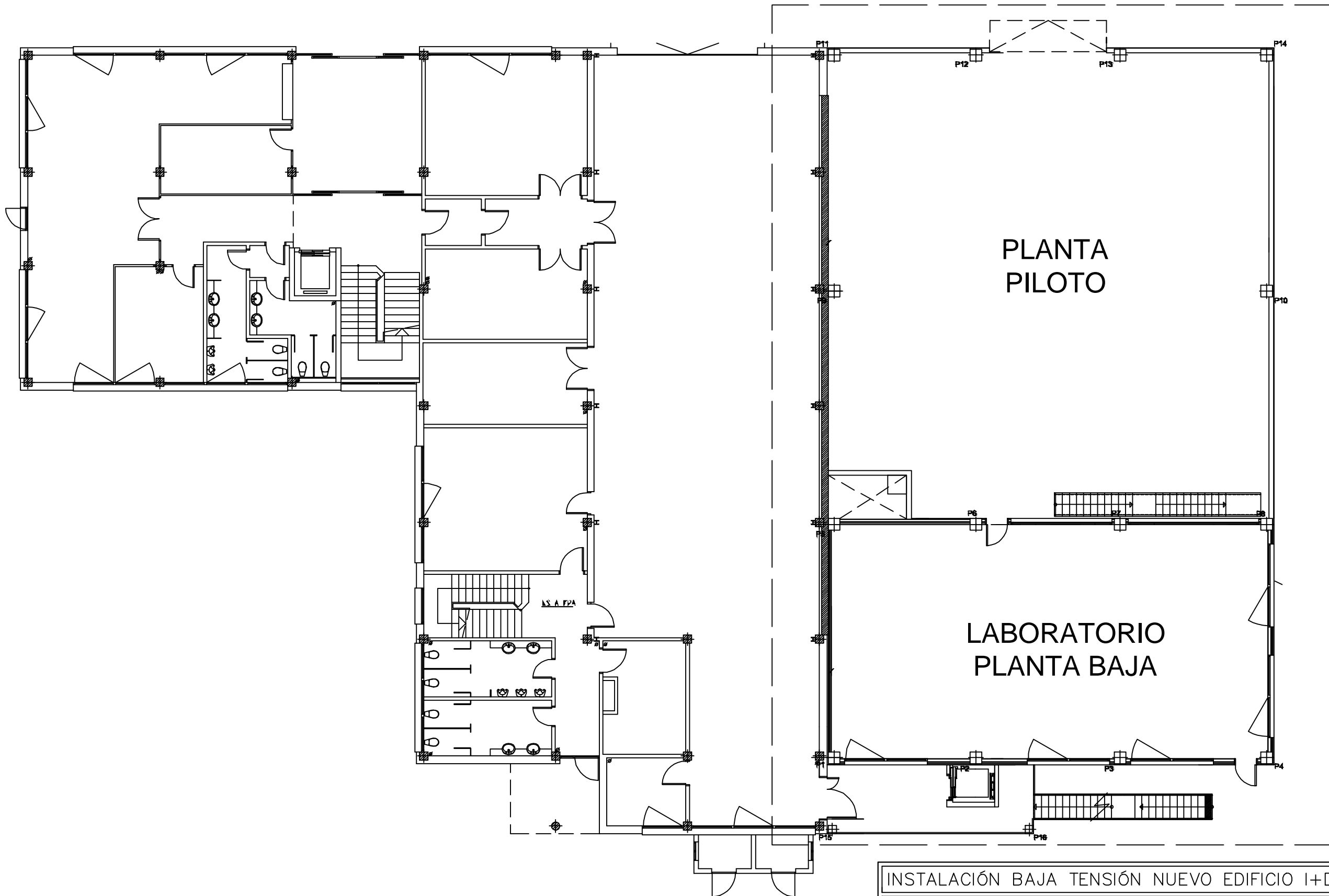
TITULO: ALZADO 1	
ESCALA: S/E	PLANO: 3



INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



TITULO:	ALZADO 2
ESCALA: S/E	PLANO: 4



NUEVO EDIFICIO

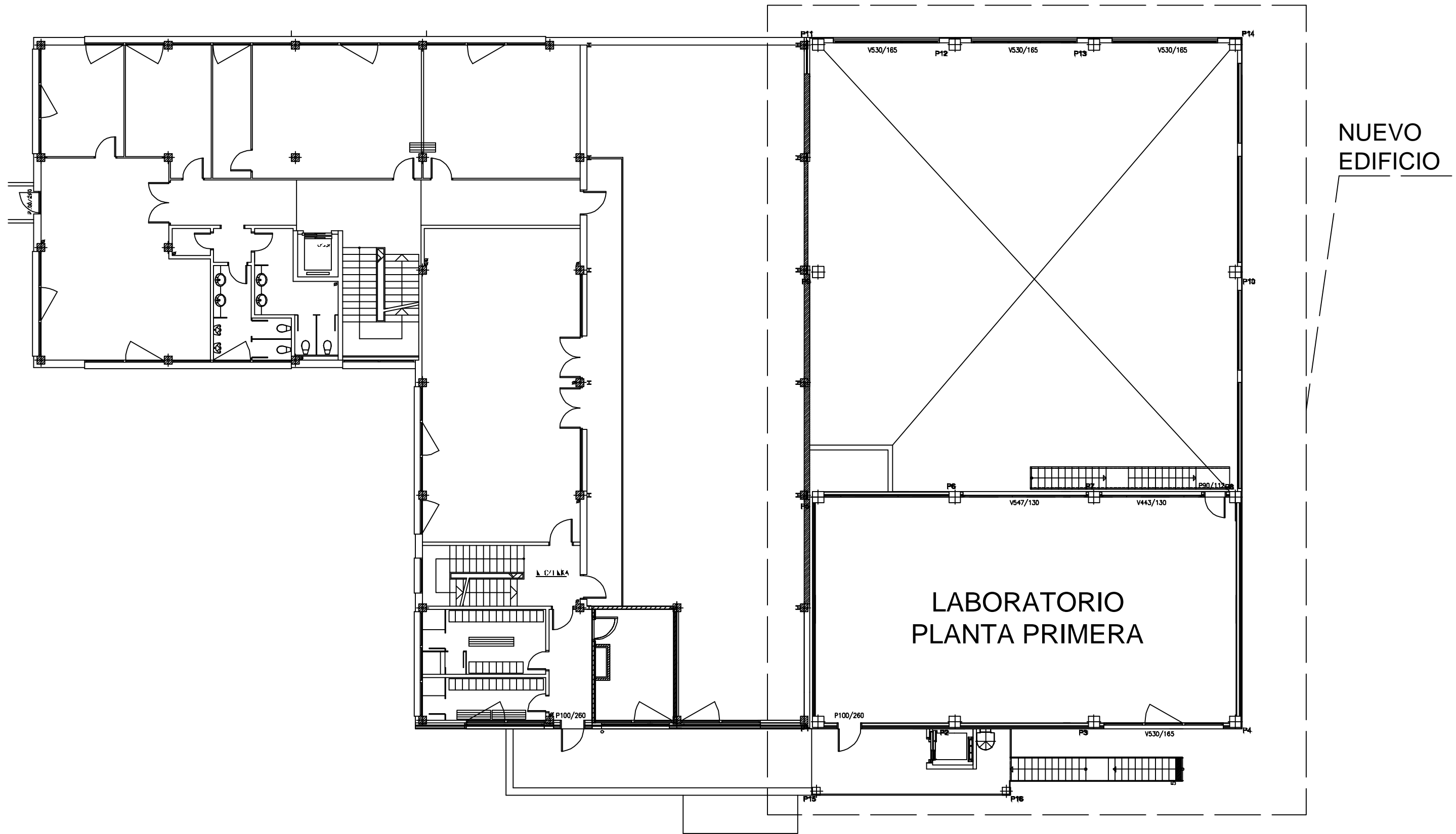
PLANTA PILOTO

LABORATORIO PLANTA BAJA

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



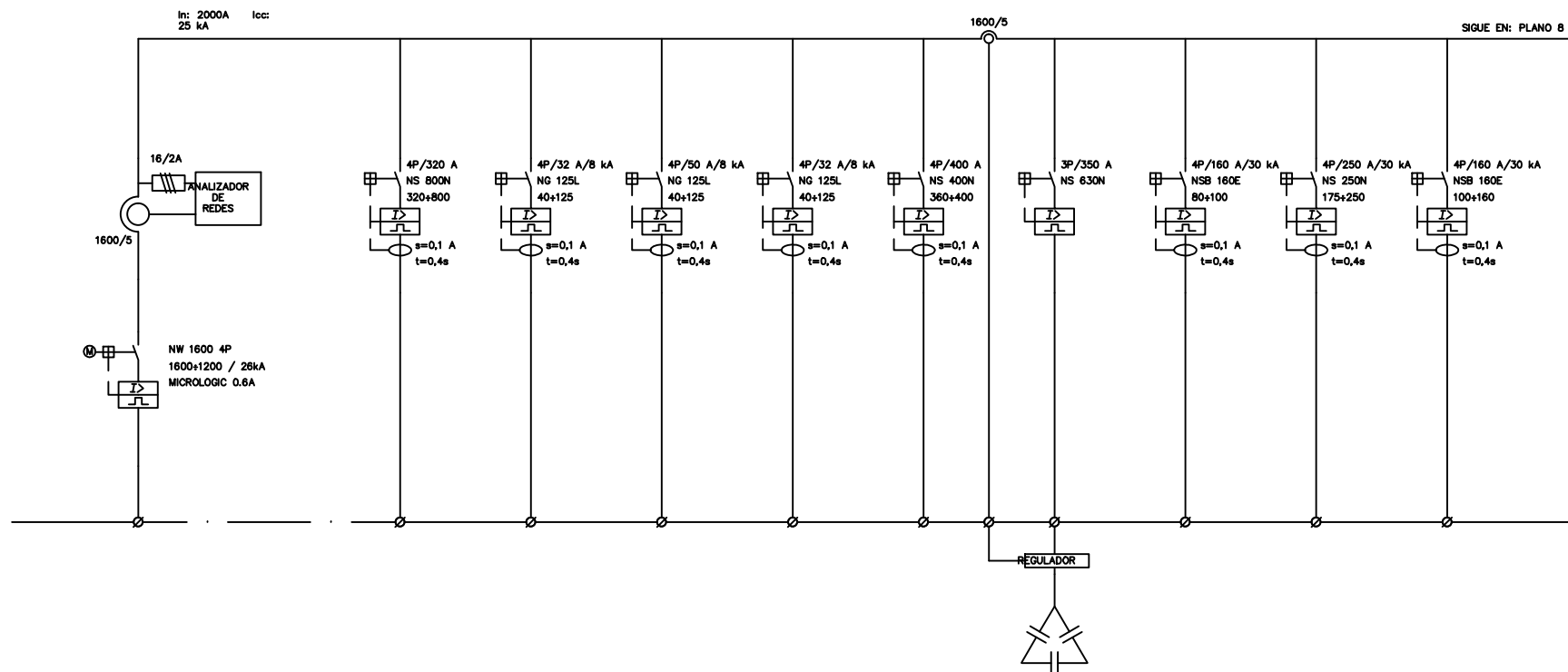
TITULO:	PLANTA BAJA
ESCALA: S/E	PLANO: 5



INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



TITULO: PLANTA PRIMERA	
ESCALA: S/E	PLANO: 6



ITEM	TRANSFORMADOR T-15			CF-BOM-01	CF-ASC-01	CF-SCL-01	CF-BAT-01	CF-OFI-H-D	CF-SD2-00	CF-OFI-00	
SERVICIO	ENTRADA		INYECTORA N° 5 Y TRAF0	ALUMBRADO EXTERIOR	C.S. BOMBAS EXTRACCIÓN	C.S. ASCENSOR	C.S. CLIMATIZACIÓN	BATERIA DE CONDENSADORES	C.S. OFICINAS I+D	C.S. DURABILIDAD 2	C.S. OFICINAS P2
POT. NOMINAL (W)	800kVA		12.500	5	10.000	10.000	212.000	240 kVA	41.000	103.000	48.000
INT. NOMINAL (A)	1116,07		20,52	8,21	16,41	16,41	347,95	334,82	67,29	169,05	78,78
LONGITUD (mts.)	5		30	100	66	66	10	10	59	52	59
CAIDA DE TENSIÓN (%)	0,11		0,12	0,66	0,84	0,84	0,91	0,82	0,96	0,74	1,07
TIPO DE CABLE	RZ1-0,6/1kV		RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV
SECCIÓN DEL CABLE (mm ²)	12x(1x240)		4x(1x150)+T	5x10	5x10	5x10	4x(1x185)+T	3x(1x240)	4x(1x120)+T	4x(1x95)+T	4x(1x120)+T
TENSIÓN (V)	400		400	400	400	400	400	400	400	400	400

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D

PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.

SUSTITUYE A:

SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO

FECHA: DICIEMBRE 2014

LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN

DIBUJADO: A. BARCOS



UBE
UBE Chemical Europe S.A.

TÍTULO:

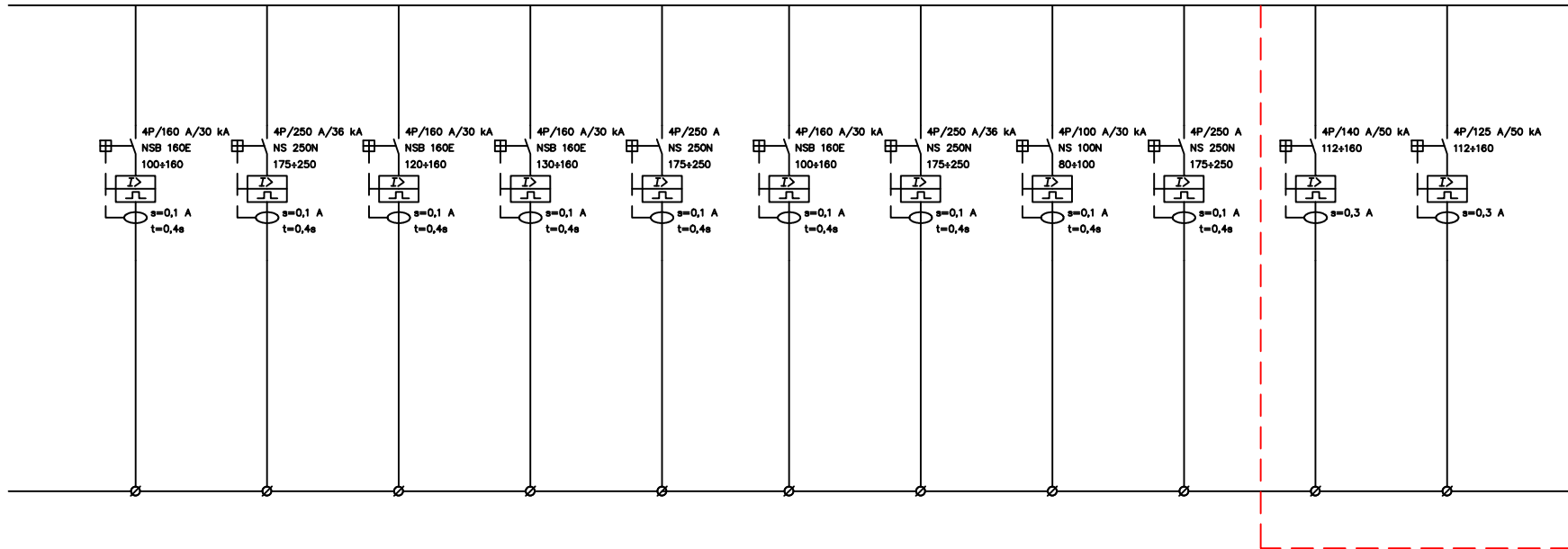
AMPLIACIÓN CGP 1

ESCALA: S/E


PLANO: 7

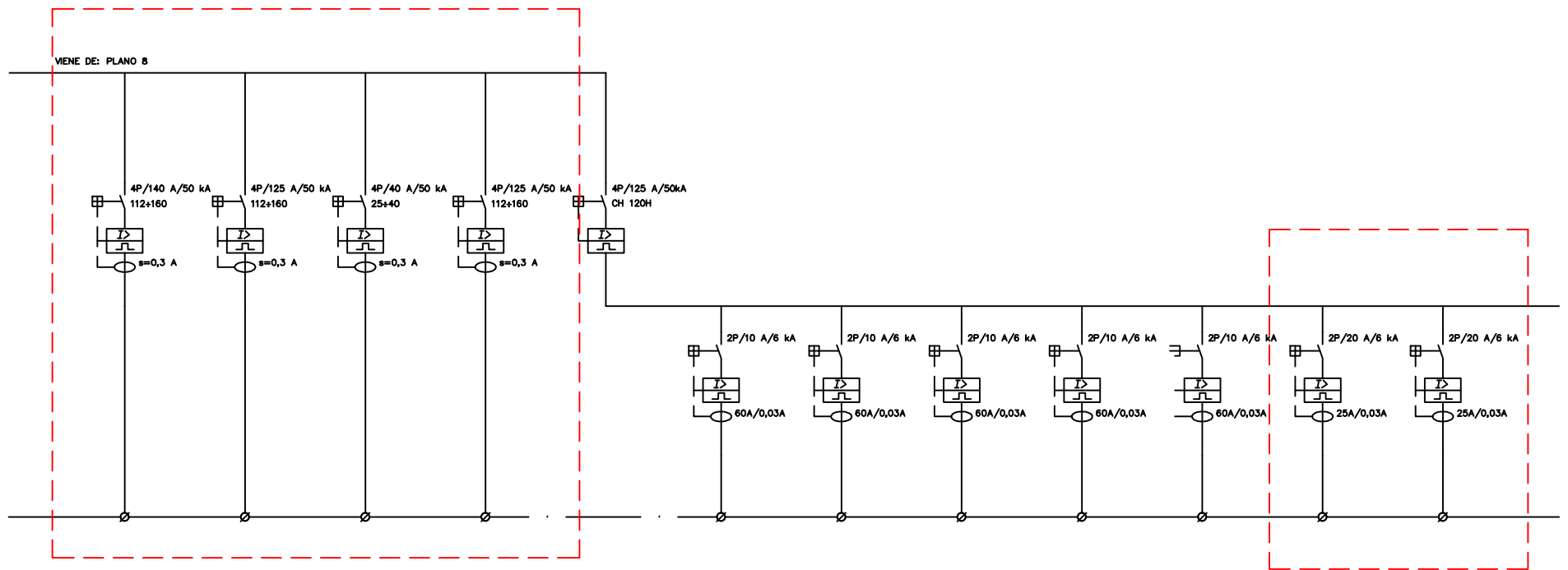
VIENE DE: PLANO 7

SIGUE EN: PLANO 9



ITEM	CF-OFI3-00	CF-SCF-00	CF-SLI-00	CF-SFO-00	EXTRUSORA TUBOS Nº9 REFRIGERADOR N1	CF-OFI 2-01	CF-SDU4-01	CF-SDU3-01	RESERVA	CG1R	CG2R
SERVICIO	C.S. OFICINAS PB	C.S. DURAB.1 + C.S. ENSAY.	C.S. LABORAT. INGEN.	C.S. LABOR. FISICO/OPTICO		C.S. OFICINA P1	C.S. DURABILIDAD 4	C.S. DURABILIDAD 3		CUADRO PLANTA PILOTO	CUADRO LAB. PLANTA BAJA
POT. NOMINAL (W)	50.000	101,3	64.300	71.000	76.000	46.000	123.000	36.000		82.000	24.000
INT. NOMINAL (A)	82,06	116,15	105,53	116,53	116,53	75,50	201,88	59,09		111,53	34,73
LONGITUD (mts.)	53	15	35	39	40	57	29	49		35	20
CAIDA DE TENSION (%)	1,00	0,29	1,21	0,83	0,60	1,01	0,44	0,66		0,51	0,09
TIPO DE CABLE	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV		RZ1-K(AS)	RZ1-K(AS)
SECCION DEL CABLE (mm2)	4x(1x120)+T	4x(1x95)+T	4x(1x70)	4x(1x70)+T	4x(1x70)+T	4x(1x120)+T	4x(1x120)+T	5x35		4x(1x50)+T	4x(1x50)+T
TENSION (V)	400	400	400	400	400	400	400	400		400	400

INSTALACIÓN BAJA TENSION NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS
	TITULO: AMPLIACIÓN CGP 2
	ESCALA: S/E PLANO: 8



ITEM		CG3R	CG4R	CG5R	CG6R	CF-RSG-00	CF-RSG-01	CF-RSG-02	CF-RSG-03	CF-RSG-04	CF-RSG-05	CG6R	CG7R
SERVICIO		CUADRO LAB. 1ª PLANTA	CUADRO CLIMA	CUADRO MONTACARGAS	RESERVA 1	REPARTO SERVICIOS AUX.	ALIMENTACIÓN BARRERAS	ALUMBRADO BARRERAS	VIGIREX	MANIOBRA COMPUERTAS	RACK	RACK NUEVO	MANIOBRAS
POT. NOMINAL	(W)	84.500	35.500	5.000	8.000	10.000	1.000	1.000	2.000	2.000	2.000	1.200	200
INT. NOMINAL	(A)	122,05	54,33	7,22	11,55	16,4	8,6	8,6	17,71	17,71	17,71	5,22	0,87
LONGITUD	(mts.)	31	50	31	-	10	70	70	70	70	10	10	-
CAIDA DE TENSIÓN	(%)	0,50	0,36	0,09	-	1,41	0,89	0,89	1,78	1,78	0,33	0,32	-
TIPO DE CABLE		RZ1-K(AS)	RZ1-K(AS)	RZ1-K(AS)	RZ1-K(AS)	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-0,6/1kV	RZ1-K(AS)	RZ1-K(AS)	RZ1-K(AS)
SECCIÓN DEL CABLE	(mm ²)	4x(1x50)+T	4x(1x50)+T	4x(1x16)+T	4x(1x50)+T	4x(1x50)+T	5x6	5x6	5x6	5x6	5x6	2x(1x2,5)+T	2x(1x2,5)+T
TENSIÓN	(V)	400	400	400	400	400	230	230	230	230	230	230	230

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D

PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.

SUSTITUYE A:

SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO

FECHA: DICIEMBRE 2014

LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN

DIBUJADO: A. BARCOS



UBE
UBE Chemical Europe S.A.

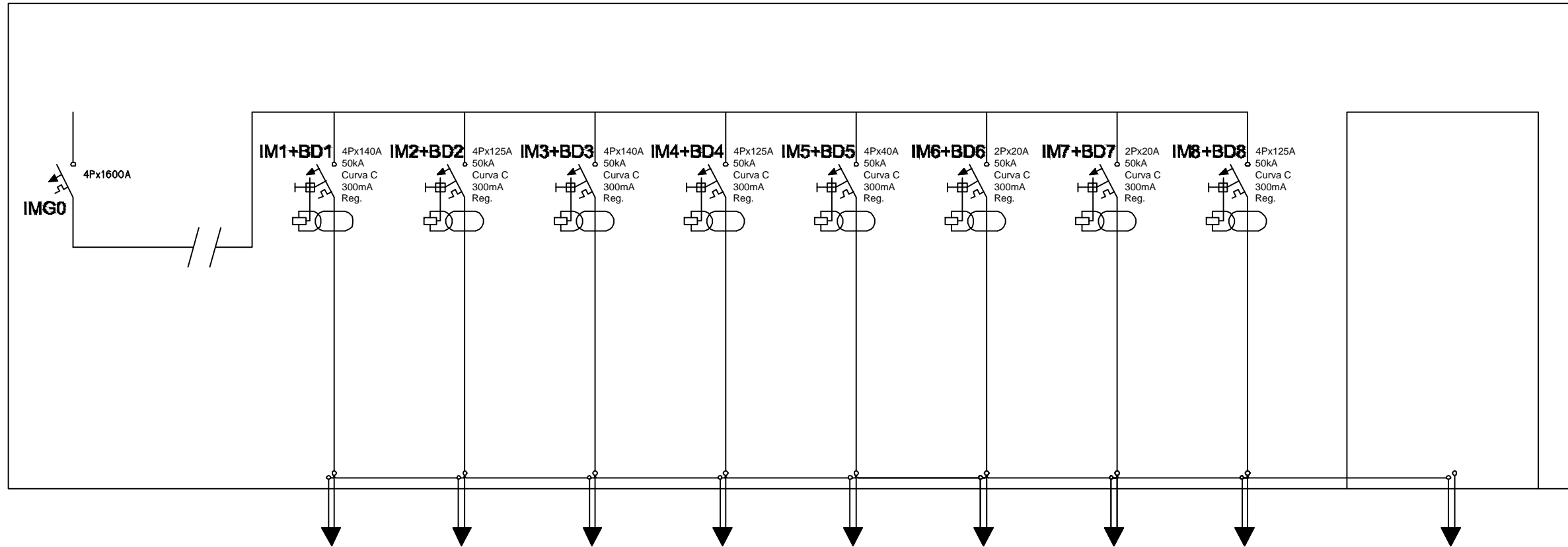
TÍTULO:

AMPLIACIÓN CGP 3

ESCALA: S/E

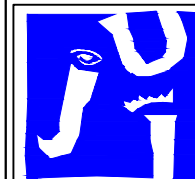
PLANO: 9

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN



NÚMERO DE CIRCUITO		-	CG1R	CG2R	CG3R	CG4R	CG5R	CG6R	CG7R	CG8R	RESERVA
DESTINO CIRCUITO		CIRCUITOS EXISTENTES	CUADRO PLANTA PILOTO	CUADRO LAB. PLANTA BAJA	CUADRO LAB. PLANTA PRIMERA	CUADRO CLIMA. Y VENTIL.	CUADRO MONTACARGAS	RACK NUEVO	MANIOBRAS	RESERVA 1	RESERVA EXISTENTE
SECCIÓN (mm ²)			4x50mm ² +TT RZ1-K(AS)	4x50mm ² +TT RZ1-K(AS)	4x50mm ² +TT RZ1-K(AS)	4x50mm ² +TT RZ1-K(AS)	4x16mm ² +TT RZ1-K(AS)	2x2,5mm ² +TT RZ1-K(AS)	2x2,5mm ² +TT RZ1-K(AS)	4x50mm ² +TT RZ1-K(AS)	-

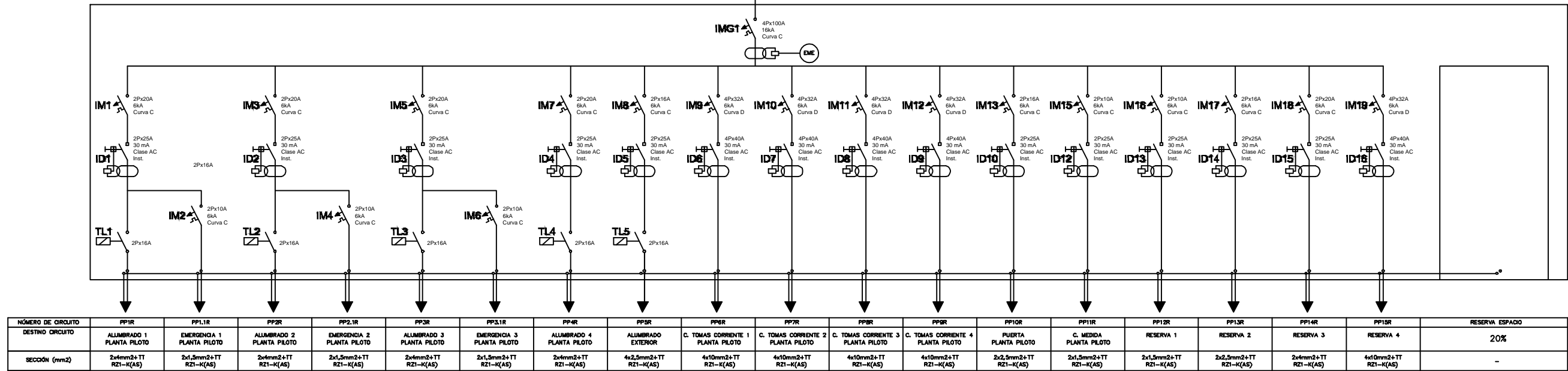
INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



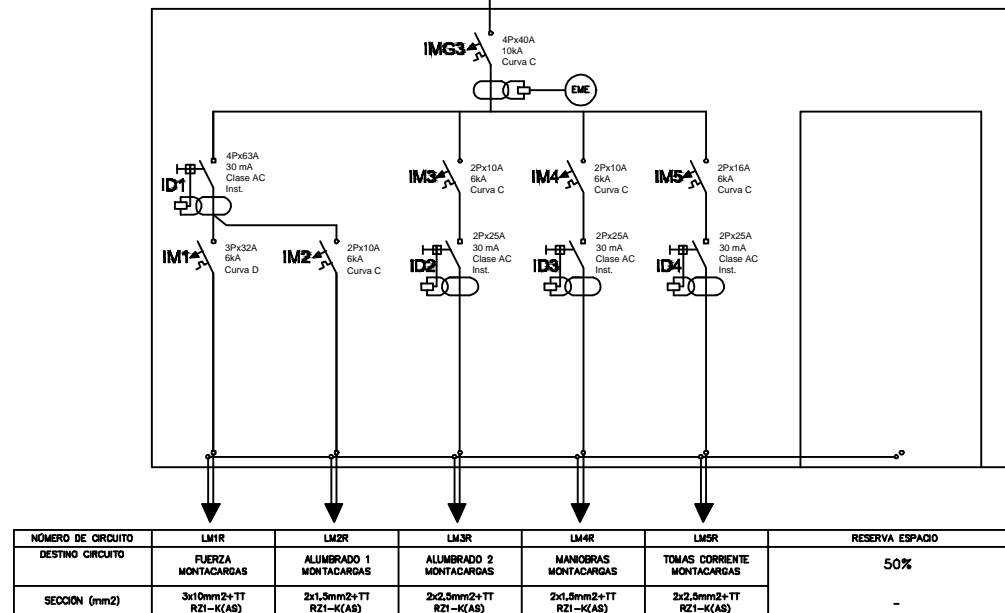
UBE
UBE Chemical Europe S.A.

TÍTULO: CUADRO GENERAL DE PROTECCIONES	
ESCALA: S/E	PLANO: 10

CUADRO ELÉCTRICO PPI



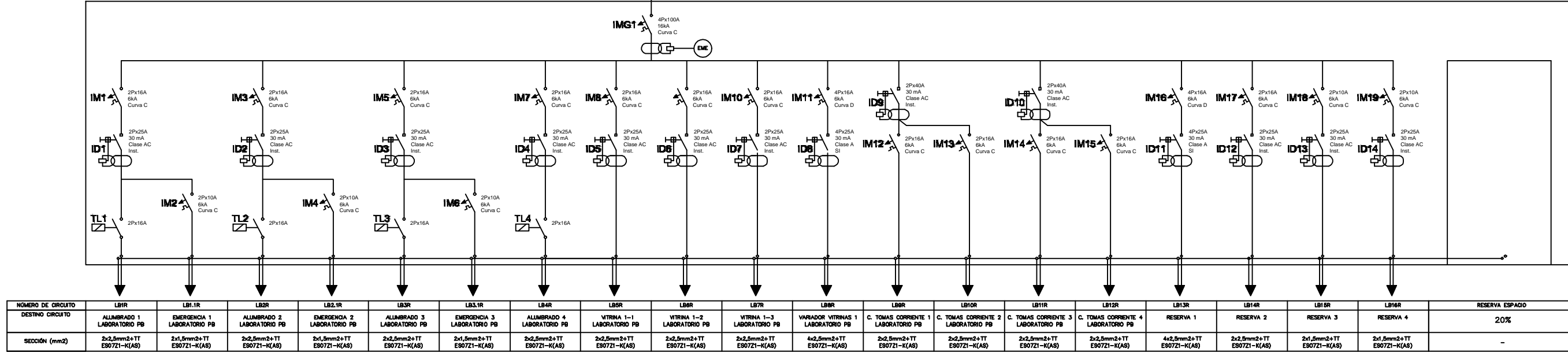
CUADRO ELÉCTRICO MON



INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS
	
TÍTULO: SUBCUADROS PLANTA PILOTO Y MONTACARGAS	
ESCALA: S/E	PLANO: 11

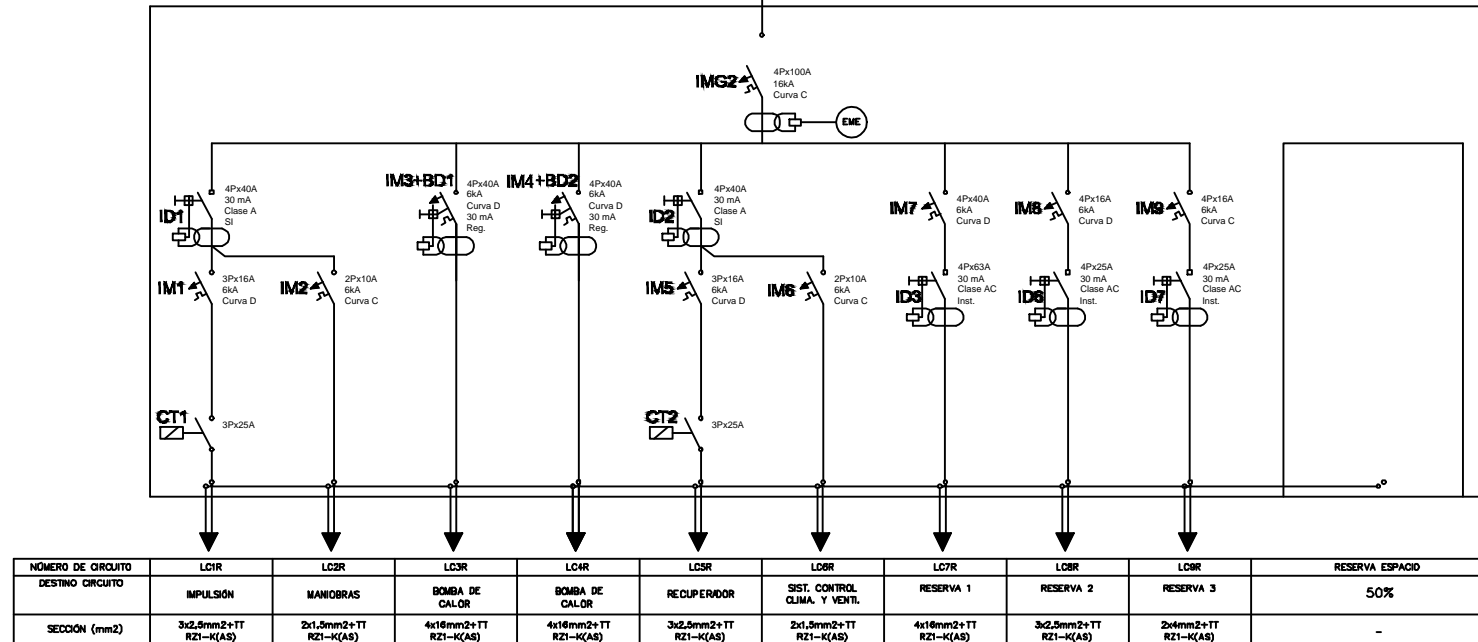
NÚMERO DE CIRCUITO	CD2R
ORIGEN LINEA	CUADRO ELÉCTRICO GENERAL DE BAJA TENSIÓN
SECCIÓN (mm ²)	4x50mm ² +TT R21-K(A5)

CUADRO ELÉCTRICO LPB



NÚMERO DE CIRCUITO	CD2R
ORIGEN LINEA	CUADRO ELÉCTRICO GENERAL DE BAJA TENSIÓN
SECCIÓN (mm ²)	4x50mm ² +TT R21-K(A5)

CUADRO ELÉCTRICO CLV

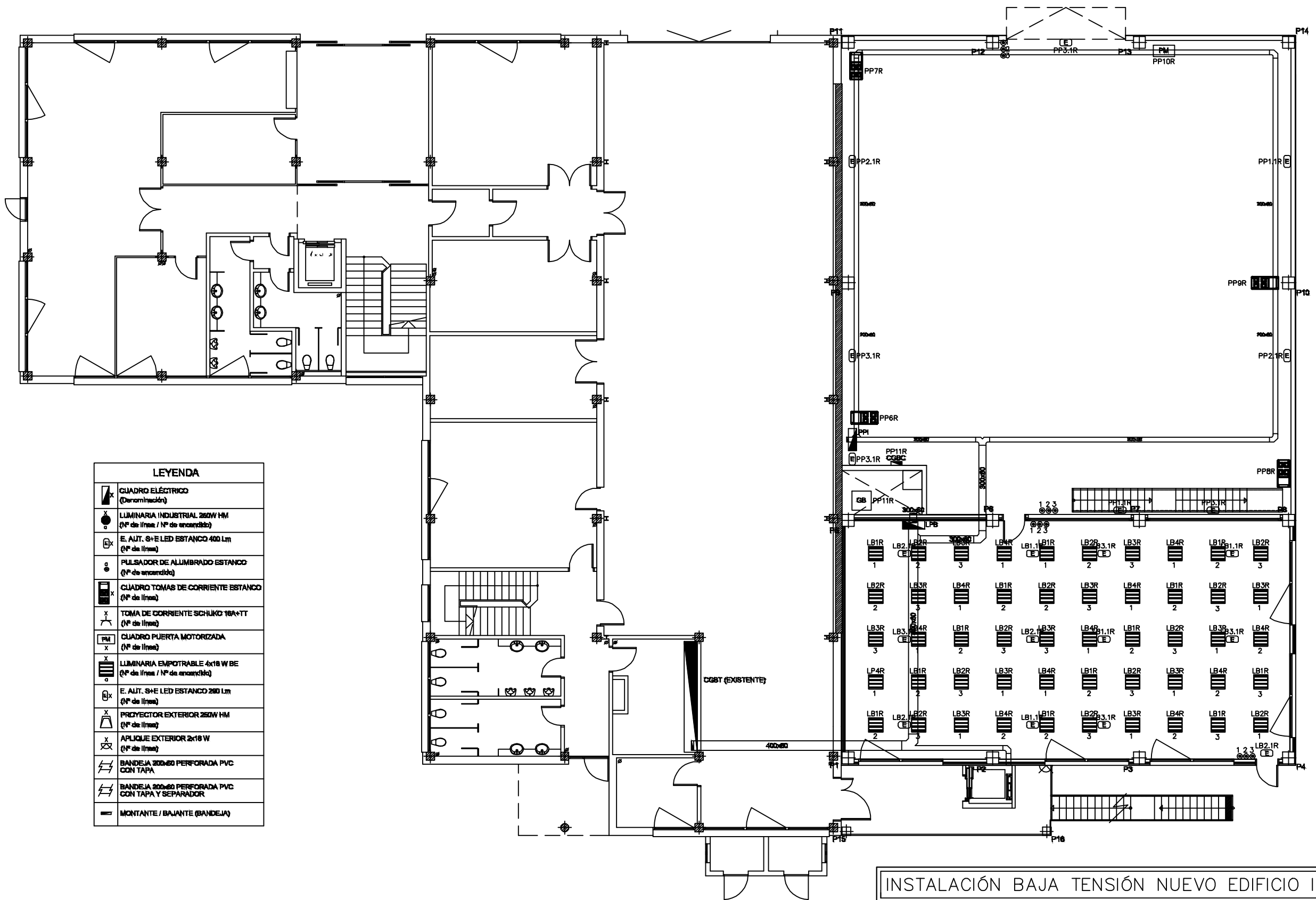


INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



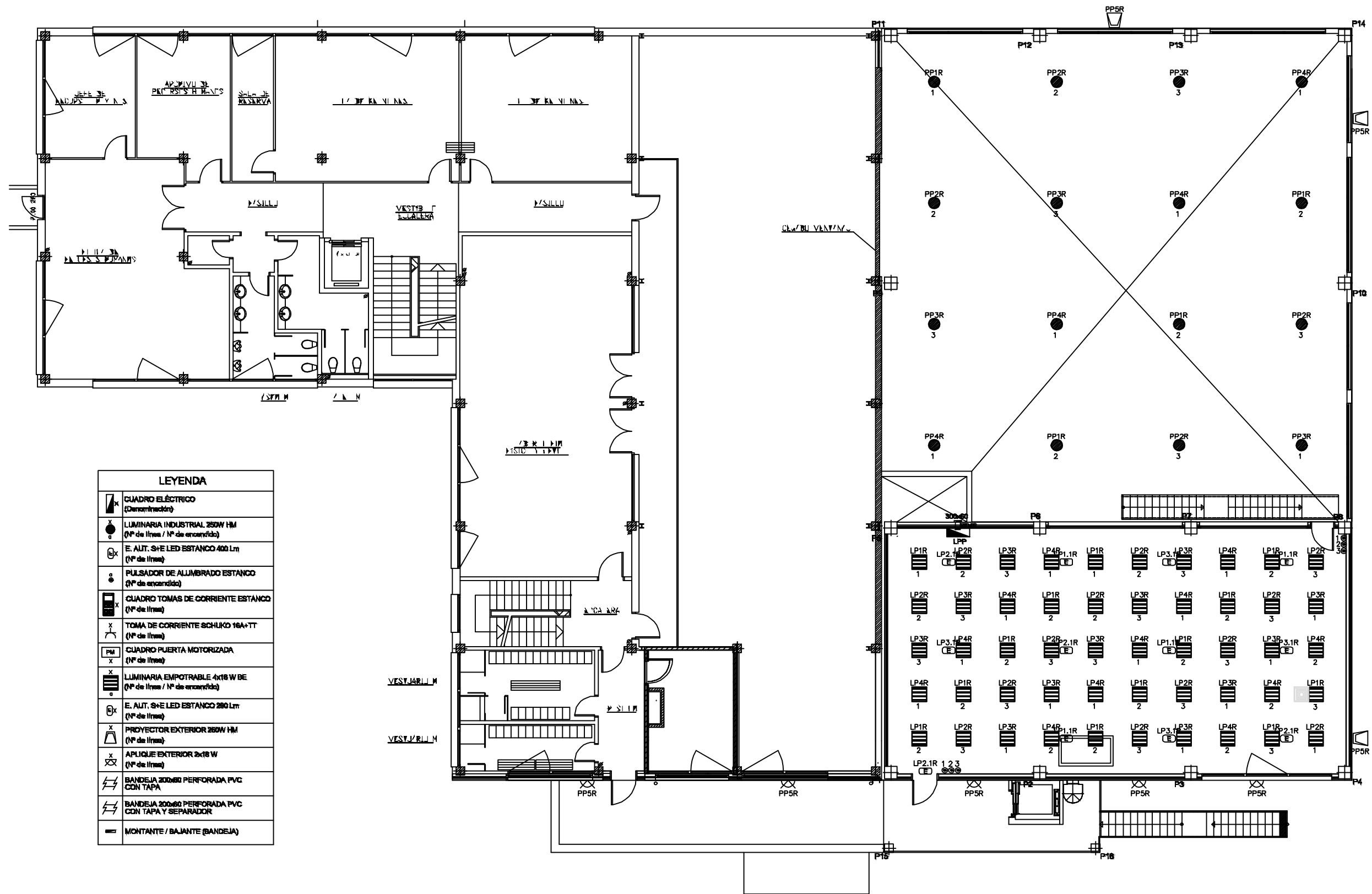
TITULO: SUBCUADROS
LAB.PLANTA BAJA Y CLIMA

ESCALA: S/E PLANO: 13



LEYENDA	
	CUADRO ELÉCTRICO (Denominación)
	LUMINARIA INDUSTRIAL 250W HM (Nº de línea / Nº de encendido)
	E. AJT. S+E LED ESTANCO 400 Lm (Nº de línea)
	E. AJT. S+E LED ESTANCO 290 Lm (Nº de línea)
	PULSADOR DE ALUMBRADO ESTANCO (Nº de encendido)
	CUADRO TOMAS DE CORRIENTE ESTANCO (Nº de línea)
	TOMA DE CORRIENTE SCHUKO 16A+TT (Nº de línea)
	CUADRO PUERTA MOTORIZADA (Nº de línea)
	LUMINARIA EMPOTRABLE 4x18 W BE (Nº de línea / Nº de encendido)
	PROYECTOR EXTERIOR 250W HM (Nº de línea)
	APLIQUE EXTERIOR 2x18 W (Nº de línea)
	BANDEJA 300x60 PERFORADA PVC CON TAPA
	BANDEJA 300x60 PERFORADA PVC CON TAPA Y SEPARADOR
	MONTANTE / BAJANTE (BANDEJA)

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS
UBE UBE Chemical Europe S.A.	TITULO: INSTALACIONES PLANTA BAJA
ESCALA: S/E	PLANO: 14

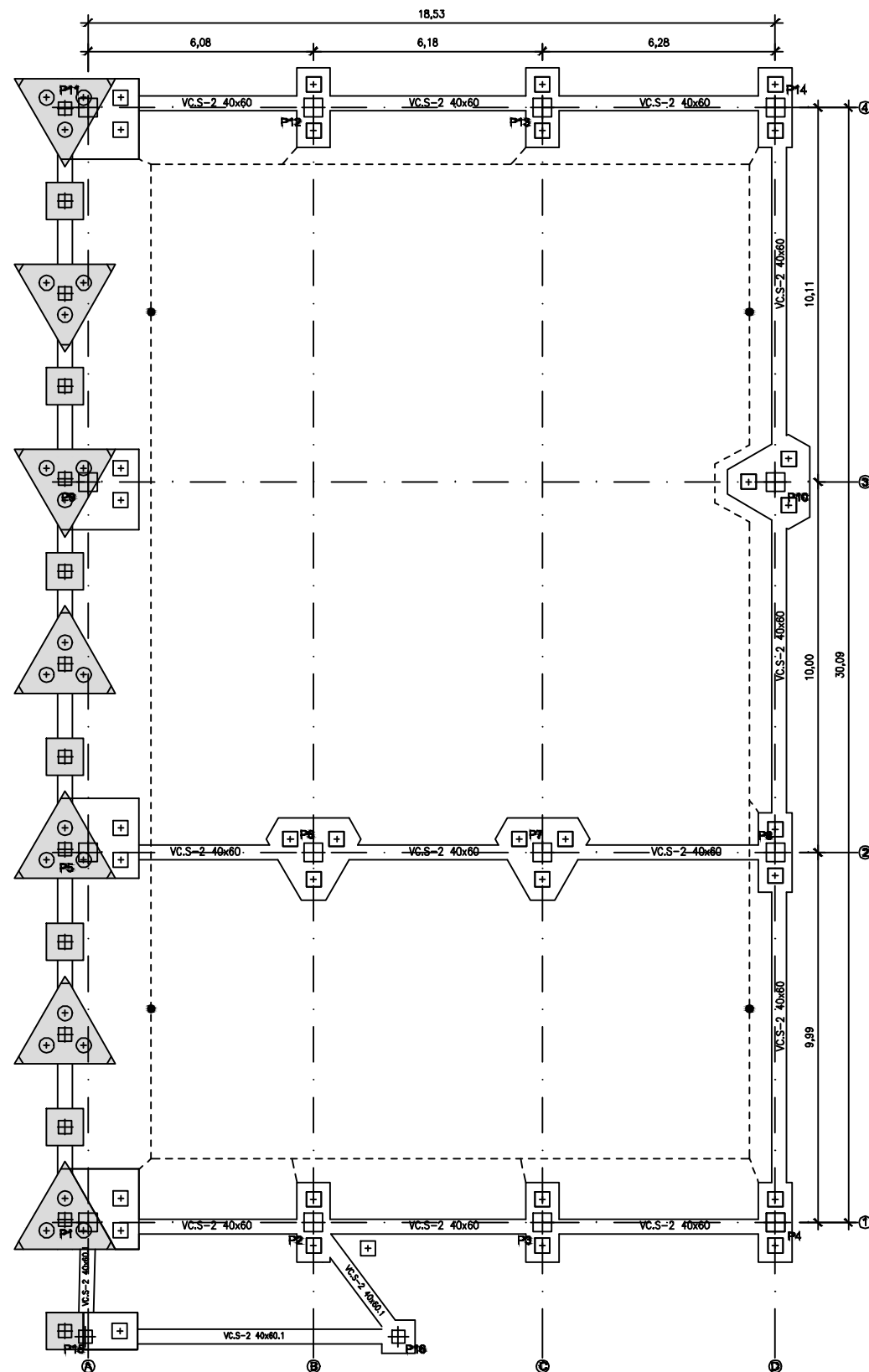


LEYENDA	
	CUADRO ELÉCTRICO (Denominación)
	LUMINARIA INDUSTRIAL 250W HM (Nº de línea / Nº de encendido)
	E. AUT. S+E LED ESTANCO 400 Lm (Nº de línea)
	PULSADOR DE ALUMBRADO ESTANCO (Nº de encendido)
	CUADRO TOMAS DE CORRIENTE ESTANCO (Nº de línea)
	TOMA DE CORRIENTE SCHUKO 16A+TT (Nº de línea)
	CUADRO PUERTA MOTORIZADA (Nº de línea)
	LUMINARIA EMPOTRABLE 4x18 W BE (Nº de línea / Nº de encendido)
	E. AUT. S+E LED ESTANCO 280 Lm (Nº de línea)
	PROYECTOR EXTERIOR 250W HM (Nº de línea)
	APLIQUE EXTERIOR 2x18 W (Nº de línea)
	BANDEJA 200x80 PERFORADA PVC CON TAPA
	BANDEJA 200x60 PERFORADA PVC CON TAPA Y SEPARADOR
	MONTANTE / BAJANTE (BANDEJA)


INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS

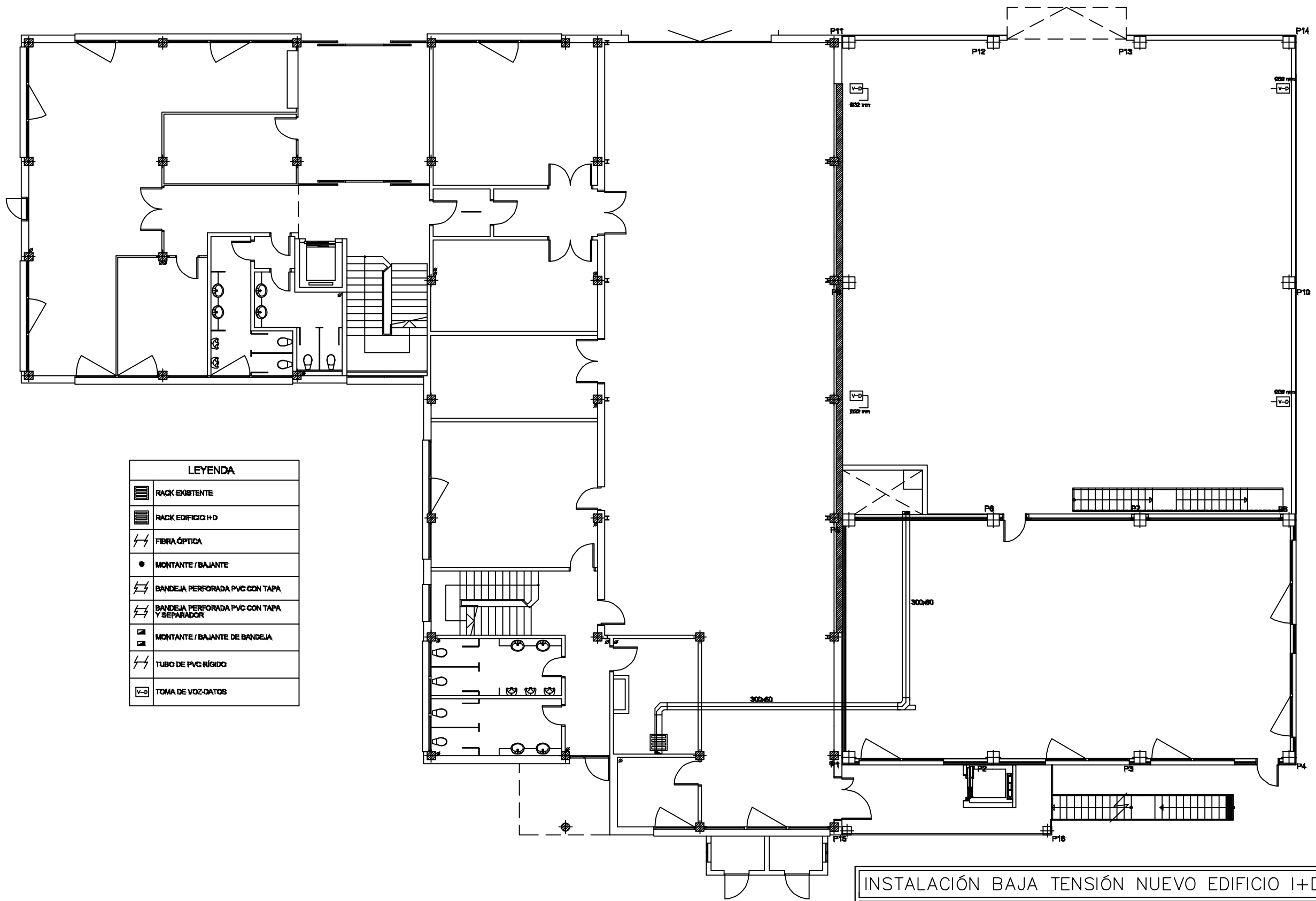


TÍTULO: INSTALACIONES PLANTA PRIMERA	
ESCALA: S/E	PLANO: 15



LEYENDA	
-----	Conductor de Protección
●	Pica hincada en el terreno

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS
	
TITULO: PUESTA A TIERRA	
ESCALA: S/E	PLANO: 16

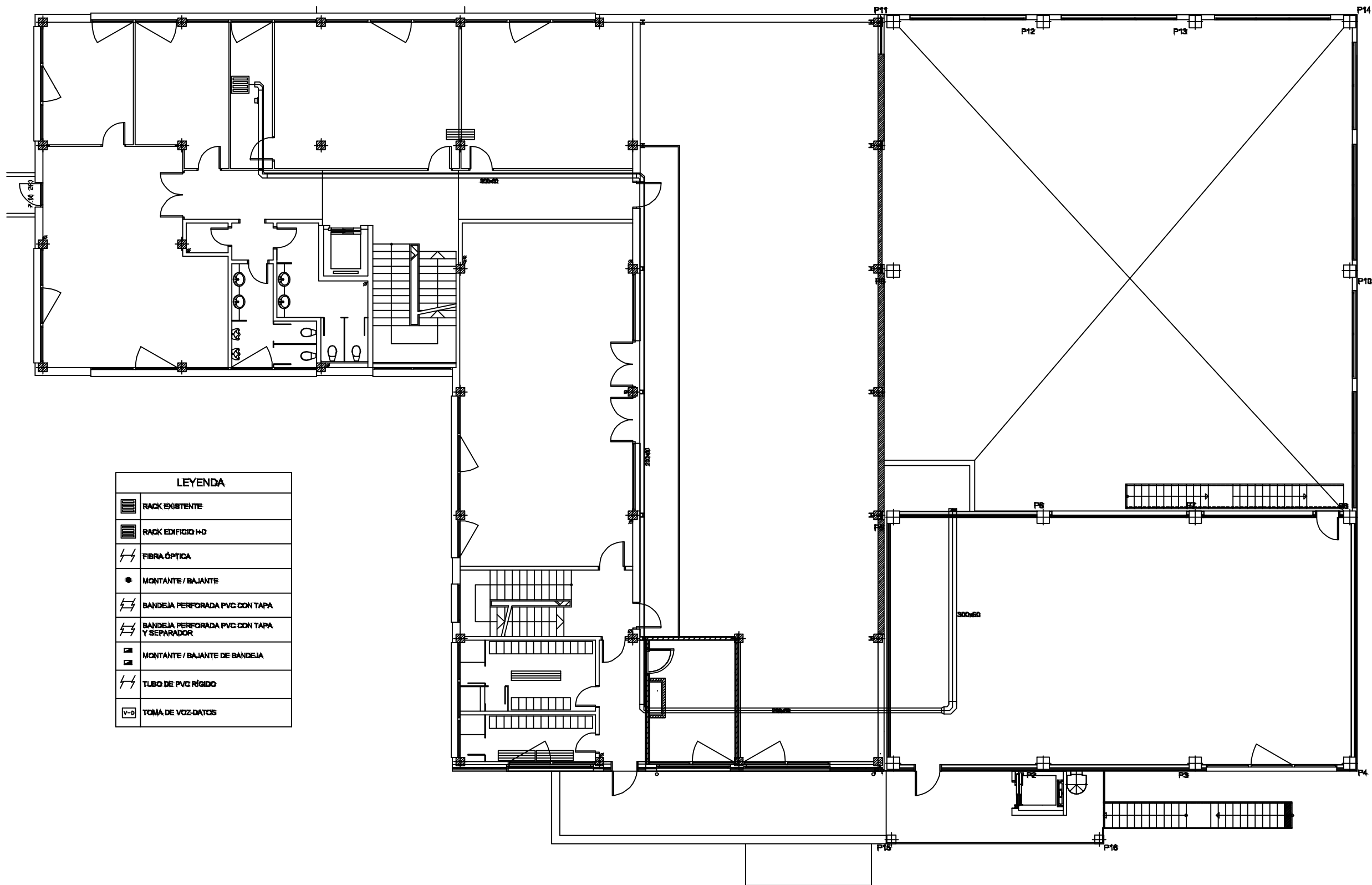


LEYENDA	
	RACK EXISTENTE
	RACK EDIFICIO I+D
	FIBRA ÓPTICA
	MONTANTE / BAJANTE
	BANDEJA PERFORADA PVC CON TAPA
	BANDEJA PERFORADA PVC CON TAPA Y SEPARADOR
	MONTANTE / BAJANTE DE BANDEJA
	TUBO DE PVC RÍGIDO
	TOMA DE VOZ-DATOS

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



TITULO: RACK NUEVO PLANTA BAJA
ESCALA: S/E PLANO: 17



LEYENDA	
	RACK EXISTENTE
	RACK EDIFICIO H-D
	FIBRA ÓPTICA
	MONTANTE / BAJANTE
	BANDEJA PERFORADA PVC CON TAPA
	BANDEJA PERFORADA PVC CON TAPA Y SEPARADOR
	MONTANTE / BAJANTE DE BANDEJA
	TUBO DE PVC RÍGIDO
	V-D TOMA DE VOZ-DATOS

INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN NUEVO EDIFICIO I+D	
PETICIONARIO: UBE CHEMICAL EUROPE S.A.	SUSTITUYE A:
SITUACIÓN: POLÍGONO INDUSTRIAL EL SERRALLO	FECHA: DICIEMBRE 2014
LOCALIDAD: GRAO DE CASTELLÓN	DIBUJADO: A. BARCOS



TITULO: RACK NUEVO PLANTA PRIMERA	
ESCALA: S/E	PLANO: 18