



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Autor/es

Raúl Navarro Pérez

Director/es

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021

ÍNDICE DE DOCUMENTOS

DOCUMENTO 1: MEMORIA DESCRIPTIVA

ANEXO 1: Cálculos eléctricos

ANEXO 2: Soportes

ANEXO 3: Estudio de seguridad, higiene y salud.

DOCUMENTO 2: PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 3: PRESUPUESTO

DOCUMENTO 4: PLANOS

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Documento 1: Memoria descriptiva

Autor

Raúl Navarro Pérez

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021

Índice

1. ANTECEDENTES.....	2
2. OBJETO DEL PROYECTO.....	2
3. EMPLAZAMIENTO.....	2
4. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	2
5. INSTALACIONES DE LA EXPLOTACIÓN.....	4
6. PREVISIÓN DE POTENCIAS.....	4
7. CÁLCULO DE RADIACIÓN MENSUAL EN LA ZONA.....	7
6. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	8
6.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	9
6.2. ACUMULADORES.....	11
6.3. INVERSOR.....	13
6.4. CONEXIÓN DE PANELES.....	17
6.3. REGULADOR DE CARGA.....	18
6.5. GRUPO ELECTRÓGENO.....	19
6.6. SOPORTES.....	20
6.7. CONDUCTORES PARTE FOTOVOLTAICA.....	22
7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	22
7.1. TENSIÓN.....	22
7.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	22
7.3. GENERALIDADES DE LA INSTALACIÓN.....	23
8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	23
8.1 CONDUCTORES.....	23
8.2 IDENTIFICACION DE CONDUCTORES.....	24
8.3 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	25
8.4 CONEXIONES.....	25
8.5 SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	26
8.6 EQUILIBRADO DE CARGAS.....	26
9. SISTEMAS DE INSTALACION.....	26
9.1. PRESCRIPCIONES GENERALES.....	26
9.2. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.....	27
9.3. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.....	29
9.4. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.....	30
8.5. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.....	30
8.6. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE HUECOS DE LA CONSTRUCCIÓN.....	30

9.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS	31
9.8. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.....	32
9.9. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.....	33
10. CUADROS.....	33
11. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES.	37
12. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.	41
12.1. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES.	41
12.2. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES.	42
12.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.	43
12.4. DIMENSIONAMIENTO DEL PARARRAYOS.....	43
13. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.	44
13.1. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.....	44
13.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.	45
14. PUESTAS A TIERRA.....	46
14.1. UNIONES A TIERRA.....	46
14.2. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD.....	49
14.3. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.	50
14.4. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.....	50
14.5. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION.	50
14.6. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA.....	51
15. RECEPTORES DE ALUMBRADO.	52
16. RECEPTORES A MOTOR.....	53
17. AMORTIZACIÓN.....	55
17.1 COSTE FOTOVOLTAICA.....	55
17.2 ESTIMACIÓN DE PAGO ANUAL.....	55
17.3 COSTE DE TRANSALAR LA RED ELÉCTRICA A LA EXPLOTACIÓN.....	57
18.RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	58
19. CONCLUSIÓN	59

1. ANTECEDENTES.

Se redacta el presente proyecto de instalación fotovoltaica asilada a petición de la Universidad de Zaragoza, y a instancia de la Consejería de Trabajo e Industria, Delegación Provincial de Zaragoza y del Excmo. Ayuntamiento de Zaragoza.

2. OBJETO DEL PROYECTO.

El objeto del presente proyecto es el de exponer ante los Organismos Competentes que la instalación que nos ocupa reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

El objetivo del proyecto es el diseño de una instalación fotovoltaica aislada para una explotación porcina de 4992 cabezas de ganado, dotándola de energía eléctrica y satisfaciendo las necesidades de los equipos eléctricos de forma renovable y autosuficiente. La explotación consta de 4 naves con un número de 1248 porcinos cada una. El resto de instalación eléctrica también se encuentra recogido en el proyecto.

3. EMPLAZAMIENTO.

La explotación porcina se sitúa en el polígono 29 parcela 119, T Royo. Término municipal de Luna (Zaragoza), con referencia catastral 50152A029001190000SP.

4. REGLAMENTACION Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.

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

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).

5. INSTALACIONES DE LA EXPLOTACIÓN

La explotación a lugar es una granja porcina de cebo, este tipo de granja consiste en el engorde de los cerdos desde el final del periodo de destete hasta que son enviados al matadero. Permanecen unas quince semanas en la granja, cuando entran en la explotación son lechones de una masa entre 23-28 kg y cuando acaba el periodo de crianza la masa es de entre 105-120 kg.

Los porcinos serán distribuidos en cuatro naves, en cada una un total de 1248, agrupados en distintas celdas. Las naves están diseñadas para alcanzar el mayor confort posible de los cerdos y así lograr que con esta comodidad aumenten su movilidad e ingieran más alimento, obteniendo las crías con más peso. Las cuatro naves a lugar tienen un sistema de refrigeración llamado "Cooling" para los meses de verano y calderas de combustión para invierno.

La explotación consta además de las naves, de una oficina, un muelle de carga y de dos pasillos entre naves en los cuales se encuentran los motores de ventanas, motores de alimentación, medicadores...

Las naves están en construcción, pero ya conocemos sus dimensiones, la parcela consta de 546.780 m² de los cuales solo hay construidos 4.814, del resto de superficie se encuentra la explanada donde están construidas las edificaciones, una balsa de agua, una balsa de purín y campo.

EDIFICIO	SUPERFICIE CONSTRUIDA (m ²)
NAVES	4320
PASILLOS INTERIORES	112
CUARTO CALDERAS	48
CUARTO ELÉCTRICO	54
OFICINA	70
PASILLO EXTERIOR	80
TOTAL	4684

Tabla 1. Superficie contruida

6. PREVISIÓN DE POTENCIAS

El dimensionamiento de la instalación fotovoltaica se realiza en base a la previsión de potencias, estimada según la potencia y el periodo de uso a lo largo del año de los distintos equipos eléctricos.

En la siguiente tabla encontramos las máquinas eléctricas de la explotación, indicando el número de unidades, la potencia nominal y el número de horas al día que están en funcionamiento cada elemento eléctrico según la época del año.

ELEMENTOS ELÉCTRICOS	UNIDADES	POTENCIA UD (W)	HORAS AL DÍA DE USO SEGÚN EL MES DEL AÑO											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
MOTOR VENTANAS	4	600	0,50	0,50	1,50	1,00	0,50	0,25	0,25	0,50	1,50	2,00	1,50	0,75
MEDICADOR	2	150	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
MOTOR CHIMENEA	4	370	0,25	0,25	1,00	0,50	0,25	0,15	0,15	0,25	1,00	1,50	1,25	0,50
TOMAS	1	1188	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
COOLING	16	500	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	4,00	4,00	4,00	2,00	0,00	0,00	0,00
LUMINARIAS	60	60	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00
FOCO EXTERIOR	4	300	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
MOTORES ALIMENTACIÓN	8	750	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
CALDERAS	2	200	6,00	6,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,00	6,00
BOMBA	1	2250	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
EMERGENCIAS	12	4	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
NEVERA	1	600	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
LAVADORA	1	1500	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29	0,29

Tabla 2. Previsión de potencias.

Con los datos obtenidos de la tabla anterior calculamos la previsión de consumo mensual con la siguiente fórmula:

$$Pmes = Dmes \times \sum (n^{\circ}Uds \times Pud \times h)$$

Donde:

- Pmes = Potencia mensual (Wh/mes).
- Dmes = Días que tiene el mes.
- N°Uds = Número de unidades de cada elemento.
- Pud = Potencia de cada elemento (W).
- h = Horas de uso al día.

Obtenemos la siguiente tabla:

MESES	CONSUMO Wh/mes	CONSUMO kWh/mes
ENERO	1413431,71	1413,43
FEBRERO	1322242,57	1322,24
MARZO	1435441,71	1435,44
ABRIL	1365137,14	1365,14
MAYO	1779231,71	1779,23
JUNIO	2179397,14	2179,40
JULIO	2252043,71	2252,04
AGOSTO	2275231,71	2275,23
SEPTIEMBRE	1791137,14	1791,14
OCTUBRE	1410641,71	1410,64
NOVIEMBRE	1378937,14	1378,94
DICIEMBRE	1443501,71	1443,50
TOTAL (kWh/año)		20046,38

Tabla 3. Consumos mensuales

Los meses con más consumo estimado son en verano. Agosto es el mes de más previsión (2275,23 kWh/mes), debido a el sistema de refrigeración en verano (Cooling), ya que en invierno la caldera consume menor potencia eléctrica al ser calderas de combustible fósil.

La previsión anual es de 20046,38 kWh/año.

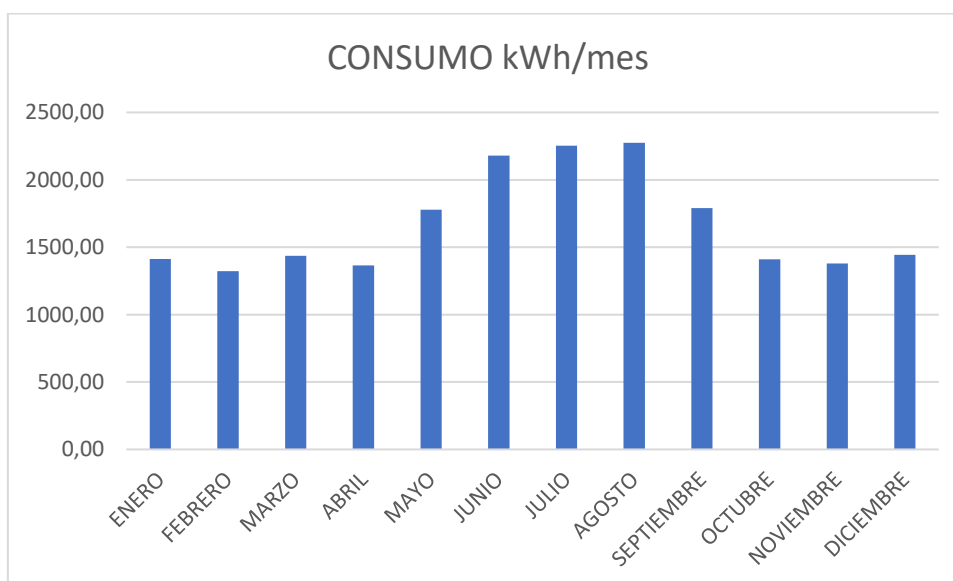


Ilustración 1. Consumos mensuales

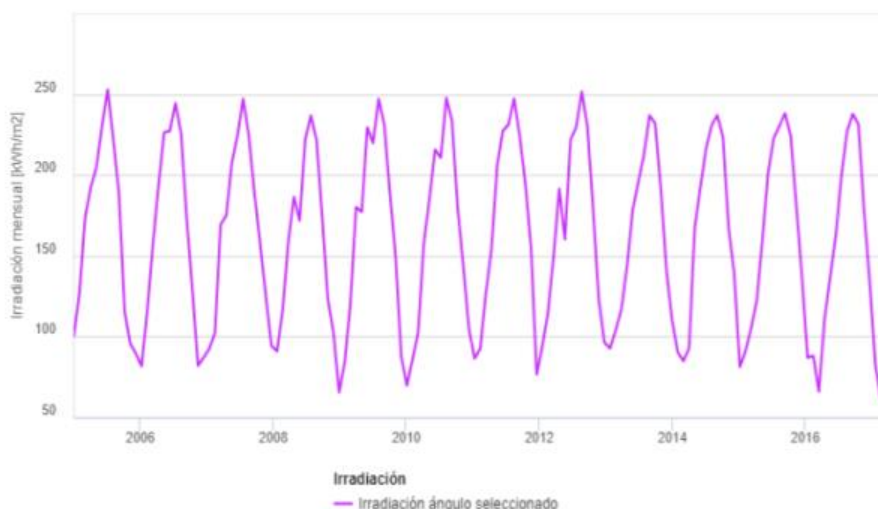
7. CÁLCULO DE RADIACIÓN MENSUAL EN LA ZONA

La radiación de la zona dónde se localiza la explotación la obtenemos utilizando el software gratuito "PVGIS"¹, registrando la ubicación de la explotación, la inclinación de los módulos y orientación respecto al sur en el programa, este proporciona datos de irradiancia para estos datos introducidos. Los paneles se colocarán coplanares en el tejado para evitar la suciedad de los mismos debido a polvo y así evitar una disminución de rendimiento, aunque se recomendará al cliente un plan de mantenimiento.

Los valores introducidos en el software son: una inclinación de 17°, las coordenadas geográficas de la explotación y un ángulo respecto al sur de 0°, ya que está construida orientada al sur.

Para ajustar el valor de irradiancia obtenido, calcularemos la media de los últimos cinco años en cada mes.

Irradiación solar mensual



Global at user angle

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	100.29	81.77	92.54	90.97	84.2	85.74	92.64	114.69	103.95	84.95	105.43	66.05
Febrero	127.07	115.64	102.28	116.36	120.29	102.6	126.79	149.73	116.8	92.96	122.59	110.58
Marzo	173.88	156.71	169.27	158.6	180.08	157.7	154.39	191.39	143.23	167.23	160.09	136.8
Abril	192.55	193.3	174.82	186.38	177.26	185.07	205.51	160.26	178.09	192.17	201.37	162.63
Mayo	204.72	226.35	207.55	171.81	229.36	215.68	227.29	221.89	195.4	216.21	222.94	199.84
Junio	230.46	227.23	224.53	222.09	219.79	210.74	231.22	229.59	212.53	230.81	230.23	227.06
Julio	252.76	244.38	247.05	236.72	247.06	247.61	247.22	251.56	236.83	236.94	238.03	237.73
Agosto	221.74	225.78	224.29	221.49	231.14	233.36	224.04	229.6	231.7	223.49	224.2	231.39
Septiembre	188.23	172.84	188.66	174.16	188.55	179.78	194.62	178.59	191.11	167.72	180.86	178.05
Octubre	115.37	128.88	157.75	123.3	150.1	143.68	155.05	122.97	140.73	138.72	136.87	134.08
Noviembre	95.62	82.05	125.55	102.31	88	104.72	76.6	96.41	109.84	81.32	87.03	82.59
Diciembre	89.49	87.12	94.44	65.59	69.8	86.46	94.24	92.78	90.36	91.06	88.19	61.03

Ilustración 2. Irradiación mensual

¹ Buscado en la web: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

El mes más desfavorable, al ser el más restrictivo, será el escogido para realizar dimensionamiento de la instalación fotovoltaica. A partir de la relación entre el consumo y radiación de cada mes, se obtiene el coeficiente de mes más desfavorable. Aunque hay meses con más previsión en verano, los meses de invierno son más desfavorables debido a que la irradiación es menor.

MESES	CONSUMO (kWh/mes)	CONSUMO DIARIO (kWh/día)	IRRADIACIÓN MENSUAL (kWh/mes*m ²)	IRRADIACIÓN DIARIA (kWh/día*m ²)	CONSUMO/RADIACIÓN
ENERO	1413,43	45,59	95,01	3,06	14,88
FEBRERO	1322,24	45,59	118,53	4,09	11,16
MARZO	1435,44	46,30	159,75	5,15	8,99
ABRIL	1365,14	44,76	178,90	5,96	7,63
MAYO	1779,23	44,39	211,26	6,81	8,42
JUNIO	2179,40	46,65	226,18	7,54	9,64
JULIO	2252,04	46,65	240,22	7,75	9,37
AGOSTO	2275,23	47,39	228,08	7,36	9,98
SEPTIEMBRE	1791,14	46,70	179,27	5,98	9,99
OCTUBRE	1410,64	45,50	134,67	4,34	10,47
NOVIEMBRE	1378,94	46,70	91,44	3,05	15,08
DICIEMBRE	1443,50	46,56	84,68	2,73	17,05

Tabla 4. Relación consumo/ Irradiación

El mes más desfavorable en relación previsión de potencias e irradiación es diciembre, por lo cual, satisfaciendo ese mes, el resto de meses cubrirán correctamente la previsión de potencias. Aunque hay meses con más previsión en verano, los meses de invierno son más desfavorables debido a que la irradiación es menor.

6. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

La instalación fotovoltaica aislada está compuesta paneles fotovoltaicos para generar la energía eléctrica, un inversor para transformar la corriente continua en corriente alterna, tres inversores-cargadores con función de regulador incluida para la carga y descarga de baterías, baterías para almacenar la energía y un grupo electrógeno para las ocasiones donde el consumo no pueda ser suministrado por los paneles o baterías.

Los cálculos han sido realizados según el Pliego de condiciones técnicas de instalaciones fotovoltaicas aisladas.

6.1. GENERADOR FOTOVOLTAICO.

El generador fotovoltaico es la parte de la instalación compuesta por módulos fotovoltaicos. Estos módulos son los encargados de producir energía eléctrica a partir de la luz solar mediante el efecto fotoeléctrico, la energía eléctrica es generada en corriente continua.

Los módulos fotovoltaicos escogidos son los Canadian Solar 450², para determinar el número necesario utilizaremos los datos anteriores de irradiación y el consumo del mes más desfavorable (diciembre). La siguiente formula de obtiene del pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red.

$$P_{mp} = \frac{Ed \times G_{cem}}{G_{dm} \times P \times R}$$

Donde:

- P_{mpmin} = Captación del generador fotovoltaico (Wh/día).
- Ed = Consumo (kWh/día).
- G_{dm} = Irradiación del mes más desfavorable (kWh/día*m²).
- G_{cem} = Valor constante 1 kW/m².
- R = Rendimiento del inversor = 98,4%.
- P = Factor dimensionamiento de perdidas por sombreado e irradiación, en nuestro caso no tiene pérdidas por sombreado ya que no tiene ningún obstáculo que le pueda hacer sombra, pero sí de irradiación. Estas pérdidas se dividen en orientación (no tiene debido a que se localiza en dirección al sur) e inclinación. El cálculo se reduce a la siguiente fórmula obtenida del pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red:

$$P = 1 - FI \rightarrow 1 - [1,2 \times 10^{-4}(\beta - \beta_{opt})^2 + 3,5 \times 10^{-5}] \text{ para } 15^\circ < \beta < 90^\circ$$

$$P = 0,905 \rightarrow \text{Las pérdidas son del 9,5\%}.$$

$$P_{mpmin} = \frac{46,56 \times 1}{2,73 \times 0,905 \times 0,984} = 19,15 \text{ kW}$$

Número de módulos:

$$Nm = \frac{P_{mpmin}}{P_{mp}}$$

Donde:

- Nm = Número de módulos.

² Datos e imagen de los paneles obtenidos en: <https://www.canadiansolar.com/>

- Pmpmin = Potencia del campo de captación (kW).
- Pmp = Potencia de los módulos (kW).

$$Nm = \frac{19,15}{0,45} = 42,55 \text{ módulos}$$

La instalación a lugar dispondrá de 44 paneles, para poder hacer 4 series del mismo tamaño de paneles fotovoltaicos Canadian Solar 450, cada uno compuesto por 144 células monocristalinas de tipo PERC, por lo que ofrece un rendimiento superior al de las células monocristalinas convencionales.

Su distribución como se explica en el apartado "conexión de módulos", será en cuatro series de 11 paneles. Dos series de 11 paneles se conectarán en cada una de las dos entradas.

Los módulos se colocarán en el tejado de las naves más al sur para evitar sombras. La elección del tejado se ha escogido frente a la colocación en suelo para ahorrar espacio en cuanto a posibles ampliaciones y evitar su suciedad al estar más alejadas del suelo, aunque se le recomendará al cliente una limpieza periódica para evitar disminución del rendimiento.



*Ilustración 3. Panel
Canadian Solar 450*

CANADIAN SOLAR 450	
Característica	Valor
Potencia máxima	450 W
Tensión de máxima potencia (Vmp)	40,5 V
Intensidad de máxima potencia (Imp)	11,12 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	48,7 V
Intensidad de cortocircuito (Isc)	11,65 A
Eficiencia	20,37%

Tabla 5. Datos panel Canadian Solar

6.2. ACUMULADORES.

El sistema de acumulación constará de baterías de plomo-ácido con una profundidad de descarga del 50%. Estas baterías usan agua destilada para regular la densidad del electrolito. La función de las baterías es el almacenamiento de la energía eléctrica para satisfacer el consumo en ocasiones donde el generador fotovoltaico no produzca o no produzca lo suficiente.

Según el "Pliego de condiciones técnica de instalaciones aisladas de red" del IDAE, el número mínimo de días de autonomía son tres días sin producción solar, salvo en nuestro caso como indica el pliego que puede haber excepciones justificadas, ya que no es una instalación exclusivamente con energía solar, sino que incluye un grupo electrógeno de suministro de emergencia. Los días de autonomía de esta instalación serán dos, abaratando con ello costes debido a la alta irradiación de la zona. El cálculo se estima con las condiciones más desfavorables, diciembre en este caso. Cuando la explotación requiera de más días de autonomía, será necesario el grupo electrógeno para solventar dicha situación excepcional como se ha comentado anteriormente.

La capacidad requerida en Ah:

$$C = \frac{\text{Consumo} \times D}{U_b \times P}$$

Dónde:

- C = Capacidad necesaria de las baterías (Ah).
- Consumo = Consumo diario de diciembre (kWh/día).
- D = Días de acumulación.
- U_b = Tensión baterías (V).
- P = Profundidad de descarga. 3880,38

$$C = \frac{1443,50 \times 1000 \times 2}{31 \times 48 \times 0,5} = 3880,38 \text{ Ah}$$

Los vasos de baterías elegidos son las 12 OPzS de dos voltios, cada celda de las bancadas es de 2V de plomo-ácido ventilada de bajo mantenimiento con electrolito líquido (ácido sulfúrico diluido), siendo de las baterías de plomo de mayor duración con un alto nivel de confiabilidad y vida útil.



Ilustración 4: Baterías 12 OPzS 1500

El rango de valores nominales de esta clase de baterías no alcanza 3880,38 Ah, por lo cual el almacenamiento contará con dos bancadas de baterías.

$$C_{min} = \frac{C}{2}$$

- C_{min} = Capacidad mínima que debe tener cada bancada (Ah)
- C = Capacidad necesaria de las baterías (Ah).

$$C_{min} = \frac{3880,38}{2} = 1940,19 \text{ Ah}$$

El valor más cercano superior son las baterías 12 OPzS 1500³, con una capacidad nominal de 2280 Ah, por consiguiente, la instalación contará con dos series en paralelo de 24 baterías de 2V (24×2=48V) cada una y una capacidad de cada paralelo de 1810Ah.

Valores definitivos de almacenamiento de 48 V, 4560 Ah.

³ Datos obtenidos de la web: <https://solemesl.com/>

6.3. INVERSOR.

El funcionamiento de una instalación aislada está relacionado en función de sus componentes y las marcas seleccionadas. Hay dos tipos de funcionamiento⁴:

- DC-Coupling: Las instalaciones aisladas con este sistema clásico constan de un generador fotovoltaico encargado de generar la energía eléctrica que será directamente almacenada en las baterías a través de un regulador. Cuando hay demanda de consumo el inversor extrae la energía de las baterías. La corriente eléctrica en este tipo de instalaciones siempre pasa por las baterías.

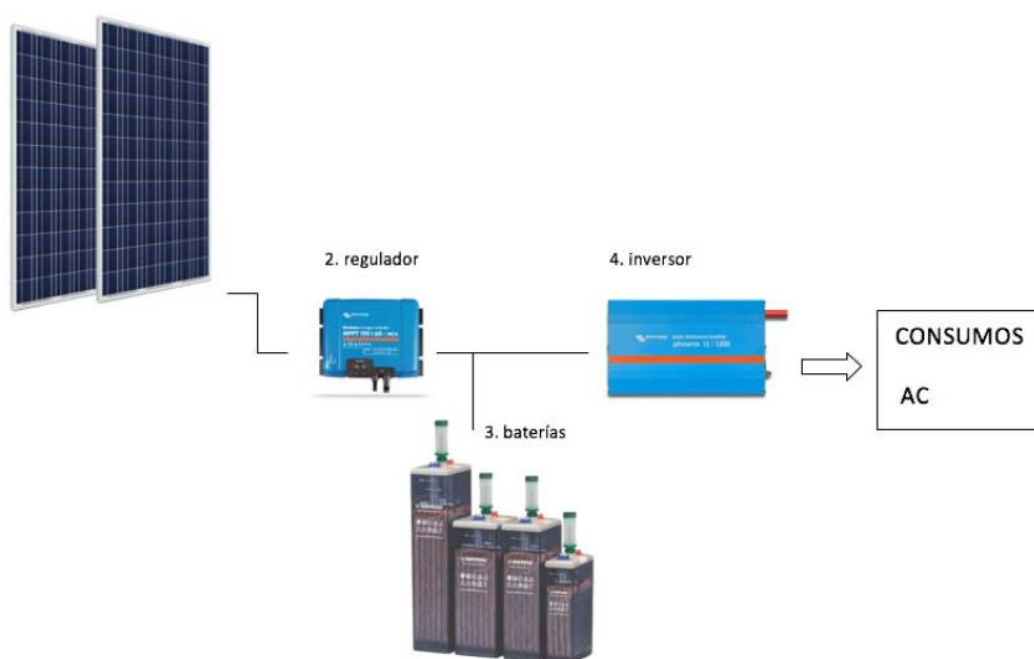


Ilustración 5. DC Coupling

- AC-Coupling: El funcionamiento consiste en un generador fotovoltaico produciendo la energía eléctrica y directamente a su salida un inversor transformando esta corriente continua en alterna, satisfaciendo directamente el consumo o cargando baterías con el inversor cargador. Con este sistema frente al anterior se consigue un mayor rendimiento de la instalación (mayor eficiencia energética) debido a la transformación inmediata de la corriente. La vida útil de las baterías aumenta debido a un menor desgaste al no pasar tanta corriente por la batería satisfaciendo directamente el consumo.

⁴ Imágenes y detalles obtenidos de la web: <https://tecnosolab.com/noticias/tipos-de-instalaciones-fotovoltaicas-aisladas/>

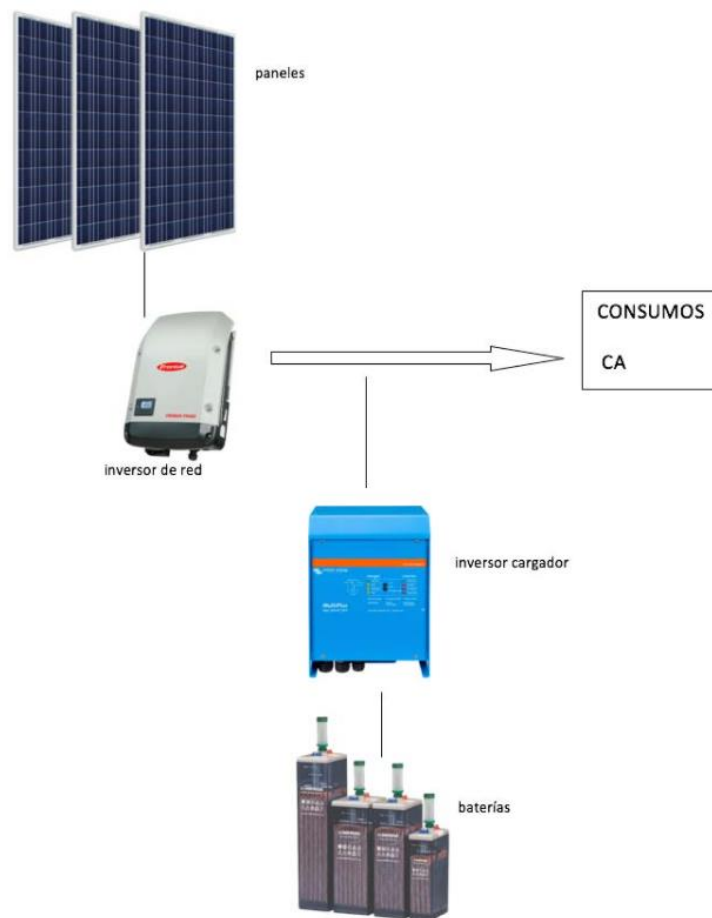


Ilustración 6. AC Coupling

La instalación aislada porcina AC-Coupling constará de tres inversores cargadores (uno por fase) con función de regulador y un inversor SMA.

Por lo tanto, el funcionamiento de la instalación a lugar consiste en un inversor que convierte a corriente alterna trifásica toda la corriente continua fotovoltaica, esta corriente alterna satisface directamente el consumo si lo hay y el resto de generación sobrante la transforma el inversor cargador para cargar las baterías. Este inversor cargador será el encargado de extraer la potencia de las baterías para transformarla y satisfacer el consumo de la explotación.

En cuanto a la elección del inversor, se tendrá en cuenta la mayor potencia instantánea que tendría la instalación en todo el año, siendo el periodo con mayor demanda en verano.

En verano debemos tener en cuenta que el mayor consumo se da de día cuando están activos los motores de alimentación y los Cooling. Las luminarias las tendremos en cuenta por si fuera necesario en algún momento excepcional, salvo el foco exterior.

Las ventanas y chimeneas tampoco se tienen en cuenta ya que en verano cuando es de día no se activan por las altas temperaturas. De los ocho motores de alimentación solo cuatro

pueden funcionar de forma simultánea. Los medidores de la misma manera, solo funciona uno de los dos.

La máxima demanda posible tendría lugar con los siguientes elementos:

POTENCIA MÁXIMA INVERSOR	UDS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
MEDICADOR	1	150,00	150,00
COOLING	16	500,00	8000,00
LUMINARIAS NAVES	26	60,00	1560,00
MOTORES ALIMENTACIÓN	4	750,00	3000,00
LUMINARIAS PASILLO	4	60,00	240,00
BOMBA	1	2250,00	2250,00
LAVADORA	1	1500,00	1500,00
LUCES EMERGENCIA	12	4,00	48,00
NEVERA	1	200,00	200,00
POTENCIA MÁXIMA (W)			16948,00

Tabla 6. Potencia instantánea máxima verano

En invierno el mayor consumo también tendrá lugar de día cuando están activos los motores de alimentación y calefacción, no estarán activas ni ventanas ni chimeneas por las bajas temperaturas, pero las luminarias sí que pueden estar encendidas debido a que puede ser de noche cuando estén comiendo (salvo las exteriores que solo se encienden en momento de carga y descarga, pero cuando esto ocurre no está ni la calefacción, ni medidor ni alimentación). Tendremos también en cuenta que solo pueden funcionar cuatro motores de alimentación de los ocho y un medidor de los dos de forma simultánea. La máxima demanda posible tendría lugar con los siguientes elementos:

POTENCIA MÁXIMA INVERSOR	UDS	POTENCIA (W)	POTENCIA TOTAL (W)
MEDICADOR	1	150	150
CALDERA	2	200	400
LUMINARIAS NAVES	28	60	1680
MOTORES ALIMENTACIÓN	4	750	3000
BOMBA	1	2250	2250
LAVADORA	1	1500	1500
LUCES EMERGENCIA	5	4	60
NEVERA	1	200	200
LUMINARIAS PASILLO	4	60	240
POTENCIA MÁXIMA (W)			9480

Tabla 7. Potencia instantánea máxima invierno

El mayor consumo instantáneo tiene lugar en verano con una potencia de 16,948kW, pero al ser una instalación aislada con baterías, este valor no limita el inversor

a esa potencia ya que en el generador fotovoltaico con 44 paneles generan una potencia nominal de 19,8 kW, lo cual es más restrictivo ya que el exceso de producción fotovoltaica que no satisface el consumo, carga baterías, de otro modo perderíamos potencia en periodos de máxima producción y la estimación para satisfacer los consumos no sería correcta.

El inversor escogido es el Sunny Tripower 25000TL⁵, un equipo con un gran rendimiento de 98,4%. En nuestra instalación, su función es transformar la corriente continua eléctrica generada por los paneles solares en corriente alterna para ser utilizada tanto para el consumo como para que el inversor cargador cargue las baterías en caso de no tener consumo.

El equipo cuenta con protección de tipo I e incluye protección contra sobretensiones tanto para el lado de corriente alterna como para el de continua, siendo de tipo III para alterna y de tipo II para continua.



Ilustración 7. Inversor SMA 25000TL

⁵ Datos obtenidos del sitio web: <https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico.html>

Datos técnicos	Valor
Potencia máxima CC	25550 W
Tensión máxima de entrada CC	1000 V
Rango de tensión de entrada CC	320 V a 800 V
Intensidad máxima de entrada CC	33 A
Valor mínimo de funcionamiento CC	150 V
Potencia de salida AC	25000 W
Tensión nominal AC	230/400V
Intensidad máxima de salida AC	36,2 A
Factor de potencia	1

Tabla 8. Datos del Inversor

6.4. CONEXIÓN DE PANELES

La conexión de los paneles fotovoltaicos debe cumplir con los requisitos del inversor SMA Sunny Tripower 25000TL, a continuación, se analizará el conexionado. El estudio de las sombras es importante porque si una sombra afecta a un panel, esa serie reduce su producción y el resto de paneles de la misma produce lo mismo que el módulo sombreado, pero en esta instalación, en un terreno llano sin obstáculos y colocadas en la posición más al sur, no hay ninguna sombra en todo el año.

La ficha técnica del inversor nos muestra que la tensión máxima de cada MPPT debe estar entre 320-800V, este rango acota las posibles conexiones.

El otro valor que debemos cumplir es la intensidad máxima de cada entrada, en nuestro caso es de 33 A.

Cada panel tiene una tensión a máxima potencia de 40,5 V y una intensidad de 11,65 A. El inversor permite 33A por entrada, por lo cual podremos usar dos series en cada entrada sin superar los 33A.

Las 44 placas las dividimos en cuatro series de 11 paneles, sin superar los 33A, obteniendo una intensidad de 23,2A (dos series en cada entrada). La tensión pico es 540,1 V, dentro del rango especificado anteriormente.

6.3. REGULADOR DE CARGA.

El regulador de carga tiene como función el control de carga y descarga de las baterías, en nuestro caso a partir de la energía eléctrica en corriente alterna generada por el Sunny Tripower 25000TL, el inversor cargador con función de regulador transforma la corriente alterna en continua para cargar baterías mientras que en el proceso de descarga transforma la corriente continua de las baterías en alterna para satisfacer el consumo.

La potencia nominal debe ser capaz de extraer de la batería la potencia máxima instantánea de la explotación calculada anteriormente, es decir, 16,948 kW, pero también debe de poder cargar baterías cuando los módulos produzcan el máximo y el consumo sea escaso, por lo cual la instalación contará con tres Sunny Island 8H capaz de proporcionar los 16,948 kW al consumo de carga máxima y almacenar 18kW en las baterías cuando el consumo sea mínimo.

Los reguladores escogidos son los inversores cargadores Sunny Island 8H⁶ con una potencia nominal de 6 kW, un total de tres unidades, uno por fase.

Este equipo es muy completo ya que incluye función de regulador y permite su conexión en paralelo (uno por fase) a otros equipos Sunny Island. Estos equipos cuando se conectan en paralelo, uno de ellos pasa a ser el maestro y los otros los esclavos, comunicados entre ellos y controlando el consumo y carga de baterías. Incluso si uno de ellos se avería, bien sea el maestro o uno de los esclavos, el resto con un relé multifunción desactivan el funcionamiento de los Sunny Island y actuaría exclusivamente el generador.

⁶ Datos obtenidos de la web: <https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico.html>



Tabla 9. Inversor cargador Sunny Island 8H

Datos técnicos	Valor
Tensión de red CA	230 V
Potencia AC	6000 W
Intensidad máxima AC	120 A
Intensidad máxima CC	33 A
Intensidad máxima CC	140 A
Tensión asignada CC	24 V

Tabla 10. Datos del inversor cargador

6.5. GRUPO ELECTRÓGENO.

En una instalación aislada de una granja porcina es necesario un grupo electrógeno para ocasiones extremas en las cuales los días de autonomía dimensionados no fueran suficientes, situaciones de reparación de elementos fotovoltaicos y para el uso de maquinaria eléctrica puntual con consumos muy elevados durante un largo periodo de tiempo, como pueden ser la máquina de lavado.

El grupo electrógeno escogido es el Grupo Electrónico Carod CTDM-30 L⁷ trifásico 30kVA, capaz de suministrar la máquina de lavado y de generar los 16,948 kW de potencia instantánea máxima de la instalación y adicionalmente cargar baterías.

⁷ Obtenido de el sitio web: <https://www.carod.es/html/wp-content/uploads/2019/06/web-CATALOGO-2019-GRUPOS-ELECTROGENOS-SP.pdf>



Tabla 11. Grupo CTDM-30 L

6.6.

SOPORTES.

La distribución de los paneles solares será coplanar evitando sombras entre los mismos y en tejado para evitar la suciedad por partículas de polvo y ahorrar en cableado reduciendo la distancia de los paneles a el cuarto fotovoltaico. La inclinación del tejado es de 17°. Su despiece se ha realizado con el software "K2 Systems"⁸ para un tejado de teja y con las condiciones estructurales y climáticas requeridas, detalladas en el anexo "Soportes" para un total de 44 módulos.

⁸ Cálculo del despiece en el sitio web: <https://k2-systems.com/es/inicio>

ARTÍCULO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	MASA	PRECIO	PRECIO TOTAL
	100	SolidHook Vario 2	85,0 kg	6,36 €	636,00 €
	200	Heco Topix wood screw 8x100	4,8 kg	0,47 €	94,80 €
	100	T-Bolt 28/15 M10x30	2,9 kg	0,36 €	36,20 €
	100	Hexagon flange nut M10	1,1 kg	0,14 €	14,40 €
	82	OneMid Set 30-42	6,5 kg	1,80 €	147,60 €
	12	OneEnd Set 30-42	1,0 kg	1,80 €	21,60 €
	12	SolidRail Light End Cap	0,1 kg	0,41 €	4,92 €
	44	K2 Solar Cable Manager	0,1 kg	0,26 €	11,57 €
	44	SolidRail Light; 2.25 m	84,0 kg	13,26 €	583,44 €
	38	SolidRail UltraLight+Light RailConnector Set	8,6 kg	3,21 €	121,98 €
PESO TOTAL			194,1 kg	PRECIO	1.672,51 €

Tabla 12. Despiece soportes

6.7. CONDUCTORES PARTE FOTOVOLTAICA.

Los conductores utilizados son los cables solares RV-k , en el cálculo de secciones las caídas de tensión en corriente continua de las series son las siguientes:

TRAMOS	Isc (A)	L (m)	Potencia (W)	Vmp (V)	Nº Placas serie	Tensión serie (V)	S (mm ²)	S (mm ²)	Caída tensión real	Caída %
SERIE 1	11,60	75	5850,00	41,10	13,00	534,30	5,49	6,00	6,47	1,21
SERIE 2	11,60	55	5850,00	41,10	13,00	534,30	4,03	6,00	4,75	0,89
SERIE 3	11,60	55	5850,00	41,10	13,00	534,30	4,03	6,00	4,75	0,89
SERIE 4	11,60	75	5850,00	41,10	13,00	534,30	5,49	6,00	6,47	1,21

Tabla 13 .Cálculos eléctricos de las series fotovoltaicas (CC).

	I máxima(A)	L (m)	S (mm ²)	Caída tensión real	Caída %
SUNNY ISLAND A BATERIA	140,00	4,00	70,00	0,36	0,01

Tabla 14 .Cálculos eléctricos del tramo del Sunny Island 9H a baterías (CC).

Las caídas en el cableado de corriente alterna:

	I máxima (A)	L (m)	S (mm ²)	Caída tensión real	Caída %
Sunny Tripower 25000TL	36,20	5	10,00	0,40	0,10
Grupo CTK-28L	55,00	15	10,00	1,84	0,46
Sunny Islanda 8.0 H	50,00	5	10,00	0,56	0,14

Tabla 15. Cálculos eléctricos de la parte fotovoltaica de la instalación (CC).

7. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

7.1. TENSIÓN

La alimentación es trifásica con neutro, la tensión es de 400V entre fases y de 230 entre fase y neutro. La frecuencia es 50 Hz.

7.2. SUMINISTRO DE ENERGÍA

La alimentación de la explotación se suministra mediante una instalación fotovoltaica aislada con almacenamiento de baterías y un grupo electrógeno para

ocasiones dónde la fotovoltaica no pudiera satisfacer el consumo, ya sea por reparación o condiciones climáticas adversas durante varios días.

El dimensionado de la instalación está hecho para una autonomía de dos días, cuando se dé una situación excepcional en la cual el consumo no pueda ser suministrado por los paneles o baterías, se activará el grupo electrógeno para solventarla.

La solución instalada consiste en paneles solares en tejado, coplanares para generar la energía fotovoltaica en corriente continua. Esta corriente entra directamente en nuestro inversor de 25 kW y una vez transformada la corriente continua monofásica a alterna trifásica por el inversor, se puede satisfacer el consumo o cargar baterías (a través del inversor cargador) si hay producción solar superior al consumo. Los inversores cargadores transforman la corriente alterna trifásica a corriente continua para la carga de baterías (cuando descargan las baterías hacen el proceso inverso). Cuando la producción fotovoltaica sea menor que el consumo de la explotación, la potencia que no llega a proporcionar el generador fotovoltaico será entregada por la batería o en su defecto si están descargadas por el grupo electrógeno.

7.3. GENERALIDADES DE LA INSTALACIÓN

La instalación eléctrica se realizará de acuerdo con el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias ITC-BT.

De acuerdo con el reglamento eléctrico de Baja Tensión se han calculado las secciones de los conductores atendiendo a las caídas de tensión o intensidades máximas admisibles.

Se ha planteado una instalación con criterios de funcionalidad y racionalidad pensando en un buen uso de la explotación, así como de su posterior mantenimiento.

Se ha proyectado una instalación que partirá de un cuadro general de la parte fotovoltaica, con servicio de suministro a través de esta energía solar o grupo electrógeno, atendiendo a las necesidades de este tipo de granjas según la reglamentación vigente. Aguas abajo de este cuadro, parte una línea de alimentación a el cuadro general de distribución de la instalación del cual se alimentan dos cuadros secundarios de las naves.

8. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

8.1 CONDUCTORES

Los conductores y cables que se empleen en las instalaciones serán de cobre o aluminio y serán siempre aislados. La tensión asignada no será inferior a 450/750 V. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre

el origen de la instalación generadora y cualquier punto de utilización sea menor del 4,5 % para alumbrado y del 6,5 % para los demás usos como indica la ITC-BT-19.

Todas tablas y documentación de este apartado han sido obtenidos de la ITC-BT-19 o cumplen sus parámetros.

El valor de caída de tensión desde los paneles solares hasta el inversor debe ser menor del 1,5%.

El cableado utilizado en esta instalación se divide en dos tipos, para la parte del conexionado de los módulos hasta el inversor el cable utilizado es el cable de cobre solar RV-K 0,6/1kV unipolar mientras que en el resto de la instalación el cable escogido es el H07V-K no propagador del incendio al ser una instalación con peligro de explosión.

En la instalación, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, salvo justificación por cálculo, la sección del conductor neutro será como mínimo igual a la de las fases. No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

Las intensidades máximas admisibles, se regirán en su totalidad por lo indicado en la Norma UNE 20.460-5-523 y su anexo Nacional.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
$S_f \leq 16$	S_f
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_f/2$

8.2 IDENTIFICACION DE 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 presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

8.3 RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal instalación Tensión ensayo CC (V) Resistencia de aislamiento (MW)

MBTS o MBTP	250	$\geq 0,25$
≤ 500 V	500	$\geq 0,50$
> 500 V	1000	$\geq 1,00$

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

8.4 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.

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.

8.5 SUBDIVISIÓN DE LAS INSTALACIONES

Tal y como dice la ITC-BT 19, las instalaciones se subdividirán de forma que las perturbaciones originadas por averías que puedan producirse en un punto de ellas afecten solamente a ciertas partes de la instalación, por ejemplo, a un sector de la explotación, para lo cual los dispositivos de protección de cada circuito estarán adecuadamente coordinados y serán selectivos con los dispositivos generales de protección que les precedan.

Toda instalación se dividirá en varios circuitos, según las necesidades, a fin de:

- Evitar las interrupciones innecesarias de todo el circuito y limitar las consecuencias de un fallo.
- Facilitar las verificaciones, ensayos y mantenimientos.
- Evitar los riesgos que podrían resultar del fallo de un solo circuito que pudiera dividirse, como por

ejemplo si solo hay un circuito de alumbrado.

8.6 EQUILIBRADO DE CARGAS

Para que se mantenga el mayor equilibrio posible en la carga de los conductores que

forman parte de una instalación, se procurará que aquella quede repartida entre sus fases o conductores polares. En los planos unifilares del presente proyecto se puede observar cómo se han repartido las fases para facilitar el equilibrado de cargas.

9. SISTEMAS DE INSTALACION

9.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

Varios circuitos pueden encontrarse en el mismo tubo o en el mismo compartimento de canal si todos los conductores están aislados para la tensión asignada más elevada.

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, purín, gas, etc., a menos que se tomen las disposiciones necesarias para proteger las canalizaciones eléctricas contra los efectos de estas condensaciones.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envoltentes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

9.2. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.
- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se

consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.

- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.

- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.

- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.

- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.

- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.

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

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

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

dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.

- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

9.3. 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).

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

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.
- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.

- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los

cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.

- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.

- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

9.4. 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.

8.5. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS

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

8.6. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE HUECOS DE LA CONSTRUCCIÓN

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles.

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.

9.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina; asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

9.8. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 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.

9.9. 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.

10. CUADROS.

La explotación cuenta con cuatro cuadros de protección:

- Cuadro de protección y distribución de la parte generadora de la instalación (protecciones de las líneas de la generación fotovoltaica, grupo electrógeno, inversores y baterías).
- Cuadro general de distribución, en el cual se alimentan partes generales de la instalación eléctrica como alumbrado, oficina, pasillo y bomba de agua, además de alimentar dos cuadros secundarios de dos zonas diferenciadas por ubicación.
- Cuadro secundario de las naves uno y tres, este cuadro protege las dos naves al sur de la explotación.
- Cuadro secundario de las naves dos y cuatro, este cuadro protege las dos naves al norte de la explotación.

Todos los cuadros irán dentro de un armario de construcción metálica, en montaje superficial y protegido de manera adecuada contra el polvo y las humedades. Las envolventes de los cuadros se ajustarán a las Normas UNE 20.451 y UNE-EN 60.439-3, con un grado de protección IP55 en el caso del CGBT y IP43 en el resto de los cuadros según norma UNE 20.340 y IK08 en todos ellos según UNE-EN 50.102.

Los dispositivos de mando y protección se pueden observar en los planos unifilares de la explotación. Los cálculos de los cuadros de la parte eléctrica se encuentran en el anexo cálculos eléctricos.

A continuación, se muestran las líneas de la instalación eléctrica (a partir del cuadro general de distribución).

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Denominación	P.Cálculo	Dist.Cálc	Sección	I.Cálculo	I.Admi..	C.T.Parc.	C.T.Total	Dimensiones(mm)
	(W)	(m)	(mm ²)	(A)	(A)	(%)	(%)	Tubo,Canal,Band.
Línea Alumbrado 2	1940	0.3	2x2.5Cu	8.43	23	0.02	0.02	
Al. Exterior 1	600	103	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	21	1.82	1.83	20
Al. Exterior 2	600	103	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	21	1.82	1.83	20
Al.Pasillo-Oficina	720	115	2x2.5+TTx2.5Cu	3.13	21	2.44	2.45	20
Emergencias	20	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0.05	0.07	16
Línea Oficina	2475	0.3	2x6Cu	10.76	40	0.01	0.01	
Lavadora	1875	100	2x6+TTx6Cu	9.59	77.17	2.17	2.18	
Nevera	750	100	2x6+TTx6Cu	3.84	77.17	0.87	0.88	
Línea Tomas	7200	0.3	2x6Cu	31.3	40	0.03	0.03	
Tomas Pasillo	3600	30	2x2.5+TTx2.5Cu	15.65	21	3.36	3.39	20
Tomas Oficina	3600	108	2x6+TTx6Cu	15.65	77.17	4.53	4.56	
Línea Bomba Agua	2812.5	0.3	4x6Cu	4.06	63	0	0	
Bomba Agua	2812.5	200	4x6+TTx6Cu	4.78	63	1.08	1.08	
Línea Calderas	450	0.3	2x2.5Cu	1.96	23	0	0	
Caldera 1	250	18	2x2.5+TTx2.5Cu	1.28	21	0.13	0.14	20
Caldera 2	250	19	2x2.5+TTx2.5Cu	1.28	21	0.14	0.14	20
Línea cuadro N 1,3	18217.5	10	4x6+TTx6Cu	26.3	32	0.4	0.4	25
Línea cuadro N 2,4	18217.5	10	4x6+TTx6Cu	26.3	32	0.4	0.4	25

Tabla 14. Cálculos eléctricos CGD

CUADRO SECUNDARIO DE LAS NAVES 1 Y 3.

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Cooling Nave 1.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 1	625	70	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.21	0.61	20
Cooling 2	625	55	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.17	0.56	20
Cooling Nave 1.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 3	625	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.12	0.52	20
Cooling 4	625	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.08	0.47	20
Cooling Nave 3.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 5	625	67	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.2	0.6	20
Cooling 6	625	52	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.16	0.55	20
Cooling nave 3.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 7	625	37	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.11	0.51	20
Cooling 8	625	22	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.07	0.46	20
Mot. Aliment. N 1	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 1	937.5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.42	0.83	20
Mot.Alimentación 2	937.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.33	0.74	20
Mot.Alimet. N3	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 3	937.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.28	0.69	20
Mot.Alimentación 4	937.5	6	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.17	0.58	20
Línea chimeneas 1	832.5	0.3	2x2.5Cu	3.62	23	0.01	0.4	
Mot. Chimenea 1	462.5	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.19	0.59	20
Mot. Chimenea 2	462.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.14	0.54	20
Línea medicador	187.5	0.3	2x2.5Cu	0.82	23	0	0.4	
Mediicador 1	187.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.96	21	0.06	0.45	20
Alumbrado N 1,3	1580	0.3	2x1.5Cu	6.87	16.5	0.02	0.42	
Alumbrado 1	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	16.5	3.64	4.06	
Emergencias 2	20	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0.09	0.51	16
Alumbrado 3	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	15	3.65	4.06	16
Tomas Naves 1,3	7360	0.3	2x6Cu	32	40	0.03	0.42	
Tomas Nave 1	3680	70	2x4+TTx4Cu	16	27	4.91	5.33	20
Tomas nave 3	3680	70	2x4+TTx4Cu	16	27	4.91	5.33	20
Línea ventanas 1	1350	0.3	2x2.5Cu	5.87	23	0.01	0.41	
Mot ventana 1	750	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.4	0.81	20
Mot. Ventana 2	750	9	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.2	0.61	20

Tabla 17. Cálculos eléctricos CS1

CUADRO SECUNDARIO DE LAS NAVES 2 Y 4

Denominación	P.Cálculo	Dist.Cálc	Sección	I.Cálculo	I.Admi..	C.T.Parc.	C.T.Total	Dimensiones(mm)
	(W)	(m)	(mm ²)	(A)	(A)	(%)	(%)	Tubo,Canal,Band.
Cooling Nave 2.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 9	625	70	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.21	0.61	20
Cooling 10	625	55	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.17	0.56	20
Cooling nave 2.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 11	625	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.12	0.52	20
Cooling 12	625	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.08	0.47	20
Cooling Nave 4.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 13	625	67	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.2	0.6	20
Cooling 14	625	52	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.16	0.55	20
Cooling Nave 4.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 15	625	37	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.11	0.51	20
Cooling 16	625	22	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.07	0.46	20
Mot. Aliment . N2	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 5	937.5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.42	0.83	20
Mot.Alimentación 6	937.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	4.08	21	0.33	0.74	20
Mot. Aliment . N4	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 7	937.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.28	0.69	20
Mot.Alimentación 8	937.5	6	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.17	0.58	20
Línea chimeneas 2	832.5	0.3	2x2.5Cu	3.62	23	0.01	0.4	
Mot. Chimenea 3	462.5	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.19	0.59	20
Mot. Chimenea 4	462.5	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.19	0.59	20
Línea Ventanas 2	1350	0.3	2x2.5Cu	5.87	23	0.01	0.41	
Mot. Ventana 3	750	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.4	0.81	20
Mot. Ventana 4	750	9	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.2	0.61	20
Alumbrado N 2,4	1580	0.3	2x2.5Cu	6.87	23	0.01	0.41	
Alumbrado 2	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	15	3.65	4.06	16
Alumbrado nave 4	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	15	3.65	4.06	16
Emergencias 3	20	100	2x2.5+TTx2.5Cu	0.09	21	0.06	0.47	20
Línea tomas 2,4	7360	0.3	2x6Cu	32	40	0.03	0.42	
Tomas nave 2	3680	75	2x6+TTx6Cu	16	36	3.45	3.87	25
Tomas nave 4	3680	75	2x6+TTx6Cu	16	36	3.45	3.87	25
Línea Medicador 2	187.5	0.3	2x2.5Cu	0.82	23	0	0.4	
Medicador 2	187.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.96	21	0.06	0.45	20

Tabla 18. Cuadros eléctricos CS2

11. PROTECCION CONTRA SOBREINTENSIDADES.

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobrintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobrintensidades previsibles.

Las sobrintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

a) Protección contra sobrecargas. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado. El dispositivo de protección podrá estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

b) Protección contra cortocircuitos. En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su conexión. Se admite, no obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

La norma UNE 20.460 -4-43 recoge todos los aspectos requeridos para los dispositivos de protección. La norma UNE 20.460 -4-473 define la aplicación de las medidas de protección expuestas en la norma UNE 20.460 -4-43 según sea por causa de sobrecargas o cortocircuito, señalando en cada caso su emplazamiento u omisión.

Las siguientes tablas nos recogen los valores de cortocircuito de los cuadros de la instalación eléctrica.

CUADRO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN

Denominación	Longitud	Sección	I_{pccI}	P de C	I_{pccF}	t_{mcc}	Curvas válidas
	(m)	(mm ²)	(kA)	(kA)	(A)	(sg)	
Línea Alumbrado 1	0.3	2x2.5Cu	12		5006.29		
Al. Exterior 1	103	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	82.08	12.27	10;B
Al. Exterior 2	103	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	82.08	12.27	10;B
Al.Pasillo-Oficina	115	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	73.63	15.24	10;B
Emergencias	50	2x1.5+TTx1.5Cu	10.05	15	101.08	2.91	10;B,C
Línea Oficina	0.3	2x6Cu	12		5532.93	0.02	
Lavadora	100	2x6+TTx6Cu	11.11	15	199.19	12	16;B,C
Nevera	100	2x6+TTx6Cu	11.11	15	199.19	12	16;B,C
Línea Tomas	0.3	2x6Cu	12		5532.93	0.02	
Tomas Pasillo	30	2x2.5+TTx2.5Cu	11.11	15	273.1	1.11	16;B,C
Tomas Oficina	108	2x6+TTx6Cu	11.11	15	184.9	13.93	16;B,C
Línea Bomba Agua	0.3	4x6Cu	12		5532.93	0.02	
Bomba Agua	200	4x6+TTx6Cu	11.11	15	101.29	46.4	16;B
Línea Calderas	0.3	2x2.5Cu	12		5006.29		
Caldera 1	18	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	437.64	0.43	16;B,C,D
Caldera 2	19	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	416.43	0.48	16;B,C,D
Línea cuadro N 1,3	10	4x6+TTx6Cu	12	15	1558.52	0.2	30;B,C,D
Línea cuadro N 2,4	10	4x6+TTx6Cu	12	15	1558.52	0.2	30;B,C,D

Tabla 1915. Cálculos Cortocircuito CGD

CUADRO SECUNDARIO DE LAS NAVES 1 Y 3

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas válidas
Cooling Nave 1.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 1	70	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	113.31	6.44	16;B
Cooling 2	55	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	141.27	4.14	16;B
Cooling Nave 1.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 3	40	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	187.56	2.35	16;B,C
Cooling 4	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	278.94	1.06	16;B,C
Cooling Nave 3.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 5	67	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	117.98	5.94	16;B
Cooling 6	52	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	148.61	3.74	16;B
Cooling nave 3.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 7	37	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	200.71	2.05	16;B,C
Cooling 8	22	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	309.05	0.87	16;B,C
Mot. Aliment. N 1	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot.Alimentación 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	413.09	0.48	16;B,C,D
Mot.Alimentación 2	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	482.73	0.35	16;B,C,D
Mot.Alimet. N3	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot.Alimentación 3	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Mot.Alimentación 4	6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	728.13	0.16	16;B,C,D
Línea chimeneas 1	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot. Chimenea 1	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	433.96	0.44	16;B,C,D
Mot. Chimenea 2	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Línea medicador	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mediicador 1	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Alumbrado N 1,3	0.3	2x1.5Cu	3.13		1429.47	0.01	
Alumbrado 1	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.87	4.5	52.26	10.9	10;B
Emergencias 2	90	2x1.5+TTx1.5Cu	2.87	4.5	55.05	9.82	10;B
Alumbrado 3	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.87	4.5	52.26	10.9	10;B
Tomas Naves 1,3	0.3	2x6Cu	3.13		1524.13	0.2	
Tomas Nave 1	70	2x4+TTx4Cu	3.06	4.5	173.97	6.99	16;B,C
Tomas nave 3	70	2x4+TTx4Cu	3.06	4.5	173.97	6.99	16;B,C
Línea ventanas 1	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot ventana 1	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	361.01	0.63	16;B,C,D
Mot. Ventana 2	9	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	580.58	0.25	16;B,C,D

Tabla 20. Cálculos cortocircuito CS1

CUADRO SECUNDARIO DE LAS NAVES 2 Y 4.

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccI} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mccic} (sg)	Curvas válidas
Cooling Nave 2.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 9	70	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	113.31	6.44	16;B
Cooling 10	55	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	141.27	4.14	16;B
Cooling nave 2.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 11	40	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	187.56	2.35	16;B,C
Cooling 12	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	278.94	1.06	16;B,C
Cooling Nave 4.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 13	67	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	117.98	5.94	16;B
Cooling 14	52	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	148.61	3.74	16;B
Cooling Nave 4.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 15	37	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	200.71	2.05	16;B,C
Cooling 16	22	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	309.05	0.87	16;B,C
Mot. Aliment . N2	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot.Alimentación 5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	413.09	0.48	16;B,C,D
Mot.Alimentación 6	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	482.73	0.35	16;B,C,D
Mot. Aliment . N4	0.3	2x2.5Cu	3.13	4.5	1478.45	0.04	16
Mot.Alimentación 7	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Mot.Alimentación 8	6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	728.13	0.16	16;B,C,D
Línea chimeneas 2	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot. Chimenea 3	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	433.96	0.44	16;B,C,D
Mot. Chimeneas 4	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	433.96	0.44	16;B,C,D
Línea Ventanas 2	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot. Ventana 3	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	361.01	0.63	16;B,C,D
Mot. Ventana 4	9	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	580.58	0.25	16;B,C,D
Alumbrado N 2,4	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Alumbrado 2	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.97	4.5	52.32	10.87	10;B
Alumbrado nave 4	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.97	4.5	52.32	10.87	10;B
Emergencias 3	100	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	81.17	12.54	10;B
Línea tomas 2,4	0.3	2x6Cu	3.13		1524.13	0.2	
Tomas nave 2	75	2x6+TTx6Cu	3.06	4.5	232.97	8.77	16;B,C
Tomas nave 4	75	2x6+TTx6Cu	3.06	4.5	232.97	8.77	16;B,C
Línea Medicador 2	0.3	2x2.5Cu	3.13	4.5	1478.45	0.04	16
Medicador 2	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D

Tabla 21. Cálculos cortocircuito CS2

12. PROTECCION CONTRA SOBRETENSIONES.

12.1. CATEGORÍAS DE LAS SOBRETENSIONES.

Las categorías indican los valores de tensión soportada a la onda de choque de sobretensión que deben de tener los equipos, determinando, a su vez, el valor límite máximo de tensión residual que deben permitir los diferentes dispositivos de protección de cada zona para evitar el posible daño de dichos equipos.

Se distinguen 4 categorías diferentes, indicando en cada caso el nivel de tensión soportada a impulsos, en kV, según la tensión nominal de la instalación.

A continuación se muestra una tabla obtenida de la ITC-BT-23 al igual que la información:

TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN		TENSIÓN SOPORTADA A IMPULSOS 1,2/50 (kV)			
SISTEMAS TRIFÁSICOS	SISTEMAS MONOFÁSICOS	CATEGORÍA IV	CATEGORÍA III	CATEGORÍA II	CATEGORÍA I
230/400	230	6	4	2,5	1,5
400/690	--	8	6	4	2,5
1000	--				

Ilustración 8. Categorías de sobretensiones

Categoría I

Se aplica a los equipos muy sensibles a las sobretensiones y que están destinados a ser conectados a la instalación eléctrica fija (ordenadores, equipos electrónicos muy sensibles, etc). En este caso, las medidas de protección se toman fuera de los equipos a proteger, ya sea en la instalación fija o entre la instalación fija y los equipos, con objeto de limitar las sobretensiones a un nivel específico.

Categoría II

Se aplica a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija (electrodomésticos, herramientas portátiles y otros equipos similares).

Categoría III

Se aplica a los equipos y materiales que forman parte de la instalación eléctrica fija y a otros equipos para los cuales se requiere un alto nivel de fiabilidad (armarios de distribución, embarrados, apartament: interruptores, seccionadores, tomas de corriente, etc, canalizaciones y sus accesorios: cables, caja de derivación, etc, motores con conexión eléctrica fija: ascensores, máquinas industriales, etc).

Categoría IV

Se aplica a los equipos y materiales que se conectan en el origen o muy próximos al origen de la instalación, aguas arriba del cuadro de distribución (contadores de energía, aparatos de telemida, equipos principales de protección contra sobreintensidades, etc).

12.2. MEDIDAS PARA EL CONTROL DE LAS SOBRETENSIONES.

Se pueden presentar dos situaciones diferentes:

- Situación natural: cuando no es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias, pues se prevé un bajo riesgo de sobretensiones en la instalación (debido a que está alimentada por una red subterránea en su totalidad). En este caso se considera suficiente la resistencia a las sobretensiones de los equipos indicada en la tabla de categorías, y no se requiere ninguna protección suplementaria contra las sobretensiones transitorias.
- Situación controlada: cuando es preciso la protección contra las sobretensiones transitorias en el origen de la instalación, pues la instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados.

También se considera situación controlada aquella situación natural en que es conveniente incluir dispositivos de protección para una mayor seguridad (continuidad de servicio, valor económico de los equipos, pérdidas irreparables, etc.).

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

Los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

12.3. SELECCIÓN DE LOS MATERIALES EN LA INSTALACIÓN.

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

Los equipos y materiales que tengan una tensión soportada a impulsos inferior a la indicada en la tabla, se pueden utilizar, no obstante:

- en situación natural, cuando el riesgo sea aceptable.
- en situación controlada, si la protección contra las sobretensiones es adecuada.

12.4. DIMENSIONAMIENTO DEL PARARRAYOS.

El cálculo del nivel de protección del pararrayos es esencial para conocer si es necesario o no, para ello se utilizan los siguientes parámetros según la norma UNE 21186:

- N_g : nivel isocerámico= 4 según la zona dónde se ubica la instalación.
- C_1 = 1, Aislado.
- C_2 = 1, Cubierta metálica, hormigón.
- C_3 = 3, edificio con contenido inflamable.
- C_4 = 1, resto de edificios a los de pública concurrencia, sanitario, comercial, docente y no ocupados normalmente.
- C_5 = 1, resto de edificios a los cuales su deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos...) o que pueda ocasionar daño medioambiental grave.
- A_e = 15750 m², superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- $N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} = 0,063$

Aplicando la fórmula:

$$N_a = 1 - 5,5 \times 10^{-3} \times C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5$$

$$N_a = 0,0055$$

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e} = 0,913$$

Al obtener el valor 0,825 y ser mayor de 0,8 y menor de 0,95, según la normativa comentada anteriormente, el pararrayos debe ser de un nivel de protección 3.

13. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS E INDIRECTOS.

13.1. PROTECCION CONTRA CONTACTOS DIRECTOS.

Protección por aislamiento de las partes activas.

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

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

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

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

13.2. PROTECCION CONTRA CONTACTOS INDIRECTOS.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

14. PUESTAS A TIERRA

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

La instalación de puesta a tierra de esta instalación consta de 5 picas verticales de cobre de 2m de alto y 14mm de diámetro.

14.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;

- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la tabla siguiente. La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección. Obtenido de la ITC-BT-18

Tipo mecánicamente	Protegido mecánicamente	No protegido
Protegido contra la corrosión	Igual a conductores protección apdo. 7.7.1	16 mm ² Cu 16 mm ² Acero
Galvanizado		
No protegido contra la corrosión	25 mm ² Cu 50 mm ² Hierro	25 mm ² Cu 50
mm ² Hierro		

* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente (ITC-BT-18):

Sección conductores fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)

$$S_f \leq 16$$

$$S_f$$

$$16 < S_f \leq 35$$

$$16$$

$$S_f > 35$$

$$S_f/2$$

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

- 2,5 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

14.2. CONDUCTORES DE EQUIPOTENCIALIDAD

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm². Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm² si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

14.3. RESISTENCIA DE LAS TOMAS DE TIERRA.

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

- 24 V en local o emplazamiento conductor
- 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.

La resistencia de puesta a tierra de esta instalación es de 10Ω .

14.4. TOMAS DE TIERRA INDEPENDIENTES.

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra, cuando una de las tomas de tierra, no alcance, respecto a un punto de potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando por la otra circula la máxima corriente de defecto a tierra prevista.

14.5. SEPARACION ENTRE LAS TOMAS DE TIERRA DE LAS MASAS DE LAS INSTALACIONES DE UTILIZACION Y DE LAS MASAS DE UN CENTRO DE TRANSFORMACION.

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación de utilización, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección

de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación, para evitar que durante la evacuación de un defecto a tierra en el centro de transformación, las masas de la instalación de utilización puedan quedar sometidas a tensiones de contacto peligrosas. Si no se hace el control de independencia indicando anteriormente (50 V), entre la puesta a tierra de las masas de las instalaciones de utilización respecto a la puesta a tierra de protección o masas del centro de transformación, se considerará que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplan todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No exista canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona en donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización es al menos igual a 15 metros para terrenos cuya resistividad no sea elevada ($<100 \text{ ohmios.m}$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, la distancia deberá ser calculada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si esta contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Sólo se podrán unir la puesta a tierra de la instalación de utilización (edificio) y la puesta a tierra de protección (masas) del centro de transformación, si el valor de la resistencia de puesta a tierra única es lo suficientemente baja para que se cumpla que en el caso de evacuar el máximo valor previsto de la corriente de defecto a tierra (I_d) en el centro de transformación, el valor de la tensión de defecto ($V_d = I_d \times R_t$) sea menor que la tensión de contacto máxima aplicada.

14.6. REVISION DE LAS TOMAS DE TIERRA.

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por el Director de la Obra o Instalador Autorizado en el momento de dar de alta la instalación para su puesta en marcha o en funcionamiento.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté mas seco. Para

ello, se medirá la resistencia de tierra, y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren.

En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, éstos y los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

15. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

Los receptores de alumbrado de esta explotación son:

- Luminarias de 60W: Cincuenta y dos luminarias para las naves, trece por nave cuya misión es iluminar las naves cuando sea preciso. No suelen utilizarse debido a que las labores el ganadero las suele realizar en momentos con luz solar. El resto se localizan en la oficina (dos), cuarto de calderas (una), pasillos (cuatro), cuarto de elementos fotovoltaicos (dos).
- Foco exterior de 300W: Cuatro focos exteriores cuya misión es la iluminación de carga y descarga de los porcinos en ocasiones sin iluminación solar o en ocasiones que el personal de la granja lo requiera.
- Luminarias de emergencia de 4W en las puertas de salida de las naves (10), en el cuarto de calderas (1) y en cuarto fotovoltaico (1) debido a ser un local con riesgo de explosión.

16. RECEPTORES A MOTOR

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5

De 1,50 kW a 5 kW: 3,0

De 5 kW a 15 kW: 2

Más de 15 kW: 1,5

Los motores eléctricos de la explotación a lugar son los siguientes:

- Motor de las ventanas: Cuatro motores, uno por nave. Tienen como función la subida y bajada de ventanas de las naves para la ventilación de las mismas. Los meses en los cuales tienen más demanda de potencia son los meses de primavera y otoño ya que en invierno y verano permanecen normalmente cerradas por la elevada temperatura en verano y las bajas temperaturas en invierno.
- Medicador: Dos medicadores, uno por cada dos naves, su función es el tratamiento del ganado cuando es necesario, su funcionamiento es muy intermitente.
- Motor chimenea: Cuatro motores, uno por nave, su función es similar a la del motor de las ventanas, pero con un uso más reducido.
- Tomas de los pasillos y oficina: tomas de corriente en la zona de pasillos, por si el ganadero necesita colocar algún dispositivo eléctrico o alguna máquina extra en un momento puntual.
- Sistema de refrigeración “Cooling”: 16 elementos repartidos en las naves para reducir la temperatura en verano, llegando a reducir la temperatura aproximadamente 5°C. Con esto se consigue un mayor movimiento de los porcinos en verano haciendo que ingieran más comida y generando crías con mayor masa. Las integradoras proporcionan más dinero al ganadero por cerdo si la explotación cuenta con este sistema, haciéndolo rentable.

- Motores de alimentación: Ocho motores, dos por nave cuya función es dotar a las naves de alimento desde los silos dónde se encuentra almacenada la comida.
- Calderas: Dos calderas de combustible fósil para aumentar la temperatura de las naves en los meses de invierno, mejorando la comodidad de los animales.
- Bomba: Su misión es dotar a las naves de agua desde el embalse.
- Nevera: Una en el cuarto de oficina para que el ganadero pueda guardar comida y bebida fresca.
- Lavadora: Situada en la oficina para limpieza de la ropa de trabajo sin necesidad de llevar el aroma de la granja a la vivienda.

17. AMORTIZACIÓN

Se va a comparar el coste de la inversión en fotovoltaica con el precio aproximado que costaría movilizar la red eléctrica hasta la explotación y el gasto anual estimado que pagaría el cliente a la compañía eléctrica.

17.1 COSTE FOTOVOLTAICA

Como se indica en el presupuesto, la inversión fotovoltaica consiste en:

- Materiales fotovoltaicos: 49.223,21 € (sin el grupo electrógeno porque también es obligatorio en explotaciones conectadas a red).
- Cuadro de distribución y protección fotovoltaico: 930,36 €.
- Cable de la parte fotovoltaica 2.281,06: €.

Haciendo un total de inversión de 63.445,90 € con I.V.A.

17.2 ESTIMACIÓN DE PAGO ANUAL

Aunque el precio de la energía eléctrica fluctúa constantemente, se realiza una estimación a raíz de la previsión de consumo y el precio actual.

Los datos del precio del kWh se han obtenido de la factura de luz de Endesa (potencia entre 15-30kW).

Potencia	Horario PUNTA	Horario LLANO	Horario VALLE
Término de potencia	41,95 €/kW al año	25,17 €/kW al año	16,78 €/kW al año
Término de energía	0,1927 €/kWh	0,1729 €/kWh	0,1292 €/kWh

Tabla 16. Precios de la tarifa Preferente de Endesa

El periodo punta corresponde de 18.00 a 22.00, el valle de 00.00 a 8.00 y el llano de 8.00 a 18.00 y de 22.00 a 00.00. En nuestro caso con potencia contratada de 15kW se estima que el consumo se produce un 80% en el llano y un 20% en el punta.

Con esta repartición a partir del término de potencia contratada y de energía obtenemos un precio anual para nuestro consumo anual (20.046,38kW):

$$Pago\ Anual = 0,8 \times Ca \times TELL + 0,2 \times Ca \times TEp + Pc \times (TPp + TPll + TPv)$$

- Ca: Consumo anual de la explotación.
- TELL: Término de energía en el horario llano.
- TEp: Término de energía en el horario punta.
- Pc: Potencia contratada.
- TPp: Término de potencia en el horario punta.
- TPll: Término de potencia en el horario llano.
- TPv: Término de potencia en el horario valle.

$$Pago\ Anual = 2772,82 + 772,59 + 15 \times (41,95 + 25,17 + 16,78)$$

$$Pago\ Anual = 4803,90 \text{ €}.$$

17.3 COSTE DE TRANSLADAR LA RED ELÉCTRICA A LA EXPLOTACIÓN

Esta estimación⁹ alberga el coste de suministrar la explotación con la red eléctrica española. Este cálculo es más complejo que los anteriores ya que requiere de una serie de cálculos de apoyos de las líneas, longitudes exactas de la distancia al punto de luz más cercano, consultar con la compañía suministradora... Por lo cual, se va a realizar un coste aproximado. En los precios está incluido el I.V.A.

- En primer lugar, el punto conexión más cercano se encuentra a aproximadamente 1 Km de distancia de la explotación, necesitaríamos mínimo 10 apoyos metálicos de celosía, los de los extremos 2000 daN y 1000daN los interiores: 10.039,46€.
- El cableado hasta la explotación es aluminio de 54,6mm², con una distancia mínima de 1Km. El precio de este cableado trifásico es de 7.899,00 €.
- El transformador intemperie es de 50kVA con aislamiento en baño de aceite, con suministro y montaje de aparamenta en media tensión se estima: 3690,50 €.
- Armario de baja tensión con acometida: 1936 €.

El total asciende a 23.564,96 €.

Tras este análisis aproximado, la solución fotovoltaica es más económica y además no tiene el nivel de complicaciones de la opción de red eléctrica española ya que para traer la red hasta la explotación también son necesarios permisos para colocar postes de luz en caminos, parcelas privadas...

Tras estos precios se estima que en nueve años ya estaría amortizada la instalación fotovoltaica, ya que el coste de trasladar la línea eléctrica hasta la explotación más nueve años de pago de factura, supera la inversión fotovoltaica (con unos equipos de una duración estimada de 20 años por sus fabricantes):

$$23.564,96 \text{ €} + 9 \times 4803,90\text{€} = 66.800,06 \text{ €}.$$

El valor tras los nueve años de la instalación conectada a red ya es mayor a 63.445,90€ de la parte fotovoltaica, por lo que sale más rentable.

⁹ Obtenidos del banco de precios de Arquimedes y del Cype.

18.RESUMEN DEL PRESUPUESTO

Proyecto: PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE UNA GRANJA DE CEBO DE 5000 PLAZAS

Capítulo	Importe
Capítulo 1 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS	56.968,21
Capítulo 2 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN	6.662,48
Capítulo 2.1 CUADRO DISTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA	930,36
Capítulo 2.2 CUADRO GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA	748,46
Capítulo 2.3 CUADRO DE PROTECCION DE LAS NAVES 1 Y 3	2.491,83
Capítulo 2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN DE LAS NAVES 2 Y 4	2.491,83
Capítulo 3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	14.314,88
Capítulo 3.1 LÍNEAS PARTE FOTOVOLTAICA	2.281,06
Capítulo 3.2 LÍNEAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA	12.033,82
Capítulo 4 RECEPTORES Y ALUMBRADO	3.944,42
Capítulo 5 VARIOS	1.505,25
Presupuesto de ejecución material	83.395,24
13% de gastos generales	10.841,38
6% de beneficio industrial	5.003,71
Suma	99.240,33
21% IVA	20.840,47
Presupuesto de ejecución por contrata	120.080,80

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO VEINTE MIL OCHENTA EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.

19. CONCLUSIÓN

La instalación fotovoltaica aislada y el resto de instalación eléctrica cumple con los requisitos del ganadero, legislación vigente y proporciona un precio muy competitivo. Permite la autosuficiencia energética dotando de electricidad a todos los dispositivos de la explotación y logra mejorar la calidad de crianza de los porcinos.

FIRMADO:

EN ZARAGOZA A 10 DE NOVIEMBRE DE 2021

RAÚL NAVARRO PÉREZ



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Anexo 1: Cálculos eléctricos

Autor

Raúl Navarro Pérez

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021



ÍNDICE

1. FÓRMULAS.	3
2. DEMANDA DE POTENCIAS.....	7
2.1 SUBCUADRO NAVES 1 Y 3	16
2.2 SUBCUADRO NAVES 2 Y 4	35
3. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA	61

1. FÓRMULAS.

CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos \phi \times R = \text{amp (A)}$$

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

Sistema Monofásico:

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

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

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

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

S = Sección del conductor en mm^2 .

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

R = Rendimiento. (Para líneas motor).

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en mW/m .

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/r$$

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

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

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

r = Resistividad del conductor a la temperatura T .

r_{20} = Resistividad del conductor a 20°C .

$$Cu = 0.018$$

$$Al = 0.029$$

a = Coeficiente de temperatura:

$$Cu = 0.00392$$

$$Al = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor ($^\circ\text{C}$).

T_0 = Temperatura ambiente ($^\circ\text{C}$):

Cables enterrados = 25°C

Cables al aire = 40°C

$T_{\max}$ = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

XLPE, EPR = 90°C

PVC = 70°C

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

$I_{\max}$ = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$I_b \leq I_n \leq I_z$

$I_2 \leq 1,45 I_z$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas compensación energía reactiva

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

$$\tan\phi = Q/P.$$

$$Q_c = P(\tan\phi_1 - \tan\phi_2).$$

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

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

Siendo:

P = Potencia activa instalación (kW).

Q = Potencia reactiva instalación (kVAr).

Q_c = Potencia reactiva a compensar (kVAr).

ϕ_1 = Angulo de desfase de la instalación sin compensar.

ϕ_2 = Angulo de desfase que se quiere conseguir.

U = Tensión compuesta (V).

w = $2 \times \pi \times f$; f = 50 Hz.

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

Fórmulas Cortocircuito

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

Siendo,

I_{pccI} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U : Tensión trifásica en V.

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

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

Siendo,

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

C_t : Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

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

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

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

Siendo,

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

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

$$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n \quad (\text{mohm})$$

$$X = X_u \cdot L / n \quad (\text{mohm})$$

R : Resistencia de la línea en mohm.

X : Reactancia de la línea en mohm.

L : Longitud de la línea en m.

C_R : Coeficiente de resistividad.

K : Conductividad del metal.

S : Sección de la línea en mm².

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n : nº de conductores por fase.

$$* t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{mcicc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .

C_c = Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S : Sección de la línea en mm².

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. \text{ fusible} / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{ficc}: tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF}: Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 \cdot U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

L_{max}: Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F: Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm²)

X_u: Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

C_t = 0,8: Es el coeficiente de tensión.

C_R = 1,5: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

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

CURVA B	IMAG = 5 I _n
CURVA C	IMAG = 10 I _n
CURVA D Y MA	IMAG = 20 I _n

Fórmulas Embarrados

Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n)$$

Siendo,

s_{max}: Tensión máxima en las pletinas (kg/cm²)

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

L: Separación entre apoyos (cm)

d: Separación entre pletinas (cm)

n: nº de pletinas por fase

W_y: Módulo resistente por pletina eje y-y (cm³)

s_{adm}: Tensión admisible material (kg/cm²)

Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}})$$

Siendo,

I_{pcc}: Intensidad permanente de c.c. (kA)

Icccs: Intensidad de c.c. soportada por el conductor durante el tiempo de duración del c.c. (kA)

S: Sección total de las pletinas (mm²)

tcc: Tiempo de duración del cortocircuito (s)

Kc: Constante del conductor: Cu = 164, Al = 107

2. DEMANDA DE POTENCIAS.

- Potencia total instalada:

Al. Exterior 1	600 W
Al. Exterior 2	600 W
Al.Pasillo-Oficina	720 W
Emergencias	20 W
Lavadora	1500 W
Nevera	600 W
Tomas Pasillo	3600 W
Tomas Oficina	3600 W
Bomba Agua	2250 W
Caldera 1	200 W
Caldera 2	200 W
Línea cuadro N 1,3	18030 W
Línea cuadro N 2,4	18030 W
TOTAL....	49950 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 5100

- Potencia Instalada Fuerza (W): 44850

- Potencia Máxima Admisible (W): 34640

Cálculo de la Línea: Línea Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1940 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1940 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 1940 / 230 \times 1 = 8.43 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 44.03

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1940 / 50.77 \times 230 \times 2.5 = 0.04 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.02\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Al. Exterior 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 103 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600 W.

$I = 600 / 230 \times 1 = 2.61 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.46

$e(\text{parcial}) = 2 \times 103 \times 600 / 51.43 \times 230 \times 2.5 = 4.18 \text{ V.} = 1.82 \%$

$e(\text{total}) = 1.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Al. Exterior 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 103 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
600 W.

$I = 600 / 230 \times 1 = 2.61 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.46

$e(\text{parcial}) = 2 \times 103 \times 600 / 51.43 \times 230 \times 2.5 = 4.18 \text{ V.} = 1.82 \%$

$e(\text{total}) = 1.83\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Al.Pasillo-Oficina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 115 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 720 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
720 W.

$I = 720 / 230 \times 1 = 3.13 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c = 1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.67

$e(\text{parcial}) = 2 \times 115 \times 720 / 51.39 \times 230 \times 2.5 = 5.6 \text{ V.} = 2.44 \%$

$e(\text{total}) = 2.45\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencias

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 50 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 20 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
20 W.

$I = 20 / 230 \times 1 = 0.09 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 15 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 50 \times 20 / 51.52 \times 230 \times 1.5 = 0.11 \text{ V.} = 0.05 \%$
 $e(\text{total}) = 0.07\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Línea Oficina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 2100 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 + 600 = 2475 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 2475 / 230 \times 1 = 10.76 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

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

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.17
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 2475 / 51.11 \times 230 \times 6 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total}) = 0.01\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Lavadora

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 100 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 1500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $1500 \times 1.25 = 1875 \text{ W.}$

$I = 1875 / 230 \times 0.85 \times 1 = 9.59 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K
I.ad. a 25°C (Fc=1) 77.17 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.7

e(parcial)= $2 \times 100 \times 1875 / 54.34 \times 230 \times 6 \times 1 = 5$ V.=2.17 %

e(total)=2.18% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Nevera

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 100 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $600 \times 1.25 = 750$ W.

$I = 750 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.84$ A.

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K
I.ad. a 25°C (Fc=1) 77.17 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.11

e(parcial)= $2 \times 100 \times 750 / 54.46 \times 230 \times 6 \times 1 = 2$ V.=0.87 %

e(total)=0.88% ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea Tomas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 7200 W.
- Potencia de cálculo:
 7200 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I = 7200 / 230 \times 1 = 31.3$ A.

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 58.37

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 7200 / 48.29 \times 230 \times 6 = 0.06 \text{ V.} = 0.03 \%$

$e(\text{total}) = 0.03\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Tomas Pasillo

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 30 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3600 W.
- Potencia de cálculo: 3600 W.

$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 56.67

$e(\text{parcial}) = 2 \times 30 \times 3600 / 48.57 \times 230 \times 2.5 = 7.73 \text{ V.} = 3.36 \%$

$e(\text{total}) = 3.39\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Tomas Oficina

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)
- Longitud: 108 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3600 W.
- Potencia de cálculo: 3600 W.

$I = 3600 / 230 \times 1 = 15.65 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C (Fc=1) 77.17 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 26.85

$e(\text{parcial}) = 2 \times 108 \times 3600 / 54.1 \times 230 \times 6 = 10.42 \text{ V} = 4.53 \%$

$e(\text{total}) = 4.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea Bomba Agua

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 2250 W.

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

$2250 \times 1.25 = 2812.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 2812.5 / 1,732 \times 400 \times 1 = 4.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 63 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 25.19

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 2812.5 / 54.45 \times 400 \times 6 = 0.01 \text{ V} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Bomba Agua

- Tensión de servicio: 400 V.

- Canalización: Direct. Enterrados (R.Subt)

- Longitud: 200 m; Cos j: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 2250 W.

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

$2250 \times 1.25 = 2812.5 \text{ W.}$

$I = 2812.5 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 4.78 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + \text{TT} \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, PVC. Desig. UNE: VV-K

I.ad. a 25°C ($F_c=1$) 63 A. según ITC-BT-07

Caída de tensión:

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Temperatura cable (°C): 25.26

$e(\text{parcial}) = 200 \times 2812.5 / 54.43 \times 400 \times 6 \times 1 = 4.31 \text{ V.} = 1.08 \%$

$e(\text{total}) = 1.08\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea Calderas

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 400 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $200 \times 1.25 + 200 = 450 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 450 / 230 \times 1 = 1.96 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.22

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 450 / 51.48 \times 230 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Caldera 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 18 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $200 \times 1.25 = 250 \text{ W.}$

$I = 250 / 230 \times 0.85 \times 1 = 1.28 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.11

$e(\text{parcial}) = 2 \times 18 \times 250 / 51.5 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.3 \text{ V.} = 0.13 \%$

$e(\text{total}) = 0.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Caldera 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 19 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 200 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $200 \times 1.25 = 250 \text{ W.}$

$I = 250 / 230 \times 0.85 \times 1 = 1.28 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.11

$e(\text{parcial}) = 2 \times 19 \times 250 / 51.5 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.32 \text{ V.} = 0.14 \%$

$e(\text{total}) = 0.14\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea cuadro N 1,3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 18030 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $750 \times 1.25 + 17280 = 18217.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 18217.5 / 1,732 \times 400 \times 1 = 26.3 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 6 + TT \times 6 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.26

$e(\text{parcial}) = 10 \times 18217.5 / 47.98 \times 400 \times 6 = 1.58 \text{ V.} = 0.4 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

2.1 SUBCUADRO NAVES 1 Y 3

Línea cuadro N 1,3

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Cooling 1	500 W
Cooling 2	500 W
Cooling 3	500 W
Cooling 4	500 W
Cooling 5	500 W
Cooling 6	500 W
Cooling 7	500 W
Cooling 8	500 W
Mot.Alimentación 1	750 W
Mot.Alimentación 2	750 W
Mot.Alimentación 3	750 W
Mot.Alimentación 4	750 W
Mot. Chimenea 1	370 W
Mot. Chimenea 2	370 W
Mediicador 1	150 W
Alumbrado 1	780 W
Emergencias 2	20 W
Alumbrado 3	780 W
Tomas Nave 1	3680 W
Tomas nave 3	3680 W
Mot ventana 1	600 W
Mot. Ventana 2	600 W
TOTAL....	18030 W

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1580

- Potencia Instalada Fuerza (W): 16450

Cálculo de la Línea: Cooling Nave 1.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 1125 / (1.732 \times 400 \times 1) = 1.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1125 / (51.48 \times 400 \times 2.5) = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$$I = 625 / (1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1) = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$$e(\text{parcial}) = 70 \times 625 / (51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 0.85 \text{ V.} = 0.21 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$$e(\text{parcial}) = 55 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.67 \text{ V.} = 0.17 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.56\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling Nave 1.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 1125 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1125 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 3

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$$e(\text{parcial}) = 40 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.49 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}$.

$$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$$e(\text{parcial}) = 25 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.3 \text{ V.} = 0.08 \%$$



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

$e(\text{total})=0.47\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling Nave 3.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1125 / 1.732 \times 400 \times 1 = 1.62 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.18

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1125 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\%$ ADMIS (4.5% MAX.)

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 5

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 67 m; Cos j: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.1

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

$e(\text{parcial})=67 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.81 \text{ V.} = 0.2 \%$
 $e(\text{total})=0.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 6

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 52 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial})=52 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.63 \text{ V.} = 0.16 \%$

$e(\text{total})=0.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling nave 3.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1125 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.62 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Temperatura cable (°C): 40.18

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1125 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 7

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 37 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

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

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial}) = 37 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.45 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total}) = 0.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 8

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 22 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

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

$$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$$

$$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial}) = 22 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.27 \text{ V} = 0.07 \%$

$e(\text{total}) = 0.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot. Aliment. N 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

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

$750 \times 1.25 + 750 = 1687.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1687.5 / 230 \times 1 = 7.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.05

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1687.5 / 50.95 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Mot. Alimentación 1

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 15 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

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

$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 937.5 / 51.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.95 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total}) = 0.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot.Alimentación 2

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 12 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

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

$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 937.5 / 51.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.33 \%$

$e(\text{total}) = 0.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot.Alimet. N3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

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

$750 \times 1.25 + 750 = 1687.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1687.5 / 230 \times 1 = 7.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.05

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1687.5 / 50.95 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Mot.Alimentación 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 937.5 / 51.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.64 \text{ V.} = 0.28 \%$

$e(\text{total}) = 0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot.Alimentación 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 937.5 / 51.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.38 \text{ V.} = 0.17 \%$
 $e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea chimeneas 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 740 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $370 \times 1.25 + 370 = 832.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 832.5 / 230 \times 1 = 3.62 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.74
 $e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 832.5 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$
 $e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Mot. Chimenea 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 14 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $370 \times 1.25 = 462.5 \text{ W.}$

$I = 462.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 2.37 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19
Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial}) = 2 \times 14 \times 462.5 / 51.45 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.44 \text{ V.} = 0.19 \%$

$e(\text{total}) = 0.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot. Chimenea 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 370 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $370 \times 1.25 = 462.5 \text{ W.}$

$I = 462.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 2.37 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.38

$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 462.5 / 51.45 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.31 \text{ V.} = 0.14 \%$

$e(\text{total}) = 0.54\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea medicador

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $150 \times 1.25 = 187.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

$$I=187.5/230 \times 1=0.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.04

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 187.5/51.51 \times 230 \times 2.5=0 \text{ V.}=0 \%$$

$$e(\text{total})=0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Medicador 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; $\cos j$: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R : 1
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $150 \times 1.25=187.5 \text{ W.}$

$$I=187.5/230 \times 0.85 \times 1=0.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.06

$$e(\text{parcial})=2 \times 10 \times 187.5/51.51 \times 230 \times 2.5 \times 1=0.13 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado N 1,3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; $\cos j$: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 1580 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
 $1580 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

$I=1580/230 \times 1=6.87 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 45.2

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1580/50.56 \times 230 \times 1.5=0.05 \text{ V.}=0.02 \%$

$e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 1

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 95 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 780 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
780 W.

$I=780/230 \times 1=3.39 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + \text{TT} \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 16.5 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.27

$e(\text{parcial})=2 \times 95 \times 780/51.28 \times 230 \times 1.5=8.38 \text{ V.}=3.64 \%$

$e(\text{total})=4.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencias 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 90 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 20 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
20 W.

$$I=20/230 \times 1=0.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 90 \times 20 / 51.52 \times 230 \times 1.5=0.2 \text{ V.}=0.09 \%$$

$$e(\text{total})=0.51\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 3

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 95 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 780 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
780 W.

$$I=780/230 \times 1=3.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.53

$$e(\text{parcial})=2 \times 95 \times 780 / 51.23 \times 230 \times 1.5=8.38 \text{ V.}=3.65 \%$$

$$e(\text{total})=4.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Tomas Naves 1,3

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 7360 W.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Potencia de cálculo:

7360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$I=7360/230 \times 1=32 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.2

$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 7360 / 48.16 \times 230 \times 6=0.07 \text{ V.}=0.03 \%$

$e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Tomas Nave 1

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 70 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.53

$e(\text{parcial})=2 \times 70 \times 3680 / 49.62 \times 230 \times 4=11.29 \text{ V.}=4.91 \%$

$e(\text{total})=5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Tomas nave 3

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 70 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 3680 W.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I=3680/230 \times 1=16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x4+TTx4mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 27 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 50.53

$$e(\text{parcial})=2 \times 70 \times 3680 / 49.62 \times 230 \times 4 = 11.29 \text{ V.} = 4.91 \%$$

$$e(\text{total})=5.33\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea ventanas 1

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1200 W.

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

$$600 \times 1.25 + 600 = 1350 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I=1350/230 \times 1=5.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.95

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 1350 / 51.15 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total})=0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Mot ventana 1

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 18 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 600 W.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $600 \times 1.25 = 750 \text{ W.}$

$$I = 750 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 18 \times 750 / 51.33 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.91 \text{ V.} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot. Ventana 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 9 m; Cos j: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 600 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $600 \times 1.25 = 750 \text{ W.}$

$$I = 750 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 750 / 51.33 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.46 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CALCULO DE EMBARRADO Línea cuadro N 1,3

Datos

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴): 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{\max} = I_{\text{pcc}}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.12^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1012.079 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{\text{cal}} = 26.3 \text{ A}$$
$$I_{\text{adm}} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{\text{pcc}} = 3.12 \text{ kA}$$
$$I_{\text{cccs}} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}_{\text{tcc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 6.96 \text{ kA}$$

Cálculo de la Línea: Línea cuadro N 2,4

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 18030 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47 y ITC-BT-44):
 $750 \times 1.25 + 17280 = 18217.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 18217.5 / (1.732 \times 400 \times 1) = 26.3 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x6+TTx6mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 32 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 60.26

$e(\text{parcial}) = 10 \times 18217.5 / 47.98 \times 400 \times 6 = 1.58 \text{ V.} = 0.4 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección Térmica en Principio de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

Protección Térmica en Final de Línea

I. Mag. Tetrapolar Int. 30 A.

2.2 SUBCUADRO NAVES 2 Y 4

Línea cuadro N 2,4

DEMANDA DE POTENCIAS

- Potencia total instalada:

Cooling 9	500 W
Cooling 10	500 W
Cooling 11	500 W
Cooling 12	500 W
Cooling 13	500 W
Cooling 14	500 W
Cooling 15	500 W
Cooling 16	500 W
Mot.Alimentación 5	750 W
Mot.Alimentación 6	750 W
Mot.Alimentación 7	750 W
Mot.Alimentación 8	750 W
Mot. Chimenea 3	370 W
Mot. Chimeneas 4	370 W
Mot. Ventana 3	600 W
Mot. Ventana 4	600 W
Alumbrado 2	780 W
Alumbrado nave 4	780 W
Emergencias 3	20 W
Tomas nave 2	3680 W
Tomas nave 4	3680 W
Medicador 2	150 W
TOTAL....	18030 W

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Potencia Instalada Alumbrado (W): 1580
- Potencia Instalada Fuerza (W): 16450

Cálculo de la Línea: Cooling Nave 2.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 1125 / (1.732 \times 400 \times 1) = 1.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1125 / (51.48 \times 400 \times 2.5) = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 9

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 70 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$$I = 625 / (1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1) = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$$e(\text{parcial}) = 70 \times 625 / (51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1) = 0.85 \text{ V.} = 0.21 \%$$



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

$e(\text{total})=0.61\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 10

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 55 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625$ W.

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06$ A.

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial}) = 55 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.67$ V. = 0.17 %

$e(\text{total})=0.56\%$ ADMIS (6.5% MAX.)

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling nave 2.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125$ W. (Coef. de Simult.: 1)

$I = 1125 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.62$ A.

Se eligen conductores Unipolares $4 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

$$e(\text{parcial})=0.3 \times 1125 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total})=0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 11

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 40 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$$e(\text{parcial})=40 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.49 \text{ V.} = 0.12 \%$$

$$e(\text{total})=0.52\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 12

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 25 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Temperatura cable (°C): 40.1
 $e(\text{parcial}) = 25 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.3 \text{ V.} = 0.08 \%$
 $e(\text{total}) = 0.47\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:
I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling Nave 4.1

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 1125 / 1.732 \times 400 \times 1 = 1.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18
 $e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1125 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$
 $e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:
Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 13

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 67 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial}) = 67 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.81 \text{ V} = 0.2 \%$

$e(\text{total}) = 0.6\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 14

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: B1-Unip. Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 52 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 500 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 = 625 \text{ W}.$

$I = 625 / 1,732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial}) = 52 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.63 \text{ V} = 0.16 \%$

$e(\text{total}) = 0.55\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling Nave 4.2

- Tensión de servicio: 400 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 1000 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $500 \times 1.25 + 500 = 1125 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1125 / 1,732 \times 400 \times 1 = 1.62 \text{ A}.$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.18

$e(\text{parcial}) = 0.3 \times 1125 / 51.48 \times 400 \times 2.5 = 0.01 \text{ V.} = 0 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Tetrapolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Cooling 15

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 37 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

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

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial}) = 37 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.45 \text{ V.} = 0.11 \%$

$e(\text{total}) = 0.51\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Cooling 16

- Tensión de servicio: 400 V.

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

- Longitud: 22 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 500 W.

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

$500 \times 1.25 = 625 \text{ W.}$

$I = 625 / 1.732 \times 400 \times 0.85 \times 1 = 1.06 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 4x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

I.ad. a 40°C (Fc=1) 18.5 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40.1

$e(\text{parcial}) = 22 \times 625 / 51.5 \times 400 \times 2.5 \times 1 = 0.27 \text{ V.} = 0.07 \%$

$e(\text{total}) = 0.46\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Tetrapolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot. Aliment . N2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

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

$750 \times 1.25 + 750 = 1687.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1687.5 / 230 \times 1 = 7.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

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

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.05

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1687.5 / 50.95 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Mot. Alimentación 5

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 15 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

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

$750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 15 \times 937.5 / 51.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.95 \text{ V.} = 0.42 \%$

$e(\text{total}) = 0.83\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot.Alimentación 6

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 12 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0; R: 1

- Potencia a instalar: 750 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 1 \times 1 = 4.08 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.13

$e(\text{parcial}) = 2 \times 12 \times 937.5 / 51.31 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.76 \text{ V.} = 0.33 \%$

$e(\text{total}) = 0.74\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot. Aliment . N4

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1500 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 + 750 = 1687.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$I = 1687.5 / 230 \times 1 = 7.34 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)
I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 43.05

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1687.5 / 50.95 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.02 \%$

$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot.Alimentación 7

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.8 \text{ A.}$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 937.5 / 51.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.64 \text{ V.} = 0.28 \%$

$e(\text{total}) = 0.69\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot.Alimentación 8

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 6 m; Cos j: 0.85; Xu(mW/m): 0; R: 1
- Potencia a instalar: 750 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $750 \times 1.25 = 937.5 \text{ W.}$

$I = 937.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 4.8 \text{ A.}$

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.56

$e(\text{parcial}) = 2 \times 6 \times 937.5 / 51.23 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.38 \text{ V.} = 0.17 \%$

$e(\text{total}) = 0.58\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea chimeneas 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 740 W.

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

$$370 \times 1.25 + 370 = 832.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 832.5 / 230 \times 1 = 3.62 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.74

$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 832.5 / 51.38 \times 230 \times 2.5 = 0.02 \text{ V.} = 0.01 \%$

$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Mot. Chimenea 3

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 14 m; $\cos \phi$: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 370 W.

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

$$370 \times 1.25 = 462.5 \text{ W.}$$

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

$$I=462.5/230 \times 0.85 \times 1 = 2.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.38

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 14 \times 462.5 / 51.45 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.44 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot. Chimeneas 4

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 14 m; Cos j: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 370 W.

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

$$370 \times 1.25 = 462.5 \text{ W.}$$

$$I=462.5/230 \times 0.85 \times 1 = 2.37 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + TT \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.38

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 14 \times 462.5 / 51.45 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.44 \text{ V.} = 0.19 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.59\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea Ventanas 2

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

- Potencia a instalar: 1200 W.

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

$$600 \times 1.25 + 600 = 1350 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$$

$$I = 1350 / 230 \times 1 = 5.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.95

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1350 / 51.15 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 300 mA.

Cálculo de la Línea: Mot. Ventana 3

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 18 m; Cos j: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 600 W.

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

$$600 \times 1.25 = 750 \text{ W.}$$

$$I = 750 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 18 \times 750 / 51.33 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.91 \text{ V.} = 0.4 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.81\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Mot. Ventana 4

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 9 m; Cos j: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1

- Potencia a instalar: 600 W.

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

$$600 \times 1.25 = 750 \text{ W.}$$

$$I = 750 / 230 \times 0.85 \times 1 = 3.84 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 41

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 9 \times 750 / 51.33 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.46 \text{ V.} = 0.2 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.61\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado N 2,4

- Tensión de servicio: 230 V.

- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 1580 W.

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
1580 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I = 1580 / 230 \times 1 = 6.87 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 42.68

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 1580 / 51.02 \times 230 \times 2.5 = 0.03 \text{ V.} = 0.01 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.41\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 25 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Alumbrado 2

- Tensión de servicio: 230 V.

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

- Longitud: 95 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;

- Potencia a instalar: 780 W.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
780 W.

$$I=780/230 \times 1=3.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.53

$$e(\text{parcial})=2 \times 95 \times 780 / 51.23 \times 230 \times 1.5=8.38 \text{ V.}=3.65 \%$$

$$e(\text{total})=4.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Alumbrado nave 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 95 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 780 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
780 W.

$$I=780/230 \times 1=3.39 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 1.5 + TT \times 1.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

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

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 15 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 16 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 41.53

$$e(\text{parcial})=2 \times 95 \times 780 / 51.23 \times 230 \times 1.5=8.38 \text{ V.}=3.65 \%$$

$$e(\text{total})=4.06\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Emergencias 3

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 100 m; $\cos \phi$: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Potencia a instalar: 20 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-44):
20 W.

$$I=20/230 \times 1=0.09 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x2.5+TTx2.5mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C (Fc=1) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 40

$$e(\text{parcial})=2 \times 100 \times 20 / 51.52 \times 230 \times 2.5=0.14 \text{ V.}=0.06 \%$$

$$e(\text{total})=0.47\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 10 A.

Cálculo de la Línea: Línea tomas 2,4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared
- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0;
- Potencia a instalar: 7360 W.
- Potencia de cálculo:
7360 W.(Coef. de Simult.: 1)

$$I=7360/230 \times 1=32 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

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

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 59.2

$$e(\text{parcial})=2 \times 0.3 \times 7360 / 48.16 \times 230 \times 6=0.07 \text{ V.}=0.03 \%$$

$$e(\text{total})=0.42\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Protección diferencial:

Inter. Dif. Bipolar Int.: 40 A. Sens. Int.: 30 mA.

Cálculo de la Línea: Tomas nave 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Longitud: 75 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I = 3680 / 230 \times 1 = 16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.93

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 75 \times 3680 / 50.43 \times 230 \times 6 = 7.93 \text{ V.} = 3.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.87\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Tomas nave 4

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 75 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 3680 W.
- Potencia de cálculo: 3680 W.

$$I = 3680 / 230 \times 1 = 16 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares 2x6+TTx6mm²Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 36 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 25 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable (°C): 45.93

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 75 \times 3680 / 50.43 \times 230 \times 6 = 7.93 \text{ V.} = 3.45 \%$$

$$e(\text{total}) = 3.87\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Línea Medicador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: C-Unip.o Mult.sobre Pared

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Longitud: 0.3 m; Cos j: 1; $X_u(\text{mW/m})$: 0;
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $150 \times 1.25 = 187.5 \text{ W. (Coef. de Simult.: 1)}$

$$I = 187.5 / 230 \times 1 = 0.82 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 23 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.04

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 0.3 \times 187.5 / 51.51 \times 230 \times 2.5 = 0 \text{ V.} = 0 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.4\% \text{ ADMIS (4.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

Cálculo de la Línea: Medicador 2

- Tensión de servicio: 230 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 10 m; Cos j: 0.85; $X_u(\text{mW/m})$: 0; R: 1
- Potencia a instalar: 150 W.
- Potencia de cálculo: (Según ITC-BT-47):
 $150 \times 1.25 = 187.5 \text{ W.}$

$$I = 187.5 / 230 \times 0.85 \times 1 = 0.96 \text{ A.}$$

Se eligen conductores Unipolares $2 \times 2.5 + \text{TT} \times 2.5 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 450/750 V, Poliolef. - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: ES07Z1-K(AS)

I.ad. a 40°C ($F_c=1$) 21 A. según ITC-BT-19

Diámetro exterior tubo: 20 mm.

Caída de tensión:

Temperatura cable ($^\circ\text{C}$): 40.06

$$e(\text{parcial}) = 2 \times 10 \times 187.5 / 51.5 \times 230 \times 2.5 \times 1 = 0.13 \text{ V.} = 0.06 \%$$

$$e(\text{total}) = 0.45\% \text{ ADMIS (6.5\% MAX.)}$$

Prot. Térmica:

I. Mag. Bipolar Int. 16 A.

CALCULO DE EMBARRADO Línea cuadro N 2,4

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 30
- Ancho (mm): 15
- Espesor (mm): 2
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴) : 0.075, 0.0562, 0.01, 0.001
- I. admisible del embarrado (A): 140

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 3.12^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.01 \cdot 1) = 1012.079 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 26.3 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 140 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 3.12 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \sqrt{t_{cc}}) = 164 \cdot 30 \cdot 1 / (1000 \cdot \sqrt{0.5}) = 6.96 \text{ kA}$$

CALCULO DE EMBARRADO CUADRO GENERAL DE MANDO Y PROTECCION

Datos

- Metal: Cu
- Estado pletinas: desnudas
- nº pletinas por fase: 1
- Separación entre pletinas, d(cm): 10
- Separación entre apoyos, L(cm): 25
- Tiempo duración c.c. (s): 0.5

Pletina adoptada

- Sección (mm²): 75
- Ancho (mm): 25
- Espesor (mm): 3
- Wx, Ix, Wy, Iy (cm³, cm⁴) : 0.312, 0.39, 0.037, 0.005
- I. admisible del embarrado (A): 270

a) Cálculo electrodinámico

$$s_{max} = I_{pcc}^2 \cdot L^2 / (60 \cdot d \cdot W_y \cdot n) = 5.98^2 \cdot 25^2 / (60 \cdot 10 \cdot 0.037 \cdot 1) = 1006.523 \leq 1200 \text{ kg/cm}^2 \text{ Cu}$$

b) Cálculo térmico, por intensidad admisible

$$I_{cal} = 44.04 \text{ A}$$

$$I_{adm} = 270 \text{ A}$$

c) Comprobación por sollicitación térmica en cortocircuito

$$I_{pcc} = 5.98 \text{ kA}$$

$$I_{cccs} = K_c \cdot S / (1000 \cdot \ddot{O}t_{cc}) = 164 \cdot 75 \cdot 1 / (1000 \cdot \ddot{O}0.5) = 17.39 \text{ kA}$$

Los resultados obtenidos se reflejan en las siguientes tablas:

Cuadro General de Mando y Protección

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Línea Alumbrado 2	1940	0.3	2x2.5Cu	8.43	23	0.02	0.02	
Al. Exterior 1	600	103	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	21	1.82	1.83	20
Al. Exterior 2	600	103	2x2.5+TTx2.5Cu	2.61	21	1.82	1.83	20
Al.Pasillo-Oficina	720	115	2x2.5+TTx2.5Cu	3.13	21	2.44	2.45	20
Emergencias	20	50	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0.05	0.07	16
Línea Oficina	2475	0.3	2x6Cu	10.76	40	0.01	0.01	
Lavadora	1875	100	2x6+TTx6Cu	9.59	77.17	2.17	2.18	
Nevera	750	100	2x6+TTx6Cu	3.84	77.17	0.87	0.88	
Línea Tomas	7200	0.3	2x6Cu	31.3	40	0.03	0.03	
Tomas Pasillo	3600	30	2x2.5+TTx2.5Cu	15.65	21	3.36	3.39	20
Tomas Oficina	3600	108	2x6+TTx6Cu	15.65	77.17	4.53	4.56	
Línea Bomba Agua	2812.5	0.3	4x6Cu	4.06	63	0	0	
Bomba Agua	2812.5	200	4x6+TTx6Cu	4.78	63	1.08	1.08	
Línea Calderas	450	0.3	2x2.5Cu	1.96	23	0	0	
Caldera 1	250	18	2x2.5+TTx2.5Cu	1.28	21	0.13	0.14	20
Caldera 2	250	19	2x2.5+TTx2.5Cu	1.28	21	0.14	0.14	20
Línea cuadro N 1,3	18217.5	10	4x6+TTx6Cu	26.3	32	0.4	0.4	25
Línea cuadro N 2,4	18217.5	10	4x6+TTx6Cu	26.3	32	0.4	0.4	25

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	I _{pccl} (kA)	P de C (kA)	I _{pccF} (A)	t _{mcicc} (sg)	Curvas válidas
Línea Alumbrado 1	0.3	2x2.5Cu	12		5006.29		
Al. Exterior 1	103	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	82.08	12.27	10;B
Al. Exterior 2	103	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	82.08	12.27	10;B
Al.Pasillo-Oficina	115	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	73.63	15.24	10;B
Emergencias	50	2x1.5+TTx1.5Cu	10.05	15	101.08	2.91	10;B,C
Línea Oficina	0.3	2x6Cu	12		5532.93	0.02	
Lavadora	100	2x6+TTx6Cu	11.11	15	199.19	12	16;B,C
Nevera	100	2x6+TTx6Cu	11.11	15	199.19	12	16;B,C
Línea Tomas	0.3	2x6Cu	12		5532.93	0.02	
Tomas Pasillo	30	2x2.5+TTx2.5Cu	11.11	15	273.1	1.11	16;B,C
Tomas Oficina	108	2x6+TTx6Cu	11.11	15	184.9	13.93	16;B,C
Línea Bomba Agua	0.3	4x6Cu	12		5532.93	0.02	
Bomba Agua	200	4x6+TTx6Cu	11.11	15	101.29	46.4	16;B
Línea Calderas	0.3	2x2.5Cu	12		5006.29		
Caldera 1	18	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	437.64	0.43	16;B,C,D
Caldera 2	19	2x2.5+TTx2.5Cu	10.05	15	416.43	0.48	16;B,C,D
Línea cuadro N 1,3	10	4x6+TTx6Cu	12	15	1558.52	0.2	30;B,C,D
Línea cuadro N 2,4	10	4x6+TTx6Cu	12	15	1558.52	0.2	30;B,C,D

Subcuadro Línea cuadro N 1,3

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi.. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Cooling Nave 1.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 1	625	70	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.21	0.61	20
Cooling 2	625	55	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.17	0.56	20
Cooling Nave 1.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 3	625	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.12	0.52	20
Cooling 4	625	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.08	0.47	20
Cooling Nave 3.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 5	625	67	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.2	0.6	20
Cooling 6	625	52	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.16	0.55	20
Cooling nave 3.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 7	625	37	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.11	0.51	20
Cooling 8	625	22	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.07	0.46	20
Mot. Aliment. N 1	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 1	937.5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.42	0.83	20
Mot.Alimentación 2	937.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.33	0.74	20
Mot.Alimet. N3	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 3	937.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.28	0.69	20
Mot.Alimentación 4	937.5	6	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.17	0.58	20
Línea chimeneas 1	832.5	0.3	2x2.5Cu	3.62	23	0.01	0.4	
Mot. Chimenea 1	462.5	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.19	0.59	20
Mot. Chimenea 2	462.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.14	0.54	20
Línea medicador	187.5	0.3	2x2.5Cu	0.82	23	0	0.4	
Mediicador 1	187.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.96	21	0.06	0.45	20
Alumbrado N 1,3	1580	0.3	2x1.5Cu	6.87	16.5	0.02	0.42	
Alumbrado 1	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	16.5	3.64	4.06	
Emergencias 2	20	90	2x1.5+TTx1.5Cu	0.09	15	0.09	0.51	16
Alumbrado 3	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	15	3.65	4.06	16
Tomas Naves 1,3	7360	0.3	2x6Cu	32	40	0.03	0.42	
Tomas Nave 1	3680	70	2x4+TTx4Cu	16	27	4.91	5.33	20
Tomas nave 3	3680	70	2x4+TTx4Cu	16	27	4.91	5.33	20
Línea ventanas 1	1350	0.3	2x2.5Cu	5.87	23	0.01	0.41	
Mot ventana 1	750	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.4	0.81	20
Mot. Ventana 2	750	9	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.2	0.61	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas vá
Cooling Nave 1.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 1	70	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	113.31	6.44	16;B
Cooling 2	55	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	141.27	4.14	16;B
Cooling Nave 1.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 3	40	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	187.56	2.35	16;B,C
Cooling 4	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	278.94	1.06	16;B,C
Cooling Nave 3.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 5	67	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	117.98	5.94	16;B
Cooling 6	52	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	148.61	3.74	16;B
Cooling nave 3.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 7	37	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	200.71	2.05	16;B,C
Cooling 8	22	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	309.05	0.87	16;B,C
Mot. Aliment. N 1	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot.Alimentación 1	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	413.09	0.48	16;B,C,D
Mot.Alimentación 2	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	482.73	0.35	16;B,C,D
Mot.Alimet. N3	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot.Alimentación 3	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Mot.Alimentación 4	6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	728.13	0.16	16;B,C,D
Línea chimeneas 1	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot. Chimenea 1	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	433.96	0.44	16;B,C,D
Mot. Chimenea 2	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Línea medicador	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mediicador 1	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Alumbrado N 1,3	0.3	2x1.5Cu	3.13		1429.47	0.01	
Alumbrado 1	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.87	4.5	52.26	10.9	10;B
Emergencias 2	90	2x1.5+TTx1.5Cu	2.87	4.5	55.05	9.82	10;B
Alumbrado 3	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.87	4.5	52.26	10.9	10;B
Tomas Naves 1,3	0.3	2x6Cu	3.13		1524.13	0.2	
Tomas Nave 1	70	2x4+TTx4Cu	3.06	4.5	173.97	6.99	16;B,C
Tomas nave 3	70	2x4+TTx4Cu	3.06	4.5	173.97	6.99	16;B,C
Línea ventanas 1	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot ventana 1	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	361.01	0.63	16;B,C,D
Mot. Ventana 2	9	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	580.58	0.25	16;B,C,D

Subcuadro Línea cuadro N 2,4

Denominación	P.Cálculo (W)	Dist.Cálc (m)	Sección (mm ²)	I.Cálculo (A)	I.Admi. (A)	C.T.Parc. (%)	C.T.Total (%)	Dimensiones(mm) Tubo,Canal,Band.
Cooling Nave 2.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 9	625	70	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.21	0.61	20
Cooling 10	625	55	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.17	0.56	20
Cooling nave 2.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 11	625	40	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.12	0.52	20
Cooling 12	625	25	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.08	0.47	20
Cooling Nave 4.1	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 13	625	67	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.2	0.6	20
Cooling 14	625	52	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.16	0.55	20
Cooling Nave 4.2	1125	0.3	4x2.5Cu	1.62	21	0	0.4	
Cooling 15	625	37	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.11	0.51	20
Cooling 16	625	22	4x2.5+TTx2.5Cu	1.06	18.5	0.07	0.46	20
Mot. Aliment . N2	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 5	937.5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.42	0.83	20
Mot.Alimentación 6	937.5	12	2x2.5+TTx2.5Cu	4.08	21	0.33	0.74	20
Mot. Aliment . N4	1687.5	0.3	2x2.5Cu	7.34	23	0.02	0.41	
Mot.Alimentación 7	937.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.28	0.69	20
Mot.Alimentación 8	937.5	6	2x2.5+TTx2.5Cu	4.8	21	0.17	0.58	20
Línea chimeneas 2	832.5	0.3	2x2.5Cu	3.62	23	0.01	0.4	
Mot. Chimenea 3	462.5	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.19	0.59	20
Mot. Chimenea 4	462.5	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.37	21	0.19	0.59	20
Línea Ventanas 2	1350	0.3	2x2.5Cu	5.87	23	0.01	0.41	
Mot. Ventana 3	750	18	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.4	0.81	20
Mot. Ventana 4	750	9	2x2.5+TTx2.5Cu	3.84	21	0.2	0.61	20
Alumbrado N 2,4	1580	0.3	2x2.5Cu	6.87	23	0.01	0.41	
Alumbrado 2	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	15	3.65	4.06	16
Alumbrado nave 4	780	95	2x1.5+TTx1.5Cu	3.39	15	3.65	4.06	16
Emergencias 3	20	100	2x2.5+TTx2.5Cu	0.09	21	0.06	0.47	20
Línea tomas 2,4	7360	0.3	2x6Cu	32	40	0.03	0.42	
Tomas nave 2	3680	75	2x6+TTx6Cu	16	36	3.45	3.87	25
Tomas nave 4	3680	75	2x6+TTx6Cu	16	36	3.45	3.87	25
Línea Medicador 2	187.5	0.3	2x2.5Cu	0.82	23	0	0.4	
Medicador 2	187.5	10	2x2.5+TTx2.5Cu	0.96	21	0.06	0.45	20

Cortocircuito

Denominación	Longitud (m)	Sección (mm ²)	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF (A)	tmcicc (sg)	Curvas vá
Cooling Nave 2.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 9	70	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	113.31	6.44	16;B
Cooling 10	55	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	141.27	4.14	16;B
Cooling nave 2.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 11	40	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	187.56	2.35	16;B,C
Cooling 12	25	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	278.94	1.06	16;B,C
Cooling Nave 4.1	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 13	67	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	117.98	5.94	16;B
Cooling 14	52	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	148.61	3.74	16;B
Cooling Nave 4.2	0.3	4x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Cooling 15	37	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	200.71	2.05	16;B,C
Cooling 16	22	4x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	309.05	0.87	16;B,C
Mot. Aliment . N2	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot.Alimentación 5	15	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	413.09	0.48	16;B,C,D
Mot.Alimentación 6	12	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	482.73	0.35	16;B,C,D
Mot. Aliment . N4	0.3	2x2.5Cu	3.13	4.5	1478.45	0.04	16
Mot.Alimentación 7	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D
Mot.Alimentación 8	6	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	728.13	0.16	16;B,C,D
Línea chimeneas 2	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot. Chimenea 3	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	433.96	0.44	16;B,C,D
Mot. Chimeneas 4	14	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	433.96	0.44	16;B,C,D
Línea Ventanas 2	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Mot. Ventana 3	18	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	361.01	0.63	16;B,C,D
Mot. Ventana 4	9	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	580.58	0.25	16;B,C,D
Alumbrado N 2,4	0.3	2x2.5Cu	3.13		1478.45	0.04	
Alumbrado 2	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.97	4.5	52.32	10.87	10;B
Alumbrado nave 4	95	2x1.5+TTx1.5Cu	2.97	4.5	52.32	10.87	10;B
Emergencias 3	100	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	81.17	12.54	10;B
Línea tomas 2,4	0.3	2x6Cu	3.13		1524.13	0.2	
Tomas nave 2	75	2x6+TTx6Cu	3.06	4.5	232.97	8.77	16;B,C
Tomas nave 4	75	2x6+TTx6Cu	3.06	4.5	232.97	8.77	16;B,C
Línea Medicador 2	0.3	2x2.5Cu	3.13	4.5	1478.45	0.04	16
Medicador 2	10	2x2.5+TTx2.5Cu	2.97	4.5	543.84	0.28	16;B,C,D

3. CALCULO DE LA PUESTA A TIERRA

- La resistividad del terreno es 100 ohmiosxm.
- El electrodo en la puesta a tierra del edificio, se puede constituir con los siguientes elementos:

M. conductor de Cu desnudo	35 mm ²	20 m.
M. conductor de Acero galvanizado	95 mm ²	
Picas verticales de Cobre	14 mm	
de Acero recubierto Cu	14 mm	5 picas de 2m.
de Acero galvanizado	25 mm	
Ud. Placa enterrada de Cu espesor	2 mm	2 m. de lado ó
de Hierro galvan. esp.	2.5 mm	2 placas cuadradas 1m. de lado

Con lo que se obtendrá una Resistencia de tierra de 10 ohmios.

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos.

Así mismo cabe señalar que la linea principal de tierra no será inferior a 16 mm² en Cu, y la linea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm² en Cu.



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Anexo 2: Soportes

Autor

Raúl Navarro Pérez

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre	Aislada Granja Cebo
Sistema de montaje	SolidRail
Autor	Raúl Navarro Pérez

UBICACIÓN

Dirección	España
Elevación de terreno	594,10 m
Tipo de tejado	Tejado a un agua
Método de fijación	Subestructura
Cubierta	Teja
Altura del edificio	3,00 m
Inclinación del tejado	17 °
Distancia al borde	0,00 m
Distancia entre vigas	0,500 m
Anchura de viga	0,100 m
Distancia entre listones	340,0 mm

CARGAS

Código de Diseño	UNE EN		
Categoría de daños	CC1	Vida útil	25 años

Presión de velocidad de ráfagas $q_{p,25} = 0,876 \text{ kN/m}^2$

Carga de nieve en suelo $s_k = 0,888 \text{ kN/m}^2$

MÓDULOS

Fabricante	Canadian Solar Inc.	Cantidad	44
Nombre	CS3W-450MS HiKu (1000V)	Potencia	19,800 kWp
Dimensiones LaxAnxAl	2108 x 1048 x 40,00 mm		
Peso	24,9 kg		
Potencia	450 W		

PLAN DE MONTAJE

Guías completas			Corte de la guía		
Tipo	Longitud total / m	Cantidad 2,25 m	de guía / m	Longitud / m	Resto / m
A	12,910	5	2,250	1,660	0,580
B	17,182	7	2,250	1,432	0,808

LEYENDA

51,62	Distancia al borde del techo [m]
■	Fijación
—	Guías de base

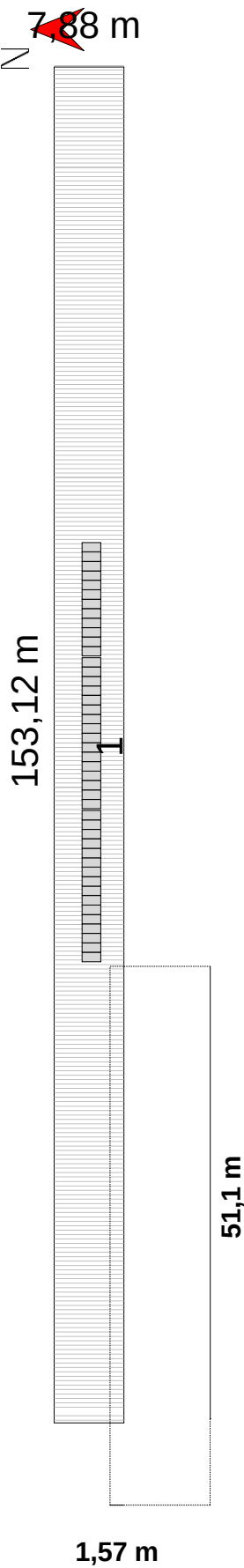
DISTANCIA ENTRE FIJACIONES

Campo de	Zona	Distancia
1	Area de campo	1,00 m

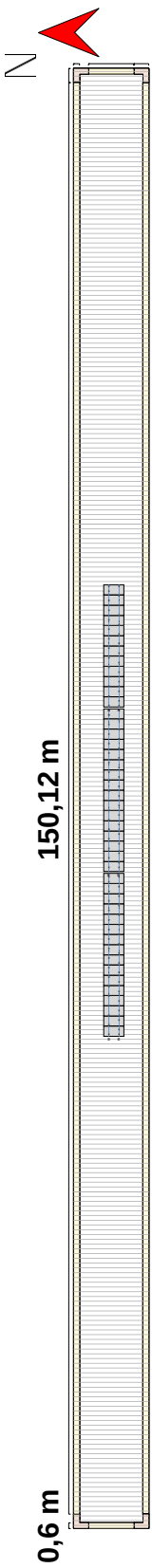
CAMPOS DE MÓDULOS

Campo de módulos	Ancho [m]	Longitud [m]	Anchura en módulos	Largo en módulos
1	47,33	2,11	44	1

PLAN DE MONTAJE - RESUMEN



PLAN DE MONTAJE - POSICIÓN DE GUÍAS BASE



RESULTADOS

COMPONENTES

Fijación	SolidHook Vario 2
Guía de base	K2 SolidRail Light 37

CARGAS EN LOS MÓDULOS

Zona	A-TrA [m²]	Verificación de seguridad estructural [Pa]				Verificación de idoneidad de uso [Pa]			
		Presión Perpendicular	Presión Paralelo	Succión Perpendicular	Succión Paralelo	Presión Perpendicular	Presión Paralelo	Succión Perpendicular	Succión Paralelo
Area de campo	2,21	909,0	231,5	-1090,5	35,6	718,4	183,2	-830,2	35,6

RESULTADO DE LA UTILIZACIÓN

No. Campo de	Zonas del tejado	Capacidad de carga			IdoU Per f [%]	Distancias		Valores máximos	
		Per σ [%]	Vol σ [%]	Fij F [%]		Fij [m]	RDB [m]	Vol Lmáx.[m]	Fij Fst Dmax[m]
1	Area de campo	27,4	31,4	94,2	17,1	1,000	---	0,530	1,061

Per	Perfil
Fij	Fijación
σ	Tensión
f	Flexión
F	Fuerza
CL/Lmax [m]	Longitud máxima del voladizo
Fst Dmax [m]	Distancia máxima entre anclajes
RDB	Guía base
RS	Riel superior
IdoU	Idoneidad de uso
Vol	Voladizo

INDICACIONES

- El dimensionamiento de los tornillos de construcción de madera no forma parte de este análisis estructural. El dimensionamiento y la colocación de los tornillos de construcción de madera que se van a utilizar deben realizarse de acuerdo con los respectivos códigos de prácticas aplicables
- Los datos y resultados tienen que ser verificados in situ en cuanto a las condiciones y comprobados por una persona con la cualificación técnica suficiente. Por favor, tenga en cuenta nuestras <http://k2-systems.com/es/base-cgu> condiciones generales de uso (CGU) disponibles, especialmente el Art. 2 ("Condiciones técnicas y profesionales en las instalaciones del cliente"), Art. 7 ("Exclusión de garantías") y Art. 8 ("Exclusión de responsabilidad").

INFORME DE ANÁLISIS ESTRUCTURAL

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre	Aislada Granja Cebo
Sistema de montaje	SolidRail
Autor	Raúl Navarro Pérez

UBICACIÓN

Dirección	España
Elevación de terreno	594,10 m
Tipo de tejado	Tejado a un agua
Método de fijación	Subestructura
Cubierta	Teja
Altura del edificio	3,00 m
Inclinación del tejado	17 °
Distancia al borde	0,00 m
Distancia entre vigas	0,500 m
Anchura de viga	0,100 m
Distancia entre listones	340,0 mm

CARGAS

Código de Diseño	UNE EN		
Categoría de daños	CC1	Vida útil	25 años

CARGA DE VIENTO

Velocidad de viento	$v_b = 27,0 \text{ m/s}$
Categoría de terreno	I: Lagos, vegetación baja
Presión de velocidad de ráfagas	$q_{p,50} = 0,951 \text{ kN/m}^2$
Factor de ajuste de la vida útil	$f_w = 0,921$
Presión de velocidad de ráfagas	$q_{p,25} = 0,876 \text{ kN/m}^2$

ZONAS DEL TEJADO

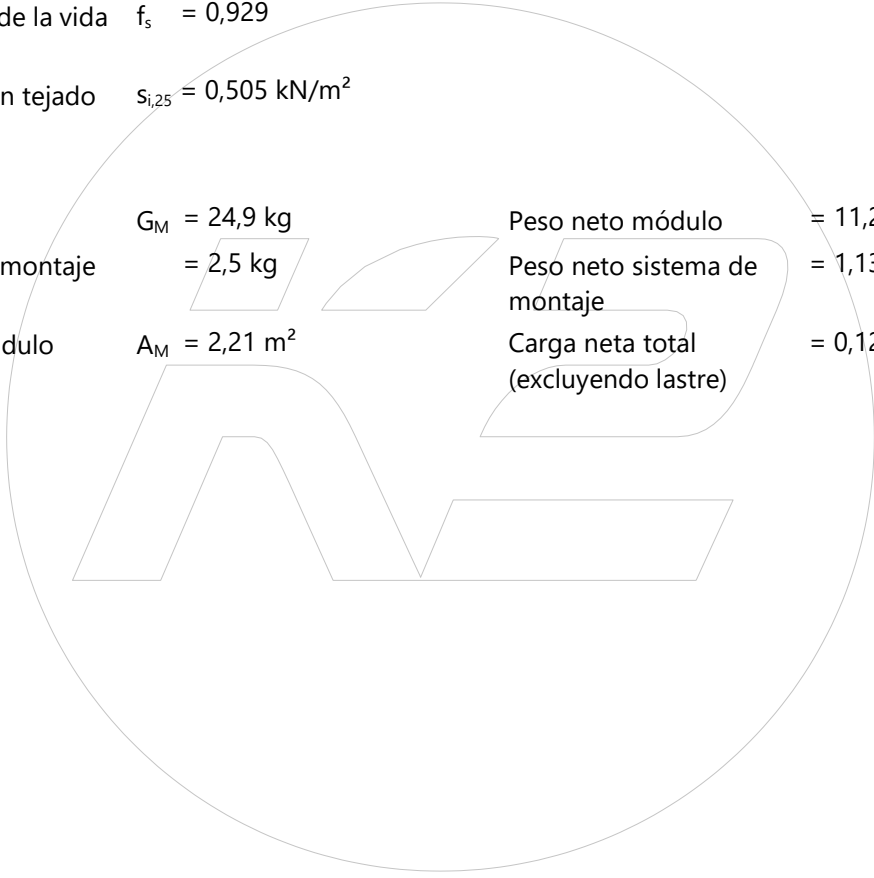
Zona	Superficie de carga [m ²]	C _{pe} máx	C _{pe} mín	presión del viento [kN/	ucción viento [kN/m
Area de campo	10,00	0,227	-0,887	0,199	-0,777

CARGA DE NIEVE

Entorno	Terreno abierto
Carga de nieve en suelo	$s_k = 0,888 \text{ kN/m}^2$
Rejilla de nieve	No
Coeficiente de forma para nieve	$\mu_i = 0,800$
Factor de inclinación del tejado	$d_i = 0,956$
Carga de nieve en tejado	$s_{i,50} = 0,544 \text{ kN/m}^2$
Factor de ajuste de la vida útil	$f_s = 0,929$
Carga de nieve en tejado	$s_{i,25} = 0,505 \text{ kN/m}^2$

CARGA NETA

Peso módulos	$G_M = 24,9 \text{ kg}$	Peso neto módulo	$= 11,27 \text{ kg/m}^2$
Peso sistema de montaje	$= 2,5 \text{ kg}$	Peso neto sistema de montaje	$= 1,13 \text{ kg/m}^2$
Superficie de módulo	$A_M = 2,21 \text{ m}^2$	Carga neta total (excluyendo lastre)	$= 0,12 \text{ kN/m}^2$



COMBINACIONES DE CARGA

CAPACIDAD DE CARGA

Coeficiente parcial de seguridad para carga permanente desfavorable (STR)	$\gamma_{G,sup}$	1,35
Coeficiente parcial de seguridad para carga permanente favorable (STR)	$\gamma_{G,inf}$	1,00
Coeficiente parcial de seguridad para carga permanente desestabilizadora (EQU)	$\gamma_{G,dst}$	1,10
Coeficiente parcial de seguridad para carga permanente estabilizadora (EQU)	$\gamma_{G,stb}$	0,90
Coeficiente parcial de seguridad para primera carga variable	γ_Q	1,50
Coeficiente parcial de seguridad para n cargas variables	γ_Q	1,50
Coeficiente de combinación para viento	$\psi_{0,W}$	0,60
Coeficiente de combinación para viento (otras acciones variables)	$\psi_{1,W}$	0,20
Coeficiente de combinación para nieve	$\psi_{0,S}$	0,50
Factor de importancia variable	$\kappa_{FI,Q}$	0,85
Peso muerto característico	G_k	
Carga de nieve característica en el techo	$S_{i,n}$	
Carga de viento característica	W_k	

Combinación de caso de carga 00:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * S_{i,n}$
Combinación de caso de carga 02:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 03:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * (W_{k,Presión} + \psi_{0,S} * S_{i,n})$
Combinación de caso de carga 04:	$E_d = \gamma_{G,sup} * \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * (S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Presión})$
Combinación de caso de carga 05:	$E_d = \kappa_{FI,G} * G_k + \gamma_A * \kappa_{FI,A} * S_{ad,n} + \kappa_{FI,Q} * \psi_{1,W} * W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 06:	$E_d = \gamma_{G,inf} * G_k + \gamma_Q * \kappa_{FI,Q} * W_{k,Succión}$

IDONEIDAD DE USO

Coeficiente de combinación para viento	$\psi_{0,W}$	0,60
Coeficiente de combinación para nieve	$\psi_{0,S}$	0,50

Combinación de caso de carga 00:	
Combinación de caso de carga 01:	$E_d = G_k + S_{i,n}$
Combinación de caso de carga 02:	$E_d = G_k + W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 03:	$E_d = G_k + W_{k,Presión} + \psi_{0,S} * S_{i,n}$
Combinación de caso de carga 04:	$E_d = G_k + S_{i,n} + \psi_{0,W} * W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 05:	$E_d = G_k + S_{ad,n} + \psi_{1,W} * W_{k,Presión}$
Combinación de caso de carga 06:	$E_d = G_k + W_{k,Succión}$

IMPACTO MÁXIMO

Zona	A-TrA [m²]	Verificación de seguridad estructural [kN/m²]				Verificación de idoneidad de uso [kN/m²]			
		Presión Perpendicular	Presión Paralelo	Succión Perpendicular	Succión Paralelo	Presión Perpendicular	Presión Paralelo	Succión Perpendicular	Succión Paralelo
Area de campo	10,00	0,909	0,231	-0,874	0,036	0,718	0,183	-0,661	0,036

ACCIONES MÁXIMAS POR FIJACIÓN

Zona	A-TrA [m²]	Verificación de seguridad estructural [kN]				Verificación de idoneidad de uso [kN]			
		Presión Perpendicular	Presión Paralelo	Succión Perpendicular	Succión Paralelo	Presión Perpendicular	Presión Paralelo	Succión Perpendicular	Succión Paralelo
Area de campo	10,00	1,054	0,268	-1,014	0,041	0,833	0,212	-0,766	0,041

VALORES DE RESISTENCIA DE LOS COMPONENTES

GUÍA DE BASE

No. mpo de módulo	Guía de base	A [cm²]	I _y [cm ⁴]	I _z [cm ⁴]	W _y [cm³]	W _z [cm³]
1	K2 SolidRail Light 37	3,140	4,35	6,95	2,23	3,52

FIJACIÓN

No. mpo de módulo	Fijación	R _{D,Succión,Perpendicular} [kN]	R _{D,Presión,Perpendicular} [kN]	R _{D,Presión,Paralelo} [kN]
1	SolidHook Vario 2	1,54	1,27	1,27

RESULTADO DE LA UTILIZACIÓN

Campo de módulos	Zonas del tejado	Capacidad de carga			IdoU Per f [%]	Distancias		Vol Lmáx.[m]	Fij Est Dmax[m]
		Per σ [%]	Vol σ [%]	Fij F [%]		Fij [m]	RDB [m]		
1	Area de campo	27,4	31,4	94,2	17,1	1,000	---	0,530	1,061

Per	Perfil
Fij	Fijación
σ	Tensión

f	Flexión
F	Fuerza
CL/Lmax [m]	Longitud máxima del voladizo
Fst Dmax [m]	Distancia máxima entre anclajes
RDB	Guía base
RS	Riel superior
IdoU	Idoneidad de uso
Vol	Voladizo

LISTA COMPLETA DE ARTÍCULOS (TEJADO 1)

Posición	o. de articulo	Descripción del artículo	Cantidad	Peso
1	1000107	SolidHook Vario 2	100	85,0 kg
2	1000656	Heco Topix wood screw 8x100	200	4,8 kg
3	1000041	T-Bolt 28/15 M10x30	100	2,9 kg
4	1000042	Hexagon flange nut M10	100	1,1 kg
5	2003071	OneMid Set 30-42	82	6,5 kg
6	2002514	OneEnd Set 30-42	12	1,0 kg
7	1004765	SolidRail Light End Cap	12	0,1 kg
8	2002870	K2 Solar Cable Manager	44	0,1 kg
9	2003231	SolidRail Light; 2.25 m	44	84,0 kg
10	1004107	SolidRail UltraLight+Light RailConnector Set	38	8,6 kg

Total

194,1 kg

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Anexo 3: Estudio de seguridad, higiene y salud

Autor

Raúl Navarro Pérez

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021

Índice

1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.....	5
1.1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.....	5
1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.....	5
1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.....	6
1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.....	6
1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.....	8
1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	9
1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	9
1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.....	9
1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.....	9
1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.....	10
1.2.10. DOCUMENTACIÓN.....	10
1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.....	10
1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.....	11
1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.....	11
1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.....	11
1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.....	11
1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.....	12
1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	12
1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.....	12
1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.....	13
1.4. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.....	13
1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.....	13
1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.....	14
1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.....	14
2. DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.....	15
2.1. INTRODUCCIÓN.....	15
2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.....	15
2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.....	16
2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.....	18

2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.....	18
2.2.4. ILUMINACIÓN.....	19
2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.....	19
2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.....	20
3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.....	21
3.1. INTRODUCCION.....	21
3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.....	21
4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.....	22
4.1. INTRODUCCION.....	22
4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.....	23
4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO... 24	
4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.....	25
4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.....	26
4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.....	26
4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.....	28
5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.....	30
5.1. INTRODUCCION.....	30
5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	31
5.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.....	31
5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.....	33
5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO.....	36
5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.....	47
6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.....	48
6.1. INTRODUCCION.....	48
6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.....	49
6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.....	49
6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.....	49
6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.....	49
6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.....	50



1. PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES.

1.1. INTRODUCCIÓN.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales tiene por objeto la determinación del cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Como ley establece un marco legal a partir del cual las normas reglamentarias irán fijando y concretando los aspectos más técnicos de las medidas preventivas.

Estas normas complementarias quedan resumidas a continuación:

- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2. DERECHOS Y OBLIGACIONES.

1.2.1. DERECHO A LA PROTECCIÓN FRENTE A LOS RIESGOS LABORALES.

Los trabajadores tienen derecho a una protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo.

A este efecto, el empresario realizará la prevención de los riesgos laborales mediante la adopción de cuantas medidas sean necesarias para la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, con las especialidades que se recogen en los artículos siguientes en materia de evaluación de riesgos, información, consulta, participación y formación de los trabajadores, actuación en casos de emergencia y de riesgo grave e inminente y vigilancia de la salud.

1.2.2. PRINCIPIOS DE LA ACCIÓN PREVENTIVA.

El empresario aplicará las medidas preventivas pertinentes, con arreglo a los siguientes principios generales:

- Evitar los riesgos.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- Adoptar las medidas necesarias a fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico.
- Prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.

1.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS.

La acción preventiva en la empresa se planificará por el empresario a partir de una evaluación inicial de los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores, que se realizará, con carácter general, teniendo en cuenta la naturaleza de la actividad, y en relación con aquellos que estén expuestos a riesgos especiales. Igual evaluación deberá

hacerse con ocasión de la elección de los equipos de trabajo, de las sustancias o preparados químicos y del acondicionamiento de los lugares de trabajo.

De alguna manera se podrían clasificar las causas de los riesgos en las categorías siguientes:

- Insuficiente calificación profesional del personal dirigente, jefes de equipo y obreros.
- Empleo de maquinaria y equipos en trabajos que no corresponden a la finalidad para la que fueron concebidos o a sus posibilidades.
- Negligencia en el manejo y conservación de las máquinas e instalaciones. Control deficiente en la explotación.
- Insuficiente instrucción del personal en materia de seguridad.

Referente a las máquinas herramienta, los riesgos que pueden surgir al manejarlas se pueden resumir en los siguientes puntos:

- Se puede producir un accidente o deterioro de una máquina si se pone en marcha sin conocer su modo de funcionamiento.
- La lubricación deficiente conduce a un desgaste prematuro por lo que los puntos de engrase manual deben ser engrasados regularmente.
- Puede haber ciertos riesgos si alguna palanca de la máquina no está en su posición correcta.
- El resultado de un trabajo puede ser poco exacto si las guías de las máquinas se desgastan, y por ello hay que protegerlas contra la introducción de virutas.
- Puede haber riesgos mecánicos que se deriven fundamentalmente de los diversos movimientos que realicen las distintas partes de una máquina y que pueden provocar que el operario:
 - Entre en contacto con alguna parte de la máquina o ser atrapado entre ella y cualquier estructura fija o material.
 - Sea golpeado o arrastrado por cualquier parte en movimiento de la máquina.
 - Ser golpeado por elementos de la máquina que resulten proyectados.
 - Ser golpeado por otros materiales proyectados por la máquina.
- Puede haber riesgos no mecánicos tales como los derivados de la utilización de energía eléctrica, productos químicos, generación de ruido, vibraciones, radiaciones, etc.

Los movimientos peligrosos de las máquinas se clasifican en cuatro grupos:

- Movimientos de rotación. Son aquellos movimientos sobre un eje con independencia de la inclinación del mismo y aún cuando giren lentamente. Se clasifican en los siguientes grupos:
- Elementos considerados aisladamente tales como árboles de transmisión, vástagos, brocas, acoplamientos.
- Puntos de atrapamiento entre engranajes y ejes girando y otras fijas o dotadas de desplazamiento lateral a ellas.
- Movimientos alternativos y de traslación. El punto peligroso se sitúa en el lugar donde la pieza dotada de este tipo de movimiento se aproxima a otra pieza fija o móvil y la sobrepasa.
- Movimientos de traslación y rotación. Las conexiones de bielas y vástagos con ruedas y volantes son algunos de los mecanismos que generalmente están dotadas de este tipo de movimientos.
- Movimientos de oscilación. Las piezas dotadas de movimientos de oscilación pendular generan puntos de "tijera" entre ellas y otras piezas fijas.

Las actividades de prevención deberán ser modificadas cuando se aprecie por el empresario, como consecuencia de los controles periódicos previstos en el apartado anterior, su inadecuación a los fines de protección requeridos.

1.2.4. EQUIPOS DE TRABAJO Y MEDIOS DE PROTECCIÓN.

Cuando la utilización de un equipo de trabajo pueda presentar un riesgo específico para la seguridad y la salud de los trabajadores, el empresario adoptará las medidas necesarias con el fin de que:

- La utilización del equipo de trabajo quede reservada a los encargados de dicha utilización.
- Los trabajos de reparación, transformación, mantenimiento o conservación sean realizados por los trabajadores específicamente capacitados para ello.

El empresario deberá proporcionar a sus trabajadores equipos de protección individual adecuados para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos.

1.2.5. INFORMACIÓN, CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario adoptará las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban todas las informaciones necesarias en relación con:

- Los riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.
- Las medidas y actividades de protección y prevención aplicables a los riesgos.

Los trabajadores tendrán derecho a efectuar propuestas al empresario, así como a los órganos competentes en esta materia, dirigidas a la mejora de los niveles de la protección de la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, en materia de señalización en dichos lugares, en cuanto a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en las obras de construcción y en cuanto a utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

1.2.6. FORMACIÓN DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva.

1.2.7. MEDIDAS DE EMERGENCIA.

El empresario, teniendo en cuenta el tamaño y la actividad de la empresa, así como la posible presencia de personas ajenas a la misma, deberá analizar las posibles situaciones de emergencia y adoptar las medidas necesarias en materia de primeros auxilios, lucha contra incendios y evacuación de los trabajadores, designando para ello al personal encargado de poner en práctica estas medidas y comprobando periódicamente, en su caso, su correcto funcionamiento.

1.2.8. RIESGO GRAVE E INMINENTE.

Cuando los trabajadores estén expuestos a un riesgo grave e inminente con ocasión de su trabajo, el empresario estará obligado a:

- Informar lo antes posible a todos los trabajadores afectados acerca de la existencia de dicho riesgo y de las medidas adoptadas en materia de protección.

- Dar las instrucciones necesarias para que, en caso de peligro grave, inminente e inevitable, los trabajadores puedan interrumpir su actividad y además estar en condiciones, habida cuenta de sus conocimientos y de los medios técnicos puestos a su disposición, de adoptar las medidas necesarias para evitar las consecuencias de dicho peligro.

1.2.9. VIGILANCIA DE LA SALUD.

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo, optando por la realización de aquellos reconocimientos o pruebas que causen las menores molestias al trabajador y que sean proporcionales al riesgo.

1.2.10. DOCUMENTACIÓN.

El empresario deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la siguiente documentación:

- Evaluación de los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, y planificación de la acción preventiva.
- Medidas de protección y prevención a adoptar.
- Resultado de los controles periódicos de las condiciones de trabajo.
- Práctica de los controles del estado de salud de los trabajadores.
- Relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo.

1.2.11. COORDINACIÓN DE ACTIVIDADES EMPRESARIALES.

Cuando en un mismo centro de trabajo desarrollen actividades trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales.

1.2.12. PROTECCIÓN DE TRABAJADORES ESPECIALMENTE SENSIBLES A DETERMINADOS RIESGOS.

El empresario garantizará, evaluando los riesgos y adoptando las medidas preventivas necesarias, la protección de los trabajadores que, por sus propias características personales o estado biológico conocido, incluidos aquellos que tengan reconocida la situación de discapacidad física, psíquica o sensorial, sean específicamente sensibles a los riesgos derivados del trabajo.

1.2.13. PROTECCIÓN DE LA MATERNIDAD.

La evaluación de los riesgos deberá comprender la determinación de la naturaleza, el grado y la duración de la exposición de las trabajadoras en situación de embarazo o parto reciente, a agentes, procedimientos o condiciones de trabajo que puedan influir negativamente en la salud de las trabajadoras o del feto, adoptando, en su caso, las medidas necesarias para evitar la exposición a dicho riesgo.

1.2.14. PROTECCIÓN DE LOS MENORES.

Antes de la incorporación al trabajo de jóvenes menores de dieciocho años, y previamente a cualquier modificación importante de sus condiciones de trabajo, el empresario deberá efectuar una evaluación de los puestos de trabajo a desempeñar por los mismos, a fin de determinar la naturaleza, el grado y la duración de su exposición, teniendo especialmente en cuenta los riesgos derivados de su falta de experiencia, de su inmadurez para evaluar los riesgos existentes o potenciales y de su desarrollo todavía incompleto.

1.2.15. RELACIONES DE TRABAJO TEMPORALES, DE DURACIÓN DETERMINADA Y EN EMPRESAS DE TRABAJO TEMPORAL.

Los trabajadores con relaciones de trabajo temporales o de duración determinada, así como los contratados por empresas de trabajo temporal, deberán disfrutar del mismo nivel de protección en materia de seguridad y salud que los restantes trabajadores de la empresa en la que prestan sus servicios.

1.2.16. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES EN MATERIA DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.

Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.

Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:

- Usar adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
- Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario.
- No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Informar de inmediato un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente.

1.3. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

1.3.1. PROTECCIÓN Y PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES.

En cumplimiento del deber de prevención de riesgos profesionales, el empresario designará uno o varios trabajadores para ocuparse de dicha actividad, constituirá un servicio de prevención o concertará dicho servicio con una entidad especializada ajena a la empresa.

Los trabajadores designados deberán tener la capacidad necesaria, disponer del tiempo y de los medios precisos y ser suficientes en número, teniendo en cuenta el tamaño de la empresa, así como los riesgos a que están expuestos los trabajadores.

En las empresas de menos de seis trabajadores, el empresario podrá asumir personalmente las funciones señaladas anteriormente, siempre que desarrolle de forma habitual su actividad en el centro de trabajo y tenga capacidad necesaria.

El empresario que no hubiere concertado el Servicio de Prevención con una entidad especializada ajena a la empresa deberá someter su sistema de prevención al control de una auditoría o evaluación externa.

1.3.2. SERVICIOS DE PREVENCIÓN.

Si la designación de uno o varios trabajadores fuera insuficiente para la realización de las actividades de prevención, en función del tamaño de la empresa, de los riesgos a que están expuestos los trabajadores o de la peligrosidad de las actividades desarrolladas, el empresario deberá recurrir a uno o varios servicios de prevención propios o ajenos a la empresa, que colaborarán cuando sea necesario.

Se entenderá como servicio de prevención el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializados.

1.4. CONSULTA Y PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES.

1.4.1. CONSULTA DE LOS TRABAJADORES.

El empresario deberá consultar a los trabajadores, con la debida antelación, la adopción de las decisiones relativas a:

- La planificación y la organización del trabajo en la empresa y la introducción de nuevas tecnologías, en todo lo relacionado con las consecuencias que éstas pudieran tener para la seguridad y la salud de los trabajadores.
- La organización y desarrollo de las actividades de protección de la salud y prevención de los riesgos profesionales en la empresa, incluida la designación de los trabajadores encargados de dichas actividades o el recurso a un servicio de prevención externo.
- La designación de los trabajadores encargados de las medidas de emergencia.

- El proyecto y la organización de la formación en materia preventiva.

1.4.2. DERECHOS DE PARTICIPACIÓN Y REPRESENTACIÓN.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo.

En las empresas o centros de trabajo que cuenten con seis o más trabajadores, la participación de éstos se canalizará a través de sus representantes y de la representación especializada.

1.4.3. DELEGADOS DE PREVENCIÓN.

Los Delegados de Prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán designados por y entre los representantes del personal, con arreglo a la siguiente escala:

- De 50 a 100 trabajadores: 2 Delegados de Prevención.
- De 101 a 500 trabajadores: 3 Delegados de Prevención.
- De 501 a 1000 trabajadores: 4 Delegados de Prevención.
- De 1001 a 2000 trabajadores: 5 Delegados de Prevención.
- De 2001 a 3000 trabajadores: 6 Delegados de Prevención.
- De 3001 a 4000 trabajadores: 7 Delegados de Prevención.
- De 4001 en adelante: 8 Delegados de Prevención.

En las empresas de hasta treinta trabajadores el Delegado de Prevención será el Delegado de Personal. En las empresas de treinta y uno a cuarenta y nueve trabajadores habrá un Delegado de Prevención que será elegido por y entre los Delegados de Personal.

2. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO.

2.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán y concretarán los aspectos más técnicos de las medidas preventivas, a través de normas mínimas que garanticen la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en los lugares de trabajo, de manera que de su utilización no se deriven riesgos para los trabajadores.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud aplicables a los lugares de trabajo, entendiendo como tales las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o a las que puedan acceder en razón de su trabajo, sin incluir las obras de construcción temporales o móviles.

2.2. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO.

El empresario deberá adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores.

En cualquier caso, los lugares de trabajo deberán cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el presente Real Decreto en cuanto a sus condiciones constructivas, orden, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios.

2.2.1. CONDICIONES CONSTRUCTIVAS.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán ofrecer seguridad frente a los riesgos de resbalones o caídas, choques o golpes contra objetos y derrumbaciones o caídas de materiales sobre los trabajadores, para ello el pavimento constituirá un conjunto homogéneo, llano y liso sin solución de continuidad, de material consistente, no resbaladizo o susceptible de serlo con el uso y de fácil limpieza, las paredes serán lisas, guarnecidas o pintadas en tonos claros y susceptibles de ser lavadas y blanqueadas y los techos deberán resguardar a los trabajadores de las inclemencias del tiempo y ser lo suficientemente consistentes.

El diseño y las características constructivas de los lugares de trabajo deberán también facilitar el control de las situaciones de emergencia, en especial en caso de incendio, y posibilitar, cuando sea necesario, la rápida y segura evacuación de los trabajadores.

Todos los elementos estructurales o de servicio (cimentación, pilares, forjados, muros y escaleras) deberán tener la solidez y resistencia necesarias para soportar las cargas o esfuerzos a que sean sometidos.

Las dimensiones de los locales de trabajo deberán permitir que los trabajadores realicen su trabajo sin riesgos para su seguridad y salud y en condiciones ergonómicas aceptables, adoptando una superficie libre superior a 2 m² por trabajador, un volumen mayor a 10 m³ por trabajador y una altura mínima desde el piso al techo de 2,50 m. Las zonas de los lugares de trabajo en las que exista riesgo de caída, de caída de objetos o de contacto o exposición a elementos agresivos, deberán estar claramente señalizadas.

El suelo deberá ser fijo, estable y no resbaladizo, sin irregularidades ni pendientes peligrosas. Las aberturas, desniveles y las escaleras se protegerán mediante barandillas de 90 cm de altura.

Los trabajadores deberán poder realizar de forma segura las operaciones de abertura, cierre, ajuste o fijación de ventanas, y en cualquier situación no supondrán un riesgo para éstos.

Las vías de circulación deberán poder utilizarse conforme a su uso previsto, de forma fácil y con total seguridad. La anchura mínima de las puertas exteriores y de los pasillos será de 100 cm.

Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista y deberán estar protegidas contra la rotura.

Las puertas de acceso a las escaleras no se abrirán directamente sobre sus escalones, sino sobre descansos de anchura al menos igual a la de aquellos.

Los pavimentos de las rampas y escaleras serán de materiales no resbaladizos y caso de ser perforados la abertura máxima de los intersticios será de 8 mm. La pendiente de las rampas variará entre un 8 y 12 %. La anchura mínima será de 55 cm para las escaleras de servicio y de 1 m. para las de uso general.

Caso de utilizar escaleras de mano, éstas tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas. En cualquier caso, no se emplearán escaleras de más de 5 m de altura, se colocarán formando un ángulo aproximado de 75° con la horizontal, sus largueros deberán prolongarse al menos 1 m sobre la zona a acceder, el ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán frente a las mismas, los trabajos a más de 3,5 m de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad y no serán utilizadas por dos o más personas simultáneamente.

Las vías y salidas de evacuación deberán permanecer expeditas y desembocarán en el exterior. El número, la distribución y las dimensiones de las vías deberán estar dimensionadas para poder evacuar todos los lugares de trabajo rápidamente, dotando de alumbrado de emergencia aquellas que lo requieran.

La instalación eléctrica no deberá entrañar riesgos de incendio o explosión, para ello se dimensionarán todos los circuitos considerando las sobreintensidades previsibles y se dotará a los conductores y resto de aparataje eléctrica de un nivel de aislamiento adecuado.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección conectados a las carcassas de los receptores eléctricos, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada al tipo de local, características del terreno y constitución de los electrodos artificiales).

2.2.2. ORDEN, LIMPIEZA Y MANTENIMIENTO. SEÑALIZACIÓN.

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos.

Las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento. Se eliminarán con rapidez los desperdicios, las manchas de grasa, los residuos de sustancias peligrosas y demás productos residuales que puedan originar accidentes o contaminar el ambiente de trabajo.

Los lugares de trabajo y, en particular, sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico.

2.2.3. CONDICIONES AMBIENTALES.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

En los locales de trabajo cerrados deberán cumplirse las condiciones siguientes:

- La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27 °C. En los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °C.
- La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.
- Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:
- Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

- Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.
 - Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.
- La renovación mínima del aire de los locales de trabajo será de 30 m³ de aire limpio por hora y trabajador en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y 50 m³ en los casos restantes.
- Se evitarán los olores desagradables.

2.2.4. ILUMINACIÓN.

La iluminación será natural con puertas y ventanas acristaladas, complementándose con iluminación artificial en las horas de visibilidad deficiente. Los puestos de trabajo llevarán además puntos de luz individuales, con el fin de obtener una visibilidad notable. Los niveles de iluminación mínimos establecidos (lux) son los siguientes:

- Areas o locales de uso ocasional: 50 lux
- Areas o locales de uso habitual: 100 lux
- Vías de circulación de uso ocasional: 25 lux.
- Vías de circulación de uso habitual: 50 lux.
- Zonas de trabajo con bajas exigencias visuales: 100 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales moderadas: 200 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales altas: 500 lux.
- Zonas de trabajo con exigencias visuales muy altas: 1000 lux.

La iluminación anteriormente especificada deberá poseer una uniformidad adecuada, mediante la distribución uniforme de luminarias, evitándose los deslumbramientos directos por equipos de alta luminancia.

Se instalará además el correspondiente alumbrado de emergencia y señalización con el fin de poder iluminar las vías de evacuación en caso de fallo del alumbrado general.

2.2.5. SERVICIOS HIGIÉNICOS Y LOCALES DE DESCANSO.

En el local se dispondrá de agua potable en cantidad suficiente y fácilmente accesible por los trabajadores.

Se dispondrán vestuarios cuando los trabajadores deban llevar ropa especial de trabajo, provistos de asientos y de armarios o taquillas individuales con llave, con una capacidad suficiente para guardar la ropa y el calzado. Si los vestuarios no fuesen necesarios, se dispondrán colgadores o armarios para colocar la ropa.

Existirán aseos con espejos, retretes con descarga automática de agua y papel higiénico y lavabos con agua corriente, caliente si es necesario, jabón y toallas individuales u otros sistema de secado con garantías higiénicas. Dispondrán además de duchas de agua corriente, caliente y fría, cuando se realicen habitualmente trabajos sucios, contaminantes o que originen elevada sudoración. Llevarán alicatados los paramentos hasta una altura de 2 m. del suelo, con baldosín cerámico esmaltado de color blanco. El solado será continuo e impermeable, formado por losas de gres rugoso antideslizante.

Si el trabajo se interrumpiera regularmente, se dispondrán espacios donde los trabajadores puedan permanecer durante esas interrupciones, diferenciándose espacios para fumadores y no fumadores.

2.2.6. MATERIAL Y LOCALES DE PRIMEROS AUXILIOS.

El lugar de trabajo dispondrá de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores y a los riesgos a que estén expuestos.

Como mínimo se dispondrá, en lugar reservado y a la vez de fácil acceso, de un botiquín portátil, que contendrá en todo momento, agua oxigenada, alcohol de 96, tintura de yodo, mercurcromo, gasas estériles, algodón hidrófilo, bolsa de agua, torniquete, guantes esterilizados y desechables, jeringuillas, hervidor, agujas, termómetro clínico, gasas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas, antiespasmódicos, analgésicos y vendas.

3. DISPOSICIONES MINIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

3.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que en los lugares de trabajo exista una adecuada señalización de seguridad y salud, siempre que los riesgos no puedan evitarse o limitarse suficientemente a través de medios técnicos de protección colectiva.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1.997 establece las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo, entendiendo como tales aquellas señalizaciones que referidas a un objeto, actividad o situación determinada, proporcionen una indicación o una obligación relativa a la seguridad o la salud en el trabajo mediante una señal en forma de panel, un color, una señal luminosa o acústica, una comunicación verbal o una señal gestual.

3.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

La elección del tipo de señal y del número y emplazamiento de las señales o dispositivos de señalización a utilizar en cada caso se realizará de forma que la señalización resulte lo más eficaz posible, teniendo en cuenta:

- Las características de la señal.
- Los riesgos, elementos o circunstancias que hayan de señalizarse.
- La extensión de la zona a cubrir.
- El número de trabajadores afectados.

Para la señalización de desniveles, obstáculos u otros elementos que originen riesgo de caída de personas, choques o golpes, así como para la señalización de riesgo eléctrico, presencia de materias inflamables, tóxicas, corrosivas o riesgo biológico, podrá optarse por una señal de advertencia de forma triangular, con un pictograma característico de color negro sobre fondo amarillo y bordes negros.

Las vías de circulación de vehículos deberán estar delimitadas con claridad mediante franjas continuas de color blanco o amarillo.

Los equipos de protección contra incendios deberán ser de color rojo.

La señalización para la localización e identificación de las vías de evacuación y de los equipos de salvamento o socorro (botiquín portátil) se realizará mediante una señal de forma cuadrada o rectangular, con un pictograma característico de color blanco sobre fondo verde.

La señalización dirigida a alertar a los trabajadores o a terceros de la aparición de una situación de peligro y de la consiguiente y urgente necesidad de actuar de una forma determinada o de evacuar la zona de peligro, se realizará mediante una señal luminosa, una señal acústica o una comunicación verbal.

Los medios y dispositivos de señalización deberán ser limpiados, mantenidos y verificados regularmente.

4. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

4.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los

trabajadores. Entre éstas se encuentran las destinadas a garantizar que de la presencia o utilización de los equipos de trabajo puestos a disposición de los trabajadores en la empresa o centro de trabajo no se deriven riesgos para la seguridad o salud de los mismos.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, entendiendo como tales cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizado en el trabajo.

4.2. OBLIGACION GENERAL DEL EMPRESARIO.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y la salud de los trabajadores al utilizar dichos equipos.

Deberá utilizar únicamente equipos que satisfagan cualquier disposición legal o reglamentaria que les sea de aplicación.

Para la elección de los equipos de trabajo el empresario deberá tener en cuenta los siguientes factores:

- Las condiciones y características específicas del trabajo a desarrollar.
- Los riesgos existentes para la seguridad y salud de los trabajadores en el lugar de trabajo.
- En su caso, las adaptaciones necesarias para su utilización por trabajadores discapacitados.

Adoptará las medidas necesarias para que, mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en unas condiciones adecuadas. Todas las operaciones de mantenimiento, ajuste, desbloqueo, revisión o reparación de los equipos de trabajo se realizará tras haber parado o desconectado el equipo. Estas operaciones deberán ser encomendadas al personal especialmente capacitado para ello.

El empresario deberá garantizar que los trabajadores reciban una formación e información adecuadas a los riesgos derivados de los equipos de trabajo. La información, suministrada preferentemente por escrito, deberá contener, como mínimo, las indicaciones relativas a:

- Las condiciones y forma correcta de utilización de los equipos de trabajo, teniendo en cuenta las instrucciones del fabricante, así como las situaciones o formas de utilización anormales y peligrosas que puedan preverse.
- Las conclusiones que, en su caso, se puedan obtener de la experiencia adquirida en la utilización de los equipos de trabajo.

4.2.1. DISPOSICIONES MÍNIMAS GENERALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO.

Los órganos de accionamiento de un equipo de trabajo que tengan alguna incidencia en la seguridad deberán ser claramente visibles e identificables y no deberán acarrear riesgos como consecuencia de una manipulación involuntaria.

Cada equipo de trabajo deberá estar provisto de un órgano de accionamiento que permita su parada total en condiciones de seguridad.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo de caída de objetos o de proyecciones deberá estar provisto de dispositivos de protección adecuados a dichos riesgos.

Cualquier equipo de trabajo que entrañe riesgo por emanación de gases, vapores o líquidos o por emisión de polvo deberá estar provisto de dispositivos adecuados de captación o extracción cerca de la fuente emisora correspondiente.

Si fuera necesario para la seguridad o la salud de los trabajadores, los equipos de trabajo y sus elementos deberán estabilizarse por fijación o por otros medios.

Cuando los elementos móviles de un equipo de trabajo puedan entrañar riesgo de accidente por contacto mecánico, deberán ir equipados con resguardos o dispositivos que impidan el acceso a las zonas peligrosas.

Las zonas y puntos de trabajo o mantenimiento de un equipo de trabajo deberán estar adecuadamente iluminadas en función de las tareas que deban realizarse.

Las partes de un equipo de trabajo que alcancen temperaturas elevadas o muy bajas deberán estar protegidas cuando corresponda contra los riesgos de contacto o la proximidad de los trabajadores.

Todo equipo de trabajo deberá ser adecuado para proteger a los trabajadores expuestos contra el riesgo de contacto directo o indirecto de la electricidad y los que entrañen riesgo por ruido, vibraciones o radiaciones deberá disponer de las protecciones o dispositivos adecuados para limitar, en la medida de lo posible, la generación y propagación de estos agentes físicos.

Las herramientas manuales deberán estar construidas con materiales resistentes y la unión entre sus elementos deberá ser firme, de manera que se eviten las roturas o proyecciones de los mismos.

La utilización de todos estos equipos no podrá realizarse en contradicción con las instrucciones facilitadas por el fabricante, comprobándose antes del iniciar la tarea que todas sus protecciones y condiciones de uso son las adecuadas.

Deberán tomarse las medidas necesarias para evitar el atrapamiento del cabello, ropas de trabajo u otros objetos del trabajador, evitando, en cualquier caso, someter a los equipos a sobrecargas, sobrepresiones, velocidades o tensiones excesivas.

4.2.2. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO MOVILES.

Los equipos con trabajadores transportados deberán evitar el contacto de éstos con ruedas y orugas y el aprisionamiento por las mismas. Para ello dispondrán de una estructura de protección que impida que el equipo de trabajo incline más de un cuarto de vuelta o una estructura que garantice un espacio suficiente alrededor de los trabajadores transportados cuando el equipo pueda inclinarse más de un cuarto de vuelta. No se requerirán estas estructuras de protección cuando el equipo de trabajo se encuentre estabilizado durante su empleo.

Las carretillas elevadoras deberán estar acondicionadas mediante la instalación de una cabina para el conductor, una estructura que impida que la carretilla vuelque, una estructura que garantice que, en caso de vuelco, quede espacio suficiente para el trabajador entre el suelo y determinadas partes de dicha carretilla y una estructura que mantenga al trabajador sobre el asiento de conducción en buenas condiciones.

Los equipos de trabajo automotores deberán contar con dispositivos de frenado y parada, con dispositivos para garantizar una visibilidad adecuada y con una señalización acústica de advertencia. En cualquier caso, su conducción estará reservada a los trabajadores que hayan recibido una información específica.

4.2.3. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA ELEVACION DE CARGAS.

Deberán estar instalados firmemente, teniendo presente la carga que deban levantar y las tensiones inducidas en los puntos de suspensión o de fijación. En cualquier caso, los aparatos de izar estarán equipados con limitador del recorrido del carro y de los ganchos, los motores eléctricos estarán provistos de limitadores de altura y del peso, los ganchos de sujeción serán de acero con "pestillos de seguridad" y los carriles para desplazamiento estarán limitados a una distancia de 1 m de su término mediante topes de seguridad de final de carrera eléctricos.

Deberá figurar claramente la carga nominal.

Deberán instalarse de modo que se reduzca el riesgo de que la carga caiga en picado, se suelte o se desvíe involuntariamente de forma peligrosa. En cualquier caso, se evitará la presencia de trabajadores bajo las cargas suspendidas. Caso de ir equipadas con cabinas para trabajadores deberá evitarse la caída de éstas, su aplastamiento o choque.

Los trabajos de izado, transporte y descenso de cargas suspendidas, quedarán interrumpidos bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.

4.2.4. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LOS EQUIPOS DE TRABAJO PARA MOVIMIENTO DE TIERRAS Y MAQUINARIA PESADA EN GENERAL.

Las máquinas para los movimientos de tierras estarán dotadas de faros de marcha hacia adelante y de retroceso, servofrenos, freno de mano, bocina automática de retroceso, retrovisores en ambos lados, pórtico de seguridad antivuelco y antiimpactos y un extintor.

Se prohíbe trabajar o permanecer dentro del radio de acción de la maquinaria de movimiento de tierras, para evitar los riesgos por atropello.

Durante el tiempo de parada de las máquinas se señalizará su entorno con "señales de peligro", para evitar los riesgos por fallo de frenos o por atropello durante la puesta en marcha.

Si se produjese contacto con líneas eléctricas el maquinista permanecerá inmóvil en su puesto y solicitará auxilio por medio de las bocinas. De ser posible el salto sin riesgo de contacto eléctrico, el maquinista saltará fuera de la máquina sin tocar, al unísono, la máquina y el terreno.

Antes del abandono de la cabina, el maquinista habrá dejado en reposo, en contacto con el pavimento (la cuchilla, cazo, etc.), puesto el freno de mano y parado el motor extrayendo la llave de contacto para evitar los riesgos por fallos del sistema hidráulico.

Las pasarelas y peldaños de acceso para conducción o mantenimiento permanecerán limpios de gravas, barro y aceite, para evitar los riesgos de caída.

Se prohíbe el transporte de personas sobre las máquinas para el movimiento de tierras, para evitar los riesgos de caídas o de atropellos.

Se instalarán topes de seguridad de fin de recorrido, ante la coronación de los cortes (taludes o terraplenes) a los que debe aproximarse la maquinaria empleada en el movimiento de tierras, para evitar los riesgos por caída de la máquina.

Se señalizarán los caminos de circulación interna mediante cuerda de banderolas y señales normalizadas de tráfico.

Se prohíbe el acopio de tierras a menos de 2 m. del borde de la excavación (como norma general).

No se debe fumar cuando se abastezca de combustible la máquina, pues podría inflamarse. Al realizar dicha tarea el motor deberá permanecer parado.

Se prohíbe realizar trabajos en un radio de 10 m entorno a las máquinas de hinka, en prevención de golpes y atropellos.

Las cintas transportadoras estarán dotadas de pasillo lateral de visita de 60 cm de anchura y barandillas de protección de éste de 90 cm de altura. Estarán dotadas de encauzadores antidesprendimientos de objetos por rebose de materiales. Bajo las cintas, en todo su recorrido, se instalarán bandejas de recogida de objetos desprendidos.

Los compresores serán de los llamados "silenciosos" en la intención de disminuir el nivel de ruido. La zona dedicada para la ubicación del compresor quedará acordonada en un radio de 4 m. Las mangueras estarán en perfectas condiciones de uso, es decir, sin grietas ni desgastes que puedan producir un reventón.

Cada tajo con martillos neumáticos, estará trabajado por dos cuadrillas que se turnarán cada hora, en prevención de lesiones por permanencia continuada recibiendo vibraciones. Los pisones mecánicos se guiarán avanzando frontalmente, evitando los desplazamientos laterales. Para realizar estas tareas se utilizará faja elástica de protección de cintura, muñequeras bien ajustadas, botas de seguridad, cascos antirruído y una mascarilla con filtro mecánico intercambiable.

4.2.5. DISPOSICIONES MÍNIMAS ADICIONALES APLICABLES A LA MAQUINARIA HERRAMIENTA.

Las máquinas-herramienta estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento y sus motores eléctricos estarán protegidos por la carcasa.

Las que tengan capacidad de corte tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.

Las que se utilicen en ambientes inflamables o explosivos estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes. Se prohíbe la utilización de máquinas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o de ventilación insuficiente.

Se prohíbe trabajar sobre lugares encharcados, para evitar los riesgos de caídas y los eléctricos.

Para todas las tareas se dispondrá una iluminación adecuada, en torno a 100 lux.

En prevención de los riesgos por inhalación de polvo, se utilizarán en vía húmeda las herramientas que lo produzcan.

Las mesas de sierra circular, cortadoras de material cerámico y sierras de disco manual no se ubicarán a distancias inferiores a tres metros del borde de los forjados, con la excepción de los que estén claramente protegidos (redes o barandillas, petos de remate, etc). Bajo ningún concepto se retirará la protección del disco de corte, utilizándose en todo momento gafas de seguridad antiproyección de partículas. Como normal general, se deberán extraer los clavos o partes metálicas hincadas en el elemento a cortar.

Con las pistolas fija-clavos no se realizarán disparos inclinados, se deberá verificar que no hay nadie al otro lado del objeto sobre el que se dispara, se evitará clavar sobre fábricas de ladrillo hueco y se asegurará el equilibrio de la persona antes de efectuar el disparo.

Para la utilización de los taladros portátiles y rozadoras eléctricas se elegirán siempre las brocas y discos adecuados al material a taladrar, se evitará realizar taladros en una sola maniobra y taladros o rozaduras inclinadas a pulso y se tratará no recalentar las brocas y discos.

Las pulidoras y abrillantadoras de suelos, lijadoras de madera y alisadoras mecánicas tendrán el manillar de manejo y control revestido de material aislante y estarán dotadas de aro de protección antiatrapamientos o abrasiones.

En las tareas de soldadura por arco eléctrico se utilizará yelmo del soldar o pantalla de mano, no se mirará directamente al arco voltaico, no se tocarán las piezas recientemente soldadas, se soldará en un lugar ventilado, se verificará la inexistencia de personas en el entorno vertical de puesto de trabajo, no se dejará directamente la pinza en el suelo o sobre la perfilería, se escogerá el electrodo adecuada para el cordón a ejecutar y se

suspenderán los trabajos de soldadura con vientos superiores a 60 km/h y a la intemperie con régimen de lluvias.

En la soldadura oxiacetilénica (oxicorte) no se mezclarán botellas de gases distintos, éstas se transportarán sobre bateas enjauladas en posición vertical y atadas, no se ubicarán al sol ni en posición inclinada y los mecheros estarán dotados de válvulas antirretroceso de la llama. Si se desprenden pinturas se trabajará con mascarilla protectora y se hará al aire libre o en un local ventilado.

5. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

5.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el artículo 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiendo como tales cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

La obra en proyecto referente a la Ejecución de una Edificación de uso Industrial o Comercial se encuentra incluida en el Anexo I de dicha legislación, con la clasificación a) Excavación, b) Movimiento de tierras, c) Construcción, d) Montaje y desmontaje de elementos prefabricados, e) Acondicionamiento o instalación, l) Trabajos de pintura y de limpieza y m) Saneamiento.

Al tratarse de una obra con las siguientes condiciones:

- a) El presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es inferior a 75 millones de pesetas.
- b) La duración estimada es inferior a 30 días laborables, no utilizándose en ningún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- c) El volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, es inferior a 500.

Por todo lo indicado, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio básico de seguridad y salud. Caso de superarse alguna de las condiciones citadas anteriormente deberá realizarse un estudio completo de seguridad y salud.

5.2. ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

5.2.1. RIESGOS MAS FRECUENTES EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION.

Los Oficios más comunes en las obras de construcción son los siguientes:

- Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.
- Relleno de tierras.
- Encofrados.
- Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.
- Trabajos de manipulación del hormigón.
- Montaje de estructura metálica
- Montaje de prefabricados.
- Albañilería.
- Cubiertas.
- Alicatados.
- Enfoscados y enlucidos.

- Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.
- Carpintería de madera, metálica y cerrajería.
- Montaje de vidrio.
- Pintura y barnizados.
- Instalación eléctrica definitiva y provisional de obra.
- Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.
- Instalación de antenas y pararrayos.

Los riesgos más frecuentes durante estos oficios son los descritos a continuación:

- Deslizamientos, desprendimientos de tierras por diferentes motivos (no emplear el talud adecuado, por variación de la humedad del terreno, etc).
- Riesgos derivados del manejo de máquinas-herramienta y maquinaria pesada en general.
- Atropellos, colisiones, vuelcos y falsas maniobras de la maquinaria para movimiento de tierras.
- Caídas al mismo o distinto nivel de personas, materiales y útiles.
- Los derivados de los trabajos pulverulentos.
- Contactos con el hormigón (dermatitis por cementos, etc).
- Caída de los encofrados al vacío, caída de personal al caminar o trabajar sobre los fondillos de las vigas, pisadas sobre objetos punzantes, etc.
- Desprendimientos por mal apilado de la madera, planchas metálicas, etc.
- Cortes y heridas en manos y pies, aplastamientos, tropiezos y torceduras al caminar sobre las armaduras.
- Hundimientos, rotura o reventón de encofrados, fallos de entibaciones.
- Contactos con la energía eléctrica (directos e indirectos), electrocuciones, quemaduras, etc.
- Los derivados de la rotura fortuita de las planchas de vidrio.
- Cuerpos extraños en los ojos, etc.
- Agresión por ruido y vibraciones en todo el cuerpo.
- Microclima laboral (frío-calor), agresión por radiación ultravioleta, infrarroja.
- Agresión mecánica por proyección de partículas.

- Golpes.
- Cortes por objetos y/o herramientas.
- Incendio y explosiones.
- Riesgo por sobreesfuerzos musculares y malos gestos.
- Carga de trabajo física.
- Deficiente iluminación.
- Efecto psico-fisiológico de horarios y turno.

5.2.2. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER GENERAL.

Se establecerán a lo largo de la obra letreros divulgativos y señalización de los riesgos (vuelo, atropello, colisión, caída en altura, corriente eléctrica, peligro de incendio, materiales inflamables, prohibido fumar, etc), así como las medidas preventivas previstas (uso obligatorio del casco, uso obligatorio de las botas de seguridad, uso obligatorio de guantes, uso obligatorio de cinturón de seguridad, etc).

Se habilitarán zonas o estancias para el acopio de material y útiles (ferralla, perfilera metálica, piezas prefabricadas, carpintería metálica y de madera, vidrio, pinturas, barnices y disolventes, material eléctrico, aparatos sanitarios, tuberías, aparatos de calefacción y climatización, etc).

Se procurará que los trabajos se realicen en superficies secas y limpias, utilizando los elementos de protección personal, fundamentalmente calzado antideslizante reforzado para protección de golpes en los pies, casco de protección para la cabeza y cinturón de seguridad.

El transporte aéreo de materiales y útiles se hará suspendiéndolos desde dos puntos mediante eslingas, y se guiarán por tres operarios, dos de ellos guiarán la carga y el tercero ordenará las maniobras.

El transporte de elementos pesados (sacos de aglomerante, ladrillos, arenas, etc) se hará sobre carretilla de mano y así evitar sobreesfuerzos.

Los andamios sobre borriquetas, para trabajos en altura, tendrán siempre plataformas de trabajo de anchura no inferior a 60 cm (3 tablones trabados entre sí),

prohibiéndose la formación de andamios mediante bidones, cajas de materiales, bañeras, etc.

Se tenderán cables de seguridad amarrados a elementos estructurales sólidos en los que enganchar el mosquetón del cinturón de seguridad de los operarios encargados de realizar trabajos en altura.

La distribución de máquinas, equipos y materiales en los locales de trabajo será la adecuada, delimitando las zonas de operación y paso, los espacios destinados a puestos de trabajo, las separaciones entre máquinas y equipos, etc.

El área de trabajo estará al alcance normal de la mano, sin necesidad de ejecutar movimientos forzados.

Se vigilarán los esfuerzos de torsión o de flexión del tronco, sobre todo si el cuerpo están en posición inestable.

Se evitarán las distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte, así como un ritmo demasiado alto de trabajo.

Se tratará que la carga y su volumen permitan asirla con facilidad.

Se recomienda evitar los barrizales, en prevención de accidentes.

Se debe seleccionar la herramienta correcta para el trabajo a realizar, manteniéndola en buen estado y uso correcto de ésta. Después de realizar las tareas, se guardarán en lugar seguro.

La iluminación para desarrollar los oficios convenientemente oscilará en torno a los 100 lux.

Es conveniente que los vestidos estén configurados en varias capas al comprender entre ellas cantidades de aire que mejoran el aislamiento al frío. Empleo de guantes, botas y orejeras. Se resguardará al trabajador de vientos mediante apantallamientos y se evitará que la ropa de trabajo se empape de líquidos evaporables.

Si el trabajador sufriese estrés térmico se deben modificar las condiciones de trabajo, con el fin de disminuir su esfuerzo físico, mejorar la circulación de aire, apantallar el calor por radiación, dotar al trabajador de vestimenta adecuada (sombrero, gafas de sol, cremas y lociones solares), vigilar que la ingesta de agua tenga cantidades moderadas de sal y establecer descansos de recuperación si las soluciones anteriores no son suficientes.

El aporte alimentario calórico debe ser suficiente para compensar el gasto derivado de la actividad y de las contracciones musculares.

Para evitar el contacto eléctrico directo se utilizará el sistema de separación por distancia o alejamiento de las partes activas hasta una zona no accesible por el trabajador, interposición de obstáculos y/o barreras (armarios para cuadros eléctricos, tapas para interruptores, etc.) y recubrimiento o aislamiento de las partes activas.

Para evitar el contacto eléctrico indirecto se utilizará el sistema de puesta a tierra de las masas (conductores de protección, líneas de enlace con tierra y electrodos artificiales) y dispositivos de corte por intensidad de defecto (interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada a las condiciones de humedad y resistencia de tierra de la instalación provisional).

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como el número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.

En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.

5.2.3. MEDIDAS PREVENTIVAS DE CARÁCTER PARTICULAR PARA CADA OFICIO

Movimiento de tierras. Excavación de pozos y zanjas.

Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.

Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación, para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno, señalizándose además mediante una línea esta distancia de seguridad.

Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.

La maquinaria estará dotada de peldaños y asidero para subir o bajar de la cabina de control. No se utilizará como apoyo para subir a la cabina las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Los desplazamientos por el interior de la obra se realizarán por caminos señalizados.

Se utilizarán redes tensas o mallazo electrosoldado situadas sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 m.

La circulación de los vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de la excavación no superior a los 3 m. para vehículos ligeros y de 4 m para pesados.

Se conservarán los caminos de circulación interna cubriendo baches, eliminando blandones y compactando mediante zahorras.

El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes.

Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 m., se entibará (o encamisará) el perímetro en prevención de derrumbamientos.

Se efectuará el achique inmediato de las aguas que afloran (o caen) en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.

En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:

Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.

La línea eléctrica que afecta a la obra será desviada de su actual trazado al límite marcado en los planos.

La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra, queda fijada en 5 m., en zonas accesibles durante la construcción.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

Relleno de tierras.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.

Se instalará, en el borde de los terraplenes de vertido, sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido en retroceso.

Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m. en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento.

Los vehículos de compactación y apisonado, irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

Encofrados.

Se prohíbe la permanencia de operarios en las zonas de batido de cargas durante las operaciones de izado de tablonos, sopandas, puntales y ferralla; igualmente se procederá durante la elevación de viguetas, nervios, armaduras, pilares, bovedillas, etc.

El ascenso y descenso del personal a los encofrados, se efectuará a través de escaleras de mano reglamentarias.

Se instalarán barandillas reglamentarias en los frentes de losas horizontales, para impedir la caída al vacío de las personas.

Los clavos o puntas existentes en la madera usada, se extraerán o remacharán, según casos.

Queda prohibido encofrar sin antes haber cubierto el riesgo de caída desde altura mediante la ubicación de redes de protección.

Trabajos con ferralla, manipulación y puesta en obra.

Los paquetes de redondos se almacenarán en posición horizontal sobre durmientes de madera capa a capa, evitándose las alturas de las pilas superiores al 1'50 m.

Se efectuará un barrido diario de puntas, alambres y recortes de ferralla en torno al banco (o bancos, borriquetas, etc.) de trabajo.

Queda prohibido el transporte aéreo de armaduras de pilares en posición vertical.

Se prohíbe trepar por las armaduras en cualquier caso.

Se prohíbe el montaje de zunchos perimetrales, sin antes estar correctamente instaladas las redes de protección.

Se evitará, en lo posible, caminar por los fondillos de los encofrados de jácenos o vigas.

Trabajos de manipulación del hormigón.

Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, en evitación de vuelcos.

Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 m. del borde de la excavación.

Se prohíbe cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.

La tubería de la bomba de hormigonado, se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.

Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablonos, que se dispondrán perpendicularmente al eje de la zanja o zapata.

El hormigonado y vibrado del hormigón de pilares, se realizará desde "castilletes de hormigonado"

En el momento en el que el forjado lo permita, se izará en torno a los huecos el peto definitivo de fábrica, en prevención de caídas al vacío.

Se prohíbe transitar pisando directamente sobre las bovedillas (cerámicas o de hormigón), en prevención de caídas a distinto nivel.

Montaje de estructura metálica.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior al 1'50 m.

Una vez montada la "primera altura" de pilares, se tenderán bajo ésta redes horizontales de seguridad.

Se prohíbe elevar una nueva altura, sin que en la inmediata inferior se hayan concluido los cordones de soldadura.

Las operaciones de soldadura en altura, se realizarán desde el interior de una guindola de soldador, provista de una barandilla perimetral de 1 m. de altura formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié. El soldador, además, amarrará el mosquetón del cinturón a un cable de seguridad, o a argollas soldadas a tal efecto en la perfilería.

Se prohíbe la permanencia de operarios dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

Se prohíbe la permanencia de operarios directamente bajo tajos de soldadura.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura y desplazarse sobre las alas de una viga sin atar el cinturón de seguridad.

El ascenso o descenso a/o de un nivel superior, se realizará mediante una escalera de mano provista de zapatas antideslizantes y ganchos de cuelgue e inmovilidad dispuestos de tal forma que sobrepase la escalera 1 m. la altura de desembarco.

El riesgo de caída al vacío por fachadas se cubrirá mediante la utilización de redes de horca (o de bandeja).

Montaje de prefabricados.

El riesgo de caída desde altura, se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm., de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm., sobre andamios (metálicos, tubulares de borriquetas).

Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas en prevención del riesgo de desplome.

Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no dañen los elementos de enganche para su izado.

Se paralizará la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a 60 Km/h.

Albañilería.

Los grandes huecos (patios) se cubrirán con una red horizontal instalada alternativamente cada dos plantas, para la prevención de caídas.

Se prohíbe concentrar las cargas de ladrillos sobre vanos. El acopio de palets, se realizará próximo a cada pilar, para evitar las sobrecargas de la estructura en los lugares de menor resistencia.

Los escombros y cascotes se evacuarán diariamente mediante trompas de vertido montadas al efecto, para evitar el riesgo de pisadas sobre materiales.

Las rampas de las escaleras estarán protegidas en su entorno por una barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm.

Cubiertas.

El riesgo de caída al vacío, se controlará instalando redes de horca alrededor del edificio. No se permiten caídas sobre red superiores a los 6 m. de altura.

Se paralizarán los trabajos sobre las cubiertas bajo régimen de vientos superiores a 60 km/h., lluvia, helada y nieve.

Alicatados.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas, se ejecutará en vía húmeda, para evitar la formación de polvo ambiental durante el trabajo.

El corte de las plaquetas y demás piezas cerámicas se ejecutará en locales abiertos o a la intemperie, para evitar respirar aire con gran cantidad de polvo.

Enfoscados y enlucidos.

Las "miras", reglas, tablones, etc., se cargarán a hombro en su caso, de tal forma que al caminar, el extremo que va por delante, se encuentre por encima de la altura del casco de quién lo transporta, para evitar los golpes a otros operarios, los tropezones entre obstáculos, etc.

Se acordonará la zona en la que pueda caer piedra durante las operaciones de proyección de "garbancillo" sobre morteros, mediante cinta de banderolas y letreros de prohibido el paso.

Solados con mármoles, terrazos, plaquetas y asimilables.

El corte de piezas de pavimento se ejecutará en vía húmeda, en evitación de lesiones por trabajar en atmósferas pulverulentas.

Las piezas del pavimento se izarán a las plantas sobre plataformas emplintadas, correctamente apiladas dentro de las cajas de suministro, que no se romperán hasta la hora de utilizar su contenido.

Los lodos producto de los pulidos, serán orillados siempre hacia zonas no de paso y eliminados inmediatamente de la planta.

Carpintería de madera, metálica y cerrajería.

Los recortes de madera y metálicos, objetos punzantes, cascotes y serrín producidos durante los ajustes se recogerán y se eliminarán mediante las tolvas de vertido, o mediante bateas o plataformas emplintadas amarradas del gancho de la grúa.

Los cercos serán recibidos por un mínimo de una cuadrilla, en evitación de golpes, caídas y vuelcos.

Los listones horizontales inferiores contra deformaciones, se instalarán a una altura en torno a los 60 cm. Se ejecutarán en madera blanca, preferentemente, para hacerlos más visibles y evitar los accidentes por tropiezos.

El "cuelgue" de hojas de puertas o de ventanas, se efectuará por un mínimo de dos operarios, para evitar accidentes por desequilibrio, vuelco, golpes y caídas.

Montaje de vidrio.

Se prohíbe permanecer o trabajar en la vertical de un tajo de instalación de vidrio.

Los tajos se mantendrán libres de fragmentos de vidrio, para evitar el riesgo de cortes.

La manipulación de las planchas de vidrio, se ejecutará con la ayuda de ventosas de seguridad.

Los vidrios ya instalados, se pintarán de inmediato a base de pintura a la cal, para significar su existencia.

Pintura y barnizados.

Se prohíbe almacenar pinturas susceptibles de emanar vapores inflamables con los recipientes mal o incompletamente cerrados, para evitar accidentes por generación de atmósferas tóxicas o explosivas.

Se prohíbe realizar trabajos de soldadura y oxicorte en lugares próximos a los tajos en los que se empleen pinturas inflamables, para evitar el riesgo de explosión o de incendio.

Se tenderán redes horizontales sujetas a puntos firmes de la estructura, para evitar el riesgo de caída desde alturas.

Se prohíbe la conexión de aparatos de carga accionados eléctricamente (puentes grúa por ejemplo) durante las operaciones de pintura de carriles, soportes, topes, barandillas, etc., en prevención de atrapamientos o caídas desde altura.

Se prohíbe realizar "pruebas de funcionamiento" en las instalaciones, tuberías de presión, equipos motobombas, calderas, conductos, etc. durante los trabajos de pintura de señalización o de protección de conductos.

Instalación eléctrica provisional de obra.

El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.

Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admitirán tramos defectuosos.

La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios o de planta, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.

El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.

Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.

Las mangueras de "alargadera" por ser provisionales y de corta estancia pueden llevarse tendidas por el suelo, pero arrimadas a los paramentos verticales.

Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.

Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.

Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a "pies derechos" firmes.

Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subido a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.

Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.

La tensión siempre estará en la clavija "hembra", nunca en la "macho", para evitar los contactos eléctricos directos.

Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:

300 mA. Alimentación a la maquinaria.

30 mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.

30 mA. Para las instalaciones eléctricas de alumbrado.

Las partes metálicas de todo equipo eléctrico dispondrán de toma de tierra.

El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.

El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.

La iluminación mediante portátiles cumplirá la siguiente norma:

- Portalámparas estanco de seguridad con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad, alimentados a 24 V.
- La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m., medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
- La iluminación de los tajos, siempre que sea posible, se efectuará cruzada con el fin de disminuir sombras.
- Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.

No se permitirá las conexiones a tierra a través de conducciones de agua.

No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas, pueden pelarse y producir accidentes.

No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas de las compañías con elementos longitudinales transportados a hombro (pértigas, reglas, escaleras de mano y asimilables). La inclinación de la pieza puede llegar a producir el contacto eléctrico.

Instalación de fontanería, aparatos sanitarios, calefacción y aire acondicionado.

El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre, se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre, en evitación de golpes y tropiezos con otros operarios en lugares poco iluminados o iluminados a contra luz.

Se prohíbe el uso de mecheros y sopletes junto a materiales inflamables.

Se prohíbe soldar con plomo, en lugares cerrados, para evitar trabajos en atmósferas tóxicas.

Instalación de antenas y pararrayos.

Bajo condiciones meteorológicas extremas, lluvia, nieve, hielo o fuerte viento, se suspenderán los trabajos.

Se prohíbe expresamente instalar pararrayos y antenas a la vista de nubes de tormenta próximas.

Las antenas y pararrayos se instalarán con ayuda de la plataforma horizontal, apoyada sobre las cuñas en pendiente de encaje en la cubierta, rodeada de barandilla sólida de 90 cm. de altura, formada por pasamanos, barra intermedia y rodapié, dispuesta según detalle de planos.

Las escaleras de mano, pese a que se utilicen de forma "momentánea", se anclarán firmemente al apoyo superior, y estarán dotados de zapatas antideslizantes, y sobrepasarán en 1 m. la altura a salvar.

Las líneas eléctricas próximas al tajo, se dejarán sin servicio durante la duración de los trabajos.

5.3. DISPOSICIONES ESPECIFICAS DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor designará un

coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que será un técnico competente integrado en la dirección facultativa.

Cuando no sea necesaria la designación de coordinador, las funciones de éste serán asumidas por la dirección facultativa.

En aplicación del estudio básico de seguridad y salud, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio desarrollado en el proyecto, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Antes del comienzo de los trabajos, el promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competente.

6. DISPOSICIONES MINIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACION POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL.

6.1. INTRODUCCION.

La ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Así son las normas de desarrollo reglamentario las que deben fijar las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre ellas se encuentran las destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización en el trabajo.

6.2. OBLIGACIONES GENERALES DEL EMPRESARIO.

Hará obligatorio el uso de los equipos de protección individual que a continuación se desarrollan.

6.2.1. PROTECTORES DE LA CABEZA.

- Cascos de seguridad, no metálicos, clase N, aislados para baja tensión, con el fin de proteger a los trabajadores de los posibles choques, impactos y contactos eléctricos.
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección.
- Gafas de montura universal contra impactos y antipolvo.
- Mascarilla antipolvo con filtros protectores.
- Pantalla de protección para soldadura autógena y eléctrica.

6.2.2. PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS.

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

6.2.3. PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS.

- Calzado provisto de suela y puntera de seguridad contra las agresiones mecánicas.
- Botas dieléctricas para B.T.
- Botas de protección impermeables.
- Polainas de soldador.
- Rodilleras.

6.2.4. PROTECTORES DEL CUERPO.

- Crema de protección y pomadas.
- Chalecos, chaquetas y mandiles de cuero para protección de las agresiones mecánicas.
- Traje impermeable de trabajo.
- Cinturón de seguridad, de sujeción y caída, clase A.
- Fajas y cinturones antivibraciones.
- Pértiga de B.T.
- Banqueta aislante clase I para maniobra de B.T.
- Linterna individual de situación.
- Comprobador de tensión.



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Documento 2: Pliego de condiciones técnicas

Autor

Raúl Navarro Pérez

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

ÍNDICE

CONDICIONES FACULTATIVAS

1. OBJETO.	6
2. NORMATIVA.	6
3. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.....	7
4. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.....	8
5. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.	9
6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.	9
7. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.	9
8. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.....	10
9. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.	10
10. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	11
11. FALTAS DE PERSONAL.	11
12. CAMINOS Y ACCESOS.	11
13. REPLANTEO.	12
14. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	12
15. ORDEN DE LOS TRABAJOS.	12
16. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.	12
17. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.	13
18. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.	13
19. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.....	13
20. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	13
21. OBRAS OCULTAS.....	14
22. TRABAJOS DEFECTUOSOS.	14
23. VICIOS OCULTOS.....	14
24. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.....	15
25. MATERIALES NO UTILIZABLES.	15
	2



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

26. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.....	15
27. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.	16
28. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	16
29. PLAZO DE GARANTÍA.....	16
30. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.....	16
31. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	17
32. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.	17
33. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.	17

CONDICIONES ECONÓMICAS

1 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.....	18
2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.	19
3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	19
4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.....	20
5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.	20
6. ACOPIO DE MATERIALES.	20
7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.	20
8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.	21
9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.....	22
10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.	22
11. PAGOS.	23
12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.	23
13. DEMORA DE LOS PAGOS.	23
14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.....	23
15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.....	24
16. SEGURO DE LAS OBRAS.	24
17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.	25
18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.	25



CONDICIONES TÉCNICAS PARA EJECUCIÓN Y MONTAJE EN BAJA TENSIÓN

1. CONDICIONES GENERALES.	27
2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.....	27
2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.	28
2.2. CONDUCTORES AISLADOS FIJADOS DIRECTAMENTE SOBRE LAS PAREDES.	31
2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.	32
2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.	32
2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.	32
2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.	33
2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.....	34
2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.....	35
2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS. ...	35
2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.....	36
3. CONDUCTORES.....	36
3.1. MATERIALES.	36
3.2. DIMENSIONADO.....	37
3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.....	38
3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.	38
4. CAJAS DE EMPALME.....	39
5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.	39
6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.....	40
6.1. CUADROS ELECTRICOS.	40
6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.	41
6.3. GUARDAMOTORES.....	42
6.4. FUSIBLES.....	43
6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.	43
6.6. SECCIONADORES	45
6.7. EMBARRADOS.	45
6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.	45
7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.	46
8. RECEPTORES A MOTOR.....	47



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

9. PUESTAS A TIERRA.....	50
9.1. UNIONES A TIERRA.....	51
10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.....	52
11. CONTROL.....	53
12. SEGURIDAD.....	54
13. LIMPIEZA.....	54
14. MANTENIMIENTO.....	55
14.1 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento fotovoltaico	55
14.1.1 Generalidades	55
14.1.2 Programa de mantenimiento	55
14.1.3 Garantías	56
15. CRITERIOS DE MEDICION.....	58

CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AISLADAS

1. DISEÑO	60
1.1 Orientación, inclinación y sombras	60
1.2 Dimensionado del sistema	60
1.3 Sistema de monitorización	61
2. COMPONENTES Y MATERIALES.....	61
2.1 Generalidades	61
2.2 Generadores fotovoltaicos.....	62
2.3 Estructura de soporte.....	63
2.4 Acumuladores de plomo-ácido.....	64
2.5 Reguladores de carga	65
2.6 Inversores.....	67
2.7 Cargas de consumo	69
2.8 Cableado.....	71
2.9 Protecciones y puesta a tierra.....	71
3. RECEPCIÓN Y PRUEBAS	72

CONDICIONES FACULTATIVAS

1. OBJETO.

El presente documento expone las condiciones técnicas de esta instalación ante los Organismos Competentes y que reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

2. NORMATIVA.

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

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se regulan las Actividades de Transporte, Distribución, Comercialización, Suministro y Procedimientos de Autorización de Instalaciones de Energía Eléctrica.
- Código Técnico de la Edificación, DB SI sobre Seguridad en caso de incendio.
- Código Técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía.
- Código Técnico de la Edificación, DB SU sobre Seguridad de utilización.
- Código Técnico de la Edificación, DB-HR sobre Protección frente al ruido.
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en los establecimientos industriales (Real Decreto 2267/2004 de 3 de diciembre)
- Normas Técnicas para la accesibilidad y la eliminación de barreras arquitectónicas, urbanísticas y en el transporte.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 244/2019 de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).

3. TECNICO DIRECTOR DE OBRA.

Corresponde al Técnico Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las órdenes complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución técnica.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Redactar cuando sea requerido el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en la unión del Constructor o Instalador.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción.
- Realizar o disponer las pruebas o ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al Constructor o Instalador, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación de la obra.
- Suscribir el certificado final de la obra.

4. CONSTRUCTOR O INSTALADOR.

Corresponde al Constructor o Instalador:

- Organizar los trabajos, redactando los planes de obras que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad e Higiene de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer en todo caso la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.
- Suscribir con el Técnico Director el acta del replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparativos en obra y rechazando los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar al Técnico director con antelación suficiente los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

5. VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor o Instalador consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada o, en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

El Contratista se sujetará a las Leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a las que se dicten durante la ejecución de la obra.

6. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO.

El Constructor o Instalador, a la vista del Proyecto, conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Técnico de la Dirección Facultativa.

7. PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN LA OBRA.

El Constructor o Instalador viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas disposiciones competan a la contrata.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Técnico para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

El Jefe de la obra, por sí mismo o por medio de sus técnicos encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Técnico Director, en las visitas que haga a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándole los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

8. TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE.

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aún cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Técnico director dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

El Contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado.

El Contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que preceptivamente tienen que expedir las Delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc., y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también por cuenta del Contratista, todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc., que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación.

9. INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO.

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor o Instalador estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba del Técnico Director.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor o Instalador, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quien la hubiera dictado, el cual dará al Constructor o Instalador, el correspondiente recibo, si este lo solicitase.



El Constructor o Instalador podrá requerir del Técnico Director, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

10. RECLAMACIONES CONTRA LAS ORDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Técnico director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatoria para ese tipo de reclamaciones.

11. FALTAS DE PERSONAL.

El Técnico Director, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones Particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

12. CAMINOS Y ACCESOS.

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Técnico director podrá exigir su modificación o mejora.

Asimismo, el Constructor o Instalador se obligará a la colocación en lugar visible, a la entrada de la obra, de un cartel exento de panel metálico sobre estructura auxiliar donde se reflejarán los datos de la obra en relación al título de la misma, entidad promotora y nombres de los técnicos competentes, cuyo diseño deberá ser aprobado previamente a su colocación por la Dirección Facultativa.



13. REPLANTEO.

El Constructor o Instalador iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluidos en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Técnico Director y una vez este haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Técnico, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

14. COMIENZO DE LA OBRA. RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

El Constructor o Instalador dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Técnico Director del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

15. ORDEN DE LOS TRABAJOS.

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en los que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

16. FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS.

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

17. AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR.

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Técnico director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor o Instalador está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente.

18. PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR.

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor o Instalador, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminirlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Técnico. Para ello, el Constructor o Instalador expondrá, en escrito dirigido al Técnico, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

19. RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA.

El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obra estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

20. CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Técnico al Constructor o Instalador, dentro de las limitaciones presupuestarias.



21. OBRAS OCULTAS.

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, siendo entregados: uno, al Técnico; otro a la Propiedad; y el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

22. TRABAJOS DEFECTUOSOS.

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales y Particulares de índole Técnica” del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala gestión o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Técnico, ni tampoco el hecho de que los trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre serán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Técnico Director advierta vicios o defectos en los trabajos citados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y para verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción o ambas, se planteará la cuestión ante la Propiedad, quien resolverá.

23. VICIOS OCULTOS.

Si el Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Los gastos que se observen serán de cuenta del Constructor o Instalador, siempre que los vicios existan realmente.

24. DE LOS MATERIALES Y LOS APARATOS. SU PROCEDENCIA.

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

25. MATERIALES NO UTILIZABLES.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigente en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

26. GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS Y ENSAYOS.

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de la contrata.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.



27. LIMPIEZA DE LAS OBRAS.

Es obligación del Constructor o Instalador mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca un buen aspecto.

28. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.

El Técnico Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuesto por la legislación vigente.

29. PLAZO DE GARANTÍA.

El plazo de garantía será de doce meses, y durante este período el Contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por esta causa se produjeran, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Propiedad con cargo a la fianza.

El Contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra.

Tras la Recepción Definitiva de la obra, el Contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción.

30. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE.

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisionales y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Por lo tanto, el Contratista durante el plazo de garantía será el conservador del edificio, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad, antes de la Recepción Definitiva.

31. DE LA RECEPCIÓN DEFINITIVA.

La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor o Instalador de reparar a su cargo aquéllos desperfectos inherentes a la norma de conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarle por vicios de la construcción.

32. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Técnico Director marcará al Constructor o Instalador los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

33. DE LAS RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA.

En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudadas por otra empresa.



CONDICIONES ECONÓMICAS

1 COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS.

El cálculo de los precios de las distintas unidades de la obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos:

- a) La mano de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de la obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- c) Los equipos y sistemas técnicos de la seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tenga lugar por accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obras.
- e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán Gastos Generales:

- Los Gastos Generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la administración legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración Pública este porcentaje se establece un 13 por 100).

Beneficio Industrial:

- El Beneficio Industrial del Contratista se establece en el 6 por 100 sobre la suma de las anteriores partidas.

Precio de Ejecución Material:



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Se denominará Precio de Ejecución Material al resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los gastos generales.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.
- El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

2. PRECIO DE CONTRATA. IMPORTE DE CONTRATA.

En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de Ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista. Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 13% y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares se establezca otro destino.

3. PRECIOS CONTRADICTORIOS.

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Técnico decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Técnico y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo que determina el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsistiese la diferencia se acudirá en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.



4. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

5. DE LA REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS.

Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al cinco por ciento (5 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en el Pliego de Condiciones Particulares, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 5 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

6. ACOPIO DE MATERIALES.

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la Propiedad ordena por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista.

7. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES.

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

8. RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES.

En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el contrato o en los “Pliegos de Condiciones Particulares” que rijan en la obra, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Técnico.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderal o numeral correspondiente a cada unidad de la obra y a los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente “Pliego General de Condiciones Económicas”, respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitarán por el Técnico los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos o devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Técnico Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Técnico Director en la forma prevenida de los “Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales”.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Técnico Director la certificación de las obras ejecutadas.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

9. MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS.

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

10. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA.

Salvo lo preceptuado en el “Pliego de Condiciones Particulares de índole económica”, vigente en la obra, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- a) Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha



cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

11. PAGOS.

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

12. IMPORTE DE LA INDEMNIZACIÓN POR RETRASO NO JUSTIFICADO EN EL PLAZO DE TERMINACIÓN DE LAS OBRAS.

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil (o/oo) del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de Obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

13. DEMORA DE LOS PAGOS.

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

14. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRARIOS.

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Técnico Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

del Proyecto, a menos que el Técnico Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Técnico Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

15. UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES.

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Técnico Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

16. SEGURO DE LAS OBRAS.

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc.; y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Técnico Director.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

17. CONSERVACIÓN DE LA OBRA.

Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de las obras durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Técnico Director en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación abonándose todo ello por cuenta de la Contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio está obligado el Contratista a revisar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “Pliego de Condiciones Económicas”.

18. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO.

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.



CONDICIONES TÉCNICAS PARA EJECUCIÓN Y MONTAJE EN BAJA TENSIÓN

1. CONDICIONES GENERALES.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

2. CANALIZACIONES ELECTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, enterrados, directamente empotrados en estructuras, en el interior de huecos de la construcción, bajo molduras, en bandeja o soporte de bandeja, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de la red de distribución, deberán estar ejecutados los elementos estructurales que hayan de soportarla o en los que vaya a ser empotrada: forjados, tabiquería, etc. Salvo cuando al estar previstas se hayan dejado preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa, deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de mecanismos, de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

2.1. CONDUCTORES AISLADOS BAJO TUBOS PROTECTORES.

Los tubos protectores pueden ser:

- Tubo y accesorios metálicos.
- Tubo y accesorios no metálicos.
- Tubo y accesorios compuestos (constituidos por materiales metálicos y no metálicos).

Los tubos se clasifican según lo dispuesto en las normas siguientes:

- UNE-EN 50.086 -2-1: Sistemas de tubos rígidos.
- UNE-EN 50.086 -2-2: Sistemas de tubos curvables.
- UNE-EN 50.086 -2-3: Sistemas de tubos flexibles.
- UNE-EN 50.086 -2-4: Sistemas de tubos enterrados.

Las características de protección de la unión entre el tubo y sus accesorios no deben ser inferiores a los declarados para el sistema de tubos.

La superficie interior de los tubos no deberá presentar en ningún punto aristas, asperezas o fisuras susceptibles de dañar los conductores o cables aislados o de causar heridas a instaladores o usuarios.

Las dimensiones de los tubos no enterrados y con unión roscada utilizados en las instalaciones eléctricas son las que se prescriben en la UNE-EN 60.423. Para los tubos enterrados, las dimensiones se corresponden con las indicadas en la norma UNE-EN 50.086 -2-4. Para el resto de los tubos, las dimensiones serán las establecidas en la norma correspondiente de las citadas anteriormente. La denominación se realizará en función del diámetro exterior.

El diámetro interior mínimo deberá ser declarado por el fabricante.

En lo relativo a la resistencia a los efectos del fuego considerados en la norma particular para cada tipo de tubo, se seguirá lo establecido por la aplicación de la Directiva de Productos de la Construcción (89/106/CEE).

Tubos en canalizaciones fijas en superficie.

En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser preferentemente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables. Sus características mínimas se recogen en la ITC-BT-21 de tubos y canales protectoras.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Tubos en canalizaciones empotradas.

En las canalizaciones empotradas, los tubos protectores podrán ser rígidos, curvables o flexibles, con unas características mínimas especificadas en la ITC-BT-21.

Tubos en canalizaciones aéreas o con tubos al aire.

En las canalizaciones al aire, destinadas a la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida, los tubos serán flexibles y sus características también se localizan en la ITC-BT-21.

Tubos en canalizaciones enterradas.

Al igual que las anteriores en la ITC-BT-21 encontramos la tabla con sus características.

Se considera suelo ligero aquel suelo uniforme que no sea del tipo pedregoso y con cargas superiores ligeras, como por ejemplo, aceras, parques y jardines. Suelo pesado es aquel del tipo pedregoso y duro y con cargas superiores pesadas, como por ejemplo, calzadas y vías férreas.

Instalación.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

El diámetro exterior mínimo de los tubos, en función del número y la sección de los conductores a conducir, se obtendrá de las tablas indicadas en la ITC-BT-21, así como las características mínimas según el tipo de instalación.

Para la ejecución de las canalizaciones bajo tubos protectores, se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes:

- El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan el local donde se efectúa la instalación.
- Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores.
- Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se precise una unión estanca.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los especificados por el fabricante conforme a UNE-EN
- Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocarlos y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 metros. El número de curvas en ángulo situadas entre dos registros consecutivos no será superior a 3. Los conductores se alojarán normalmente en los tubos después de colocados éstos.
- Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.
- Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante y no propagador de la llama. Si son metálicas estarán protegidas contra la corrosión. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será al menos igual al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm. Su diámetro o lado interior mínimo será de 60 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas o racores adecuados.
- En los tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en su interior, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación y estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el uso de una "T" de la que uno de los brazos no se emplea.
- Los tubos metálicos que sean accesibles deben ponerse a tierra. Su continuidad eléctrica deberá quedar convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 metros.
- No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

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

- Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, de 0,50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.
- Los tubos se colocarán adaptándose a la superficie sobre la que se instalan, curvándose o usando los accesorios necesarios.
- En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo respecto a la línea que une los puntos extremos no serán superiores al 2 por 100.
- Es conveniente disponer los tubos, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2,50 metros sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

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

- En la instalación de los tubos en el interior de los elementos de la construcción, las rozas no pondrán en peligro la seguridad de las paredes o techos en que se practiquen. Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 centímetro de espesor, como mínimo. En los ángulos, el espesor de esta capa puede reducirse a 0,5 centímetros.
- No se instalarán entre forjado y revestimiento tubos destinados a la instalación eléctrica de las plantas inferiores.
- Para la instalación correspondiente a la propia planta, únicamente podrán instalarse, entre forjado y revestimiento, tubos que deberán quedar recubiertos por una capa de hormigón o mortero de 1 centímetro de espesor, como mínimo, además del revestimiento.
- En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados o bien provistos de codos o "T" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.
- Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable.
- En el caso de utilizarse tubos empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 centímetros como máximo, de suelo o techos y los verticales a una distancia de los ángulos de esquinas no superior a 20 centímetros.

2.2. 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).

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

- Se fijarán sobre las paredes por medio de bridas, abrazaderas, o collares de forma que no perjudiquen las cubiertas de los mismos.
- Con el fin de que los cables no sean susceptibles de doblarse por efecto de su propio peso, los puntos de fijación de los mismos estarán suficientemente próximos. La distancia entre dos puntos de fijación sucesivos, no excederá de 0,40 metros.
- Cuando los cables deban disponer de protección mecánica por el lugar y condiciones de instalación en que se efectúe la misma, se utilizarán cables armados. En caso de no utilizar estos cables, se establecerá una protección mecánica complementaria sobre los mismos.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Se evitará curvar los cables con un radio demasiado pequeño y salvo prescripción en contra fijada en la Norma UNE correspondiente al cable utilizado, este radio no será inferior a 10 veces el diámetro exterior del cable.
- Los cruces de los cables con canalizaciones no eléctricas se podrán efectuar por la parte anterior o posterior a éstas, dejando una distancia mínima de 3 cm entre la superficie exterior de la canalización no eléctrica y la cubierta de los cables cuando el cruce se efectúe por la parte anterior de aquélla.
- Los extremos de los cables serán estancos cuando las características de los locales o emplazamientos así lo exijan, utilizándose a este fin cajas u otros dispositivos adecuados. La estanqueidad podrá quedar asegurada con la ayuda de prensaestopas.
- Los empalmes y conexiones se harán por medio de cajas o dispositivos equivalentes provistos de tapas desmontables que aseguren a la vez la continuidad de la protección mecánica establecida, el aislamiento y la inaccesibilidad de las conexiones y permitiendo su verificación en caso necesario.

2.3. CONDUCTORES AISLADOS ENTERRADOS.

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

2.4. CONDUCTORES AISLADOS DIRECTAMENTE EMPOTRADOS EN ESTRUCTURAS.

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

2.5. CONDUCTORES AISLADOS EN EL INTERIOR DE LA CONSTRUCCION.

Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Los cables o tubos podrán instalarse directamente en los huecos de la construcción con la condición de que sean no propagadores de la llama.

Los huecos en la construcción admisibles para estas canalizaciones podrán estar dispuestos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos continuos o bien estarán comprendidos entre dos superficies paralelas como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.

La sección de los huecos será, como mínimo, igual a cuatro veces la ocupada por los cables o tubos, y su dimensión más pequeña no será inferior a dos veces el diámetro exterior de mayor sección de éstos, con un mínimo de 20 milímetros.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Las paredes que separen un hueco que contenga canalizaciones eléctricas de los locales inmediatos, tendrán suficiente solidez para proteger éstas contra acciones previsibles.

Se evitarán, dentro de lo posible, las asperezas en el interior de los huecos y los cambios de dirección de los mismos en un número elevado o de pequeño radio de curvatura.

La canalización podrá ser reconocida y conservada sin que sea necesaria la destrucción parcial de las paredes, techos, etc., o sus guarnecidos y decoraciones.

Los empalmes y derivaciones de los cables serán accesibles, disponiéndose para ellos las cajas de derivación adecuadas.

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

2.6. CONDUCTORES AISLADOS BAJO CANALES PROTECTORAS.

La canal protectora es un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable. Los cables utilizados serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las canales protectoras tendrán un grado de protección IP4X y estarán clasificadas como "canales con tapa de acceso que sólo pueden abrirse con herramientas". En su interior se podrán colocar mecanismos tales como interruptores, tomas de corriente, dispositivos de mando y control, etc, siempre que se fijen de acuerdo con las instrucciones del fabricante. También se podrán realizar empalmes de conductores en su interior y conexiones a los mecanismos.

Las canalizaciones para instalaciones superficiales ordinarias tendrán unas características mínimas según la ITC-BT-21 (tubos y canales portectoras).

El cumplimiento de estas características se realizará según los ensayos indicados en las normas UNE-EN 501085.

Las canales protectoras para aplicaciones no ordinarias deberán tener unas características mínimas de resistencia al impacto, de temperatura mínima y máxima de instalación y servicio, de resistencia a la penetración de objetos sólidos y de resistencia a la penetración de agua, adecuadas a las condiciones del emplazamiento al que se destina;



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

asimismo las canales serán no propagadoras de la llama. Dichas características serán conformes a las normas de la serie UNE-EN 50.085.

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas verticales y horizontales o paralelas a las aristas de las paredes que limitan al local donde se efectúa la instalación.

Las canales con conductividad eléctrica deben conectarse a la red de tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada.

La tapa de las canales quedará siempre accesible.

2.7. CONDUCTORES AISLADOS BAJO MOLDURAS.

Estas canalizaciones están constituidas por cables alojados en ranuras bajo molduras. Podrán utilizarse únicamente en locales o emplazamientos clasificados como secos, temporalmente húmedos o polvorientos. Los cables serán de tensión asignada no inferior a 450/750 V.

Las molduras cumplirán las siguientes condiciones:

- Las ranuras tendrán unas dimensiones tales que permitan instalar sin dificultad por ellas a los conductores o cables. En principio, no se colocará más de un conductor por ranura, admitiéndose, no obstante, colocar varios conductores siempre que pertenezcan al mismo circuito y la ranura presente dimensiones adecuadas para ello.
- La anchura de las ranuras destinadas a recibir cables rígidos de sección igual o inferior a 6 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



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

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.

2.8. CONDUCTORES AISLADOS EN BANDEJA O SOPORTE DE BANDEJAS.

Sólo se utilizarán conductores aislados con cubierta (incluidos cables armados o con aislamiento mineral), unipolares o multipolares según norma UNE 20.460 -5-52.

El material usado para la fabricación será acero laminado de primera calidad, galvanizado por inmersión. La anchura de las canaletas será de 100 mm como mínimo, con incrementos de 100 en 100 mm. La longitud de los tramos rectos será de dos metros. El fabricante indicará en su catálogo la carga máxima admisible, en N/m, en función de la anchura y de la distancia entre soportes. Todos los accesorios, como codos, cambios de plano, reducciones, tes, uniones, soportes, etc, tendrán la misma calidad que la bandeja.

Las bandejas y sus accesorios se sujetarán a techos y paramentos mediante herrajes de suspensión, a distancias tales que no se produzcan flechas superiores a 10 mm y estarán perfectamente alineadas con los cerramientos de los locales.

No se permitirá la unión entre bandejas o la fijación de las mismas a los soportes por medio de soldadura, debiéndose utilizar piezas de unión y tornillería cadmiada. Para las uniones o derivaciones de líneas se utilizarán cajas metálicas que se fijarán a las bandejas.

2.9. NORMAS DE INSTALACION EN PRESENCIA DE OTRAS CANALIZACIONES NO ELECTRICAS.

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



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

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.

2.10. ACCESIBILIDAD A LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones deberán estar dispuestas de forma que faciliten su maniobra, inspección y acceso a sus conexiones. Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que mediante la conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

En toda la longitud de los pasos de canalizaciones a través de elementos de la construcción, tales como muros, tabiques y techos, no se dispondrán empalmes o derivaciones de cables, estando protegidas contra los deterioros mecánicos, las acciones químicas y los efectos de la humedad.

Las cubiertas, tapas o envolventes, mandos y pulsadores de maniobra de aparatos tales como mecanismos, interruptores, bases, reguladores, etc, instalados en los locales húmedos o mojados, serán de material aislante.

3. CONDUCTORES.

Los conductores utilizados se regirán por las especificaciones del proyecto, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

3.1. MATERIALES.

Los conductores serán de los siguientes tipos:

- De 450/750 V de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre.
 - Formación: unipolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC).
 - Tensión de prueba: 2.500 V.
 - Instalación: bajo tubo.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.031.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- De 0,6/1 kV de tensión nominal.
 - Conductor: de cobre (o de aluminio, cuando lo requieran las especificaciones del proyecto).
 - Formación: uni-bi-tri-tetrapolares.
 - Aislamiento: policloruro de vinilo (PVC) o polietileno reticulado (XLPE).
 - Tensión de prueba: 4.000 V.
 - Instalación: al aire o en bandeja.
 - Normativa de aplicación: UNE 21.123.

Los conductores de cobre electrolítico se fabricarán de calidad y resistencia mecánica uniforme, y su coeficiente de resistividad a 20 °C será del 98 % al 100 %. Irán provistos de baño de recubrimiento de estaño, que deberá resistir la siguiente prueba: A una muestra limpia y seca de hilo estañado se le da la forma de círculo de diámetro equivalente a 20 o 30 veces el diámetro del hilo, a continuación de lo cual se sumerge durante un minuto en una solución de ácido hidrociorídrico de 1,088 de peso específico a una temperatura de 20 °C. Esta operación se efectuará dos veces, después de lo cual no deberán apreciarse puntos negros en el hilo. La capacidad mínima del aislamiento de los conductores será de 500 V.

Los conductores de sección igual o superior a 6 mm² deberán estar constituidos por cable obtenido por trenzado de hilo de cobre del diámetro correspondiente a la sección del conductor de que se trate.

3.2. DIMENSIONADO.

Para la selección de los conductores activos del cable adecuado a cada carga se usará el más desfavorable entre los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible. Como intensidad se tomará la propia de cada carga. Partiendo de las intensidades nominales así establecidas, se elegirá la sección del cable que admita esa intensidad de acuerdo a las prescripciones del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión ITC-BT-19 o las recomendaciones del fabricante, adoptando los oportunos coeficientes correctores según las condiciones de la instalación. En cuanto a coeficientes de mayoración de la carga, se deberán tener presentes las Instrucciones ITC-BT-44 para receptores de alumbrado e ITC-BT-47 para receptores de motor.

- Caída de tensión en servicio. La sección de los conductores a utilizar se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación y cualquier punto de utilización, sea menor del 3 % de la tensión nominal en el origen de la instalación, para alumbrado, y del 5 % para los demás usos, considerando alimentados todos los receptores susceptibles de funcionar simultáneamente. Para la derivación individual la caída de tensión máxima admisible será del 1,5 %. El valor de la caída de tensión podrá compensarse entre la de la instalación interior y la de la derivación individual, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Caída de tensión transitoria. La caída de tensión en todo el sistema durante el arranque de motores no debe provocar condiciones que impidan el arranque de los mismos, desconexión de los contactores, parpadeo de alumbrado, etc.

La sección del conductor neutro será la especificada en la Instrucción ITC-BT-07, apartado 1, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Los conductores de protección serán del mismo tipo que los conductores activos especificados en el apartado anterior, y tendrán una sección mínima igual a la fijada por la tabla 2 de la ITC-BT-18, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación. Se podrán instalar por las mismas canalizaciones que éstos o bien en forma independiente, siguiéndose a este respecto lo que señalen las normas particulares de la empresa distribuidora de la energía.

3.3. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.4. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

Las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en ITC-BT-19 (instalaciones interiores o receptoras, prescripciones generales).

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000 \text{ V}$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V .

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

4. CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Las dimensiones de estas cajas serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener. Su profundidad será igual, por lo menos, a una vez y media el diámetro del tubo mayor, con un mínimo de 40 mm; el lado o diámetro de la caja será de al menos 80 mm. Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de pernos de fiador en ladrillo hueco, por medio de pernos de expansión en hormigón y ladrillo macizo y clavos Split sobre metal. Los pernos de fiador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

5. MECANISMOS Y TOMAS DE CORRIENTE.

Los interruptores y conmutadores cortarán la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de torma una posición intermedia. Serán del tipo cerrado y de material aislante. Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura no pueda exceder de 65 °C en ninguna de sus piezas. Su construcción será tal que permita realizar un número total de 10.000 maniobras de apertura y cierre, con su carga nominal a la tensión de trabajo. Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales, y estarán probadas a una tensión de 500 a 1.000 voltios.

Las tomas de corriente serán de material aislante, llevarán marcadas su intensidad y tensión nominales de trabajo y dispondrán, como norma general, todas ellas de puesta a tierra.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Todos ellos irán instalados en el interior de cajas empotradas en los paramentos, de forma que al exterior sólo podrá aparecer el mando totalmente aislado y la tapa embellecedora.

En el caso en que existan dos mecanismos juntos, ambos se alojarán en la misma caja, la cual deberá estar dimensionada suficientemente para evitar falsos contactos.

6. APARAMENTA DE MANDO Y PROTECCION.

6.1. CUADROS ELECTRICOS.

Todos los cuadros eléctricos serán nuevos y se entregarán en obra sin ningún defecto. Estarán diseñados siguiendo los requisitos de estas especificaciones y se construirán de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y con las recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

Cada circuito en salida de cuadro estará protegido contra las sobrecargas y cortocircuitos. La protección contra corrientes de defecto hacia tierra se hará por circuito o grupo de circuitos según se indica en el proyecto, mediante el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad adecuada, según ITC-BT-24.

Los cuadros serán adecuados para trabajo en servicio continuo. Las variaciones máximas admitidas de tensión y frecuencia serán del + 5 % sobre el valor nominal.

Los cuadros serán diseñados para servicio interior, completamente estancos al polvo y la humedad, ensamblados y cableados totalmente en fábrica, y estarán constituidos por una estructura metálica de perfiles laminados en frío, adecuada para el montaje sobre el suelo, y paneles de cerramiento de chapa de acero de fuerte espesor, o de cualquier otro material que sea mecánicamente resistente y no inflamable.

Alternativamente, la cabina de los cuadros podrá estar constituida por módulos de material plástico, con la parte frontal transparente.

Las puertas estarán provistas con una junta de estanquidad de neopreno o material similar, para evitar la entrada de polvo.

Todos los cables se instalarán dentro de canaletas provista de tapa desmontable. Los cables de fuerza irán en canaletas distintas en todo su recorrido de las canaletas para los cables de mando y control.

Los aparatos se montarán dejando entre ellos y las partes adyacentes de otros elementos una distancia mínima igual a la recomendada por el fabricante de los aparatos, en



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

cualquier caso nunca inferior a la cuarta parte de la dimensión del aparato en la dirección considerada.

La profundidad de los cuadros será de 500 mm y su altura y anchura la necesaria para la colocación de los componentes e igual a un múltiplo entero del módulo del fabricante. Los cuadros estarán diseñados para poder ser ampliados por ambos extremos.

Los aparatos indicadores (lámparas, amperímetros, voltímetros, etc), dispositivos de mando (pulsadores, interruptores, conmutadores, etc), paneles sinópticos, etc, se montarán sobre la parte frontal de los cuadros.

Todos los componentes interiores, aparatos y cables, serán accesibles desde el exterior por el frente.

El cableado interior de los cuadros se llevará hasta una regleta de bornas situada junto a las entradas de los cables desde el exterior.

Las partes metálicas de la envoltura de los cuadros se protegerán contra la corrosión por medio de una imprimación a base de dos manos de pintura anticorrosiva y una pintura de acabado de color que se especifique en las Mediciones o, en su defecto, por la Dirección Técnica durante el transcurso de la instalación.

La construcción y diseño de los cuadros deberán proporcionar seguridad al personal y garantizar un perfecto funcionamiento bajo todas las condiciones de servicio, y en particular:

- los compartimentos que hayan de ser accesibles para accionamiento o mantenimiento estando el cuadro en servicio no tendrán piezas en tensión al descubierto.
- el cuadro y todos sus componentes serán capaces de soportar las corrientes de cortocircuito (kA) según especificaciones reseñadas en planos y mediciones.

6.2. INTERRUPTORES AUTOMATICOS.

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omipolar, así como dispositivos de protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

Los dispositivos de protección de los interruptores serán relés de acción directa.

6.3. GUARDAMOTORES.

Los contactores guardamotores serán adecuados para el arranque directo de motores, con corriente de arranque máxima del 600 % de la nominal y corriente de desconexión igual a la nominal.

La longevidad del aparato, sin tener que cambiar piezas de contacto y sin mantenimiento, en condiciones de servicio normales (conecta estando el motor parado y desconecta durante la marcha normal) será de al menos 500.000 maniobras.

La protección contra sobrecargas se hará por medio de relés térmicos para las tres fases, con rearme manual accionable desde el interior del cuadro.

En caso de arranque duro, de larga duración, se instalarán relés térmicos de característica retardada. En ningún caso se permitirá cortocircuitar el relé durante el arranque.

La verificación del relé térmico, previo ajuste a la intensidad nominal del motor, se hará haciendo girar el motor a plena carga en monofásico; la desconexión deberá tener lugar al cabo de algunos minutos.

Cada contactor llevará dos contactos normalmente cerrados y dos normalmente abiertos para enclavamientos con otros aparatos.



6.4. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente y de acción lenta cuando vayan instalados en circuitos de protección de motores.

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

6.5. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

1º/ La protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas.

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

Protección por medio de barreras o envolventes.

Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo, el grado de protección IP XXB, según UNE20.324. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Las superficies superiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD.

Las barreras o envolventes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas en las condiciones normales de servicio, teniendo en cuenta las influencias externas.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Cuando sea necesario suprimir las barreras, abrir las envolventes o quitar partes de éstas, esto no debe ser posible más que:

- bien con la ayuda de una llave o de una herramienta;
- o bien, después de quitar la tensión de las partes activas protegidas por estas barreras o estas envolventes, no pudiendo ser restablecida la tensión hasta después de volver a colocar las barreras o las envolventes;
- o bien, si hay interpuesta una segunda barrera que posee como mínimo el grado de protección IP2X o IP XXB, que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o de una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual.

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

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

2º/ La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

6.6. SECCIONADORES.

Los seccionadores en carga serán de conexión y desconexión brusca, ambas independientes de la acción del operador.

Los seccionadores serán adecuados para servicio continuo y capaces de abrir y cerrar la corriente nominal a tensión nominal con un factor de potencia igual o inferior a 0,7.

6.7. EMBARRADOS.

El embarrado principal constará de tres barras para las fases y una, con la mitad de la sección de las fases, para el neutro. La barra de neutro deberá ser seccionable a la entrada del cuadro.

Las barras serán de cobre electrolítico de alta conductividad y adecuadas para soportar la intensidad de plena carga y las corrientes de cortocircuito que se especifiquen en memoria y planos.

Se dispondrá también de una barra independiente de tierra, de sección adecuada para proporcionar la puesta a tierra de las partes metálicas no conductoras de los aparatos, la carcasa del cuadro y, si los hubiera, los conductores de protección de los cables en salida.

6.8. PRENSAESTOPAS Y ETIQUETAS.

Los cuadros irán completamente cableados hasta las regletas de entrada y salida.

Se proveerán prensaestopas para todas las entradas y salidas de los cables del cuadro; los prensaestopas serán de doble cierre para cables armados y de cierre sencillo para cables sin armar.

Todos los aparatos y bornes irán debidamente identificados en el interior del cuadro mediante números que correspondan a la designación del esquema. Las etiquetas serán marcadas de forma indeleble y fácilmente legible.

En la parte frontal del cuadro se dispondrán etiquetas de identificación de los circuitos, constituidas por placas de chapa de aluminio firmemente fijadas a los paneles frontales, impresas al horno, con fondo negro mate y letreros y zonas de estampación en aluminio pulido. El fabricante podrá adoptar cualquier solución para el material de las etiquetas, su soporte y la impresión, con tal de que sea duradera y fácilmente legible.

En cualquier caso, las etiquetas estarán marcadas con letras negras de 10 mm de altura sobre fondo blanco.

7. RECEPTORES DE ALUMBRADO.

Las luminarias serán conformes a los requisitos establecidos en las normas de la serie UNE-EN 60598.

La masa de las luminarias suspendidas excepcionalmente de cables flexibles no deben exceder de 5 kg. Los conductores, que deben ser capaces de soportar este peso, no deben presentar empalmes intermedios y el esfuerzo deberá realizarse sobre un elemento distinto del borne de conexión.

Las partes metálicas accesibles de las luminarias que no sean de Clase II o Clase III, deberán tener un elemento de conexión para su puesta a tierra, que irá conectado de manera fiable y permanente al conductor de protección del circuito.

El uso de lámparas de gases con descargas a alta tensión (neón, etc), se permitirá cuando su ubicación esté fuera del volumen de accesibilidad o cuando se instalen barreras o envolventes separadoras.

En instalaciones de iluminación con lámparas de descarga realizadas en locales en los que funcionen máquinas con movimiento alternativo o rotatorio rápido, se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la posibilidad de accidentes causados por ilusión óptica originada por el efecto estroboscópico.

Los circuitos de alimentación estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus corrientes armónicas y de arranque. Para receptores con lámparas de descarga, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas. En el caso de distribuciones monofásicas, el conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase. Será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.

En el caso de receptores con lámparas de descarga será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0,9.

En instalaciones con lámparas de muy baja tensión (p.e. 12 V) debe preverse la utilización de transformadores adecuados, para asegurar una adecuada protección térmica, contra cortocircuitos y sobrecargas y contra los choques eléctricos.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Para los rótulos luminosos y para instalaciones que los alimentan con tensiones asignadas de salida en vacío comprendidas entre 1 y 10 kV se aplicará lo dispuesto en la norma UNE-EN 50.107.

8. RECEPTORES A MOTOR.

Los motores deben instalarse de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente. Los motores no deben estar en contacto con materias fácilmente combustibles y se situarán de manera que no puedan provocar la ignición de estas.

Los conductores de conexión que alimentan a un solo motor deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor. Los conductores de conexión que alimentan a varios motores, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.

Los motores deben estar protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo esta última protección ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases. En el caso de motores con arrancador estrella-triángulo, se asegurará la protección, tanto para la conexión en estrella como en triángulo.

Los motores deben estar protegidos contra la falta de tensión por un dispositivo de corte automático de la alimentación, cuando el arranque espontáneo del motor, como consecuencia del restablecimiento de la tensión, pueda provocar accidentes, o perjudicar el motor, de acuerdo con la norma UNE 20.460 -4-45.

Los motores deben tener limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otros receptores o instalaciones.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios deben estar provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

De 0,75 kW a 1,5 kW: 4,5
De 1,50 kW a 5 kW: 3,0
De 5 kW a 15 kW: 2
Más de 15 kW: 1,5

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Todos los motores de potencia superior a 5 kW tendrán seis bornes de conexión, con tensión de la red correspondiente a la conexión en triángulo del bobinado (motor de 230/400 V para redes de 230 V entre fases y de 400/693 V para redes de 400 V entre fases), de tal manera que será siempre posible efectuar un arranque en estrella-triángulo del motor.

Los motores deberán cumplir, tanto en dimensiones y formas constructivas, como en la asignación de potencia a los diversos tamaños de carcasa, con las recomendaciones europeas IEC y las normas UNE, DIN y VDE. Las normas UNE específicas para motores son la 20.107, 20.108, 20.111, 20.112, 20.113, 20.121, 20.122 y 20.324.

Para la instalación en el suelo se usará normalmente la forma constructiva B-3, con dos platos de soporte, un extremo de eje libre y carcasa con patas. Para montaje vertical, los motores llevarán cojinetes previstos para soportar el peso del rotor y de la polea.

La clase de protección se determina en las normas UNE 20.324 y DIN 40.050. Todos los motores deberán tener la clase de protección IP 44 (protección contra contactos accidentales con herramienta y contra la penetración de cuerpos sólidos con diámetro mayor de 1 mm, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección), excepto para instalación a la intemperie o en ambiente húmedo o polvoriento y dentro de unidades de tratamiento de aire, donde se usarán motores con clase de protección IP 54 (protección total contra contactos involuntarios de cualquier clase, protección contra depósitos de polvo, protección contra salpicaduras de agua proveniente de cualquier dirección).

Los motores con protecciones IP 44 e IP 54 son completamente cerrados y con refrigeración de superficie.

Todos los motores deberán tener, por lo menos, la clase de aislamiento B, que admite un incremento máximo de temperatura de 80 °C sobre la temperatura ambiente de referencia de 40 °C, con un límite máximo de temperatura del devanado de 130 °C.

El diámetro y longitud del eje, las dimensiones de las chavetas y la altura del eje sobre la base estarán de acuerdo a las recomendaciones IEC.

La calidad de los materiales con los que están fabricados los motores serán las que se indican a continuación:

- carcasa: de hierro fundido de alta calidad, con patas solidarias y con aletas de refrigeración.
- estator: paquete de chapa magnética y bobinado de cobre electrolítico, montados en estrecho contacto con la carcasa para disminuir la resistencia térmica al paso del calor hacia el exterior de la misma. La impregnación del bobinado para el aislamiento eléctrico se obtendrá evitando



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

la formación de burbujas y deberá resistir las sollicitaciones térmicas y dinámicas a las que viene sometido.

- rotor: formado por un paquete ranurado de chapa magnética, donde se alojará el devanado secundario en forma de jaula de aleación de aluminio, simple o doble.
- eje: de acero duro.
- ventilador: interior (para las clases IP 44 e IP 54), de aluminio fundido, solidario con el rotor, o de plástico inyectado.
- rodamientos: de esfera, de tipo adecuado a las revoluciones del rotor y capaces de soportar ligeros empujes axiales en los motores de eje horizontal (se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a marca, tipo y cantidad de grasa necesaria para la lubricación y su duración).
- cajas de bornes y tapa: de hierro fundido con entrada de cables a través de orificios roscados con prensa-estopas.

Para la correcta selección de un motor, que se hará par servicio continuo, deberán considerarse todos y cada uno de los siguientes factores:

- potencia máxima absorbida por la máquina accionada, incluidas las pérdidas por transmisión.
- velocidad de rotación de la máquina accionada.
- características de la acometida eléctrica (número de fases, tensión y frecuencia).
- clase de protección (IP 44 o IP 54).
- clase de aislamiento (B o F).
- forma constructiva.
- temperatura máxima del fluido refrigerante (aire ambiente) y cota sobre el nivel del mar del lugar de emplazamiento.
- momento de inercia de la máquina accionada y de la transmisión referido a la velocidad de rotación del motor.
- curva del par resistente en función de la velocidad.

Los motores podrán admitir desviaciones de la tensión nominal de alimentación comprendidas entre el 5 % en más o menos. Si son de preverse desviaciones hacia la baja superiores al mencionado valor, la potencia del motor deberá disminuir de forma proporcional, teniendo en cuenta que, además, disminuirá también el par de arranque proporcional al cuadrado de la tensión.

Antes de conectar un motor a la red de alimentación, deberá comprobarse que la resistencia de aislamiento del bobinado estático sea superior a 1,5 M Ω . En caso de que sea



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

inferior, el motor será rechazado por la DO y deberá ser secado en un taller especializado, siguiendo las instrucciones del fabricante, o sustituido por otro.

El número de polos del motor se elegirá de acuerdo a la velocidad de rotación de la máquina accionada.

En caso de acoplamiento de equipos (como ventiladores) por medio de poleas y correas trapezoidales, el número de polos del motor se escogerá de manera que la relación entre velocidades de rotación del motor y del ventilador sea inferior a 2,5.

Todos los motores llevarán una placa de características, situada en lugar visible y escrita de forma indeleble, en la que aparecerán, por lo menos, los siguientes datos:

- potencia del motor.
- velocidad de rotación.
- intensidad de corriente a la(s) tensión(es) de funcionamiento.
- intensidad de arranque.
- tensión(es) de funcionamiento.
- nombre del fabricante y modelo.

9. PUESTAS A TIERRA.

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo, mediante una toma de tierra con un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

9.1. UNIONES A TIERRA.

Tomas de tierra.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos;
- pletinas, conductores desnudos;
- placas;
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones;
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas;
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Conductores de tierra.

La sección de los conductores de tierra, cuando estén enterrados, deberán estar de acuerdo con los valores indicados en la ITC-BT-18 (instalaciones de puesta a tierra). La sección no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección.

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

Bornes de puesta a tierra.

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne principal de tierra, al cual deben unirse los conductores siguientes:

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección.

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima fijada en la ITC_BT-18.

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 mm², si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm², si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica.

Como conductores de protección pueden utilizarse:

- conductores en los cables multiconductores, o
- conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, o
- conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

10. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FABRICA.

La aparamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios, durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.
- Se inspeccionarán visualmente todos los aparatos y se comprobará el funcionamiento mecánico de todas las partes móviles.
- Se pondrá el cuadro de baja tensión y se comprobará que todos los relés actúan correctamente.
- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

Estas pruebas podrán realizarse, a petición de la DO, en presencia del técnico encargado por la misma.

Cuando se exijan los certificados de ensayo, la EIM enviará los protocolos de ensayo, debidamente certificados por el fabricante, a la DO.

11. CONTROL.

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.



12. SEGURIDAD.

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno.
- En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación.

13. LIMPIEZA.

Antes de la Recepción provisional, los cuadros se limpiarán de polvo, pintura, cascarillas y de cualquier material que pueda haberse acumulado durante el curso de la obra en su interior o al exterior.



14. MANTENIMIENTO.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

14.1 Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento fotovoltaico ¹

14.1.1 Generalidades

- Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.
- El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.
- El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

14.1.2 Programa de mantenimiento

- El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.
- Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:
 - Mantenimiento preventivo
 - Mantenimiento correctivo
- Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

¹ Obtenido del pliego de condiciones de instalaciones aisladas del IDEA.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

-Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

-El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

-El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

-En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

-Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

14.1.3 Garantías



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

-Ámbito general de la garantía:

-Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

-La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

-Plazos:

-El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.

-Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.

-Condiciones económicas:

-La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.

-Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.

-Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

-Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

-Anulación de la garantía:

-La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, excepto en las condiciones del último punto del apartado 7.3.3.4.

-Lugar y tiempo de la prestación:

-Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.

-El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.

-Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.

-El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

15. CRITERIOS DE MEDICION.

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, en el caso de que ésta no sea suficiente explícita, en la forma reseñada en el Pliego Particular de Condiciones que les sea de aplicación, o incluso tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables, bandejas y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

En la medición se entenderán incluidos todos los accesorios necesarios para el montaje (grapas, terminales, bornes, prensaestopas, cajas de derivación, etc), así como la mano de obra para el transporte en el interior de la obra, montaje y pruebas de recepción.

Los cuadros y receptores eléctricos se medirán por unidades montadas y conexas.

La conexión de los cables a los elementos receptores (cuadros, motores, resistencias, aparatos de control, etc) será efectuada por el suministrador del mismo elemento receptor.

El transporte de los materiales en el interior de la obra estará a cargo de la EIM.



CONDICIONES TÉCNICAS DE INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS AISLADAS

1. DISEÑO

1.1 Orientación, inclinación y sombras

-Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores siguientes:

- Pérdida máxima por inclinación y orientación del 20%.
- Pérdidas máximas por sombras del 10%.
- Pérdidas máximas por combinación de ambos del 20%.

-El cálculo de las pérdidas de radiación causadas por una inclinación y orientación del generador distintas a las óptimas se hará de acuerdo al apartado 3.2 del anexo I.

-En aquellos casos en los que, por razones justificadas, no se verifiquen las condiciones del apartado 4.1.1, se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose el cálculo en la Memoria de Solicitud.

1.2 Dimensionado del sistema

-Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este PCT.

-Se realizará una estimación del consumo de energía.

-Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido ($P_{mp, min}$) para cubrir las necesidades de consumo según lo estipulado en el anexo I, apartado 3.4.

-El instalador podrá elegir el tamaño del generador y del acumulador en función de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar. El tamaño del generador será, como máximo, un 20 % superior al $P_{mp, min}$ calculado en 4.2.3. En aplicaciones especiales en las que se requieran probabilidades de pérdidas de carga muy pequeñas podrá aumentarse el tamaño del generador, justificando la necesidad y el tamaño en la Memoria de Solicitud.

-Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de tres días. Secalculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido (conforme a la expresión



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

del apartado 3.5 del anexo I). En aplicaciones especiales, instalaciones mixtas eólico-fotovoltaicas, instalaciones con cargador de baterías o grupo electrógeno de apoyo, etc. que no cumplan este requisito se justificará adecuadamente.

-Como criterio general, se valorará especialmente el aprovechamiento energético de la radiación solar.

1.3 Sistema de monitorización

-El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Tensión y corriente CC del generador.
- Potencia CC consumida, incluyendo el inversor como carga CC.
- Potencia CA consumida si la hubiere, salvo para instalaciones cuya aplicación es exclusivamente el bombeo de agua.
- Contador volumétrico de agua para instalaciones de bombeo.
- Radiación solar en el plano de los módulos medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.

-Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación de las mismas se hará conforme al documento del JRC-Ispra “Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants – Document A”, Report EUR 16338 EN.

2. COMPONENTES Y MATERIALES

2.1 Generalidades

-Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.

-Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.

-Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a $50 V_{RMS}$ o $120 V_{CC}$. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.

-Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.

-Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos ala intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.

-Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).

-Se incluirá en la Memoria toda la información requerida en el anexo II.

-En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirá toda la información del apartado 5.1.7, resaltando los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos. En la Memoria de Diseño o Proyecto también se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.

-Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

2.2 Generadores fotovoltaicos

-Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos desilicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

-El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

-Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 5\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.
- Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.
- Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.
- En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

2.3 Estructura de soporte

- Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.
- La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.
- La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).
- El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.
- La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.
- En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.
- Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

2.4 Acumuladores de plomo-ácido

- Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.
- Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor (por existir el apoyo de un generador eólico, cargador de baterías, grupo electrógeno, etc.), se justificará adecuadamente.
- La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %.
- Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.
- La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

que requieran una carga inicial.

-La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6 % de su capacidad nominal por mes.

-La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.

-El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:

- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
- Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.

-Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:

- Tensión nominal (V)
- Polaridad de los terminales
- Capacidad nominal (Ah)
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.

2.5 Reguladores de carga

-Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.

-Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:

-La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida. La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.

-La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.

-La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de $-4 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$ a $5 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$ por vaso, y estar en el intervalo de $\pm 1 \%$ del valor especificado.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

-Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.

-Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.

-Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.

-El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:

-Corriente en la línea de generador: un 25 % superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.

-Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.

-El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.

-Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.

-Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4 % de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.

-Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.

-Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.

-El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:

Tensión nominal (V)

Corriente máxima (A)

Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

Polaridad de terminales y conexiones.

2.6 Inversores

-Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.

-Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas.

-Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas, de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.

-El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.

-La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$V_{NOM} \pm 5 \%$, siendo $V_{NOM} = 220 \text{ VRMS}$ o 230 VRMS $50 \text{ Hz} \pm 2 \%$

-El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

-El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.

-Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

Tensión de entrada fuera del margen de operación.

Desconexión del acumulador.

Cortocircuito en la salida de corriente alterna.

Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.

-El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

-Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

-El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la tabla II.

Tabla II

Tipo de inversor		Rendimiento al 20 % de la potencia nominal	Rendimiento a potencia nominal
Onda senoidal (*)	$P_{\text{NOM}} \leq 500 \text{ VA}$	> 85 %	> 75 %
	$P_{\text{NOM}} > 500 \text{ VA}$	> 90 %	> 85 %
Onda no senoidal		> 90 %	> 85 %

(*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20 % hasta el 100 % de la potencia nominal.

-Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

Potencia nominal (VA)

Tensión nominal de entrada (V)

Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida

Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

Polaridad y terminales

2.7 Cargas de consumo

-Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

-Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

-Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

-En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro en el margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
 - Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
 - La salida del balastro es cortocircuitada.
- Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de $\pm 10 \%$ de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclado: 60 segundos encendido / 150 segundos apagado, y a una temperatura de 20 °C.
- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.

-Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.

-Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.

-Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.

-Para sistemas de bombeo de agua:

- Los sistemas de bombeo con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán un contador volumétrico para medir el volumen de agua bombeada.
- Las bombas estarán protegidas frente a una posible falta de agua, ya sea mediante un sistema de detección de la velocidad de giro de la bomba, un detector de nivel u otro dispositivo dedicado a tal función.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

-Las pérdidas por fricción en las tuberías y en otros accesorios del sistema hidráulico serán inferiores al 10% de la energía hidráulica útil proporcionada por la motobomba.

-Deberá asegurarse la compatibilidad entre la bomba y el pozo. En particular, el caudal bombeado no excederá el caudal máximo extraíble del pozo cuando el generador fotovoltaico trabaja en CEM. Es responsabilidad del instalador solicitar al propietario del pozo un estudio de caracterización del mismo. En ausencia de otros procedimientos se puede seguir el que se especifica en el anexo I.

2.8 Cableado

-Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.

-Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.

-Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.

-Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.

-Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

2.9 Protecciones y puesta a tierra

-Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.

-El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

-La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

3. RECEPCIÓN Y PRUEBAS

-El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.

-Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:

-Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.

-Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.

-Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además se deben cumplir los siguientes requisitos:

-Entrega de la documentación requerida en este PCT.

-Retirada de obra de todo el material sobrante.

-Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

-Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.

-Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección de componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.



Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica aislada para una explotación porcina de cebo

-No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

FIRMADO:

EN ZARAGOZA A 10 DE NOVIEMBRE DE 2021

RAÚL NAVARRO PÉREZ



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Documento 3: Presupuesto

Autor

Raúl Navarro Pérez

Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021

ÍNDICE

1. Cuadro de precios unitarios. MO, MT, MQ.....	1
2. Cuadro de precios auxiliares y descompuestos.....	4
3. Cuadro de precios nº1. En letra.....	13
4. Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, restos de obra, costes indirectos	16
5. Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.....	20
6. Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.	25

Presupuesto.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

[illegible]

Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad Empleada	Total (euros)
1	Pequeño material	0,71	2.623,200 ud	1.862,47
2	Fusible 16 A	4,20	8,000 ud	33,60
3	Fusible 200 A	8,34	6,000 ud	50,04
4	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	12,50	4,000 ud	50,00
5	Conduc. cobre desnudo 35 mm2	6,01	30,000 m.	180,30
6	Registro de comprobación + tapa	9,65	1,000 ud	9,65
7	Puente de prueba	9,30	1,000 ud	9,30
8	Sold. aluminio t. cable/placa	2,85	1,000 ud	2,85
9	Arm. puerta opaca 12 mód.	25,70	2,000 ud	51,40
10	Arm. puerta 500x400x150	67,24	2,000 ud	134,48
11	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	98,39	15,000 ud	1.475,85
12	Interr.auto.difer. 2x40A 300mA	94,66	1,000 ud	94,66
13	Interr.auto.difer. 4x40A 300mA	152,39	9,000 ud	1.371,51
14	Interr.auto.difer. 4x63A 300mA	200,84	1,000 ud	200,84
15	PIA (I+N) 10 A.	25,41	10,000 ud	254,10
16	PIA (I+N) 16 A	25,88	24,000 ud	621,12
17	PIA 4x16 A	75,98	20,000 ud	1.519,60
18	PIA 4x32 A.	84,45	1,000 ud	84,45
19	PIA 4x40 A	99,17	1,000 ud	99,17
20	PIA 4x63 A	218,52	1,000 ud	218,52
21	PIA 2x63 A	32,90	3,000 ud	98,70
22	Cond. rígi. 750 V 1,5 mm2 Cu	0,13	3.170,000 m.	412,10
23	Cond. rígi. 750 V 2,5 mm2 Cu	0,20	4.144,000 m.	828,80
24	Cond. rígi. 750 V 4 mm2 Cu	0,35	285,000 m.	99,75
25	Cond. rígi. 750 V 6 mm2 Cu	0,55	1.819,000 m.	1.000,45
26	Cond. rígi. 0,6/1 kV 10 mm2 Cu	0,94	230,000 m.	216,20
27	Cond. rígi. 750 V 70 mm2 Cu	6,15	36,000 m.	221,40
28	Tubo PVC p.estruc.D=13 mm.	0,10	1.070,000 m.	107,00
29	Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	0,13	1.103,000 m.	143,39
30	Tubo PVC p.estruc.D=23 mm.	0,20	433,000 m.	86,60
31	Tubo PVC p.estruc.D=29 mm.	0,30	46,000 m.	13,80
32	Tubo PVC p.estruc.D=90 mm.	0,41	18,000 m.	7,38
33	Bandeja rejilla 60x150 mm rejiband.	4,37	60,000 m.	262,20
34	P.p.acces. bandeja 60x150 mm.	2,73	60,000 m.	163,80
35	P.p.soporte techo band.60x150mm	6,24	60,000 m.	374,40
36	Interruptor unipolar	5,98	5,000 ud	29,90
37	Conmutador	6,61	16,000 ud	105,76
38	Base IP447 230 V. 16 A. 2p+t.t.	3,45	28,000 ud	96,60
39	Conjunto regleta 1x60 W. AF	18,19	60,000 ud	1.091,40
40	Tubo fluorescente 33/18 W.	3,94	60,000 ud	236,40
41	Emergencia flu. IP42 120lm	25,00	12,000 ud	300,00
			Importe total:	14.219,94

Cuadro de maquinaria

Nº	Designación	Importe		
		Precio (euros)	Cantidad	Total (euros)
			Importe total:	0,00

Cuadro de precios auxiliares		
Nº	Designación	Importe (euros)

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
1 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS				
1.1	E29MC020	m.	Módulos fotovoltaicos Canadian solar con una potencia nominal de 450W.	
			Sin descomposición	143,62
		3,000 %	Costes indirectos	4,31
			Precio total redondeado por m.	147,93
			Son ciento cuarenta y siete euros con noventa y tres céntimos	
1.2	E29MC030	m.	Grupo electrógeno Carod trifásico con una potencia nominal de 30kW	
			Sin descomposición	7.519,42
		3,000 %	Costes indirectos	225,58
			Precio total redondeado por m.	7.745,00
			Son siete mil setecientos cuarenta y cinco euros	
1.3	E29MC040	ud	Soporte completo de los paneles fotovoltaicos en tejado.	
			Sin descomposición	1.622,31
		3,000 %	Costes indirectos	48,67
			Precio total redondeado por ud	1.670,98
			Son mil seiscientos setenta euros con noventa y ocho céntimos	
1.4	E29MC050	ud	Vasos de 2V de almacenamiento con una capacidad nominal de 2280 Ah.	
			Sin descomposición	551,23
		3,000 %	Costes indirectos	16,54
			Precio total redondeado por ud	567,77
			Son quinientos sesenta y siete euros con setenta y siete céntimos	
1.5	E29MC060	ud	Inversor trifásico SMA de potencia nominal de 25kW	
			Sin descomposición	3.155,63
		3,000 %	Costes indirectos	94,67
			Precio total redondeado por ud	3.250,30
			Son tres mil doscientos cincuenta euros con treinta céntimos	
1.6	E29MC010	m.	Inversor cargador de SMA con una potencia nominal de 6kW.	
			Sin descomposición	3.411,02
		3,000 %	Costes indirectos	102,33
			Precio total redondeado por m.	3.513,35
			Son tres mil quinientos trece euros con treinta y cinco céntimos	

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total

2 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN

2.1 CUADRO DISTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA

2.1.1 E15SX010	ud	Cuadro protección de la parte fotovoltaica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, fusibles para la parte de continua, interruptores diferenciales y PIAs para protección en la parte alterna.			
O01OB200	2,000 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	22,88	
P15FB010	1,000 ud	Arm. puerta opaca 12 mód.	25,70	25,70	
P15FD110	1,000 ud	Interr.auto.difer. 4x40A 300mA	152,39	152,39	
P15FD120	1,000 ud	Interr.auto.difer. 4x63A 300mA	200,84	200,84	
P15FE240	1,000 ud	PIA 4x63 A	218,52	218,52	
P15FE220	1,000 ud	PIA 4x40 A	99,17	99,17	
P15CA020	6,000 ud	Fusible 200 A	8,34	50,04	
P15CA010	8,000 ud	Fusible 16 A	4,20	33,60	
P15FE270	3,000 ud	PIA 2x63 A	32,90	98,70	
P01DW090	2,000 ud	Pequeño material	0,71	1,42	
	3,000 %	Costes indirectos	903,26	27,10	
Precio total redondeado por ud				930,36	

Son novecientos treinta euros con treinta y seis céntimos

2.2 CUADRO GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA

2.2.1 E15SM010	ud	Cuadro protección de la instalación, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial y PIAs. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.			
O01OB200	1,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	13,73	
P15FB010	1,000 ud	Arm. puerta opaca 12 mód.	25,70	25,70	
P15FD050	1,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40A 300mA	94,66	94,66	
P15FD020	1,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	98,39	98,39	
P15FE010	4,000 ud	PIA (I+N) 10 A.	25,41	101,64	
P15FE020	6,000 ud	PIA (I+N) 16 A	25,88	155,28	
P15FE180	2,000 ud	PIA 4x16 A	75,98	151,96	
P15FE210	1,000 ud	PIA 4x32 A.	84,45	84,45	
P01DW090	1,200 ud	Pequeño material	0,71	0,85	
	3,000 %	Costes indirectos	726,66	21,80	
Precio total redondeado por ud			748,46		

Son setecientos cuarenta y ocho euros con cuarenta y seis céntimos

2.3 CUADRO DE PROTECCION DE LAS NAVES 1 Y 3

2.3.1 E15SX010.2	ud	Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1)			
		BAR-RESTAURANTE			
	O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	57,20
	P15FE010	3,000 ud	PIA (I+N) 10 A.	25,41	76,23
	P15FB060	1,000 ud	Arm. puerta 500x400x150	67,24	67,24
	P15FD020	7,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	98,39	688,73
	P15FD110	4,000 ud	Interr.auto.difer. 4x40A 300mA	152,39	609,56
	P15FE020	9,000 ud	PIA (I+N) 16 A	25,88	232,92
	P15FE180	9,000 ud	PIA 4x16 A	75,98	683,82
	P01DW090	5,000 ud	Pequeño material	0,71	3,55
		3,000 %	Costes indirectos	2.419,25	72,58
			Precio total redondeado por ud		2.491,83

Son dos mil cuatrocientos noventa y un euros con ochenta y tres céntimos

2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN DE LAS NAVES 2 Y 4

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.4.1	E15SX010.2	ud	Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1) BAR-RESTAURANTE	
	O01OB200	5,000 h.	Oficial 1ª Electricista	57,20
	P15FE010	3,000 ud	PIA (I+N) 10 A.	76,23
	P15FB060	1,000 ud	Arm. puerta 500x400x150	67,24
	P15FD020	7,000 ud	Interr.auto.difer. 2x40 A 30mA	688,73
	P15FD110	4,000 ud	Interr.auto.difer. 4x40A 300mA	609,56
	P15FE020	9,000 ud	PIA (I+N) 16 A	232,92
	P15FE180	9,000 ud	PIA 4x16 A	683,82
	P01DW090	5,000 ud	Pequeño material	3,55
		3,000 %	Costes indirectos	72,58

Precio total redondeado por ud 2.491,83

Son dos mil cuatrocientos noventa y un euros con ochenta y tres céntimos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN					
3.1 LÍNEAS PARTE FOTOVOLTAICA					
3.1.1	E15CT050	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	2,23
	P15GB040	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=29 mm.	0,30	0,30
	P15GA050	5,000 m.	Cond. ríg. 0,6/1 kV 10 mm2 Cu	0,94	4,70
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	10,23	0,31
Precio total redondeado por m.				10,54	
Son diez euros con cincuenta y cuatro céntimos					
3.1.2	E15CM040	m.	Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=23/gp5, conductores de cobre rígido de 6 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	O01OB200	0,250 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	2,86
	O01OB210	0,250 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	2,79
	P15GB030	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=23 mm.	0,20	0,20
	P15GA040	3,000 m.	Cond. ríg. 750 V 6 mm2 Cu	0,55	1,65
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	8,21	0,25
Precio total redondeado por m.				8,46	
Son ocho euros con cuarenta y seis céntimos					
3.1.3	E15CT070	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	2,23
	P15GB050	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=90 mm.	0,41	0,41
	P15GA070	2,000 m.	Cond. ríg. 750 V 70 mm2 Cu	6,15	12,30
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	17,94	0,54
Precio total redondeado por m.				18,48	
Son dieciocho euros con cuarenta y ocho céntimos					
3.2 LÍNEAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
3.2.1	E15CM060	m.	Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	O01OB200	0,150 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	1,72
	O01OB210	0,150 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	1,67
	P15GB010	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=13 mm.	0,10	0,10
	P15GA010	3,000 m.	Cond. ríg. 750 V 1,5 mm2 Cu	0,13	0,39
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	4,59	0,14
Precio total redondeado por m.				4,73	
Son cuatro euros con setenta y tres céntimos					

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
3.2.2	E15CM020	m.	Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	O01OB200	0,150 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	1,72
	O01OB210	0,150 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	1,67
	P15GB020	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	0,13	0,13
	P15GA020	3,000 m.	Cond. ríg. 750 V 2,5 mm2 Cu	0,20	0,60
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	4,83	0,14
			Precio total redondeado por m.		4,97
			Son cuatro euros con noventa y siete céntimos		
3.2.3	E15CM030	m.	Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	2,23
	P15GB020	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	0,13	0,13
	P15GA030	3,000 m.	Cond. ríg. 750 V 4 mm2 Cu	0,35	1,05
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	6,41	0,19
			Precio total redondeado por m.		6,60
			Son seis euros con sesenta céntimos		
3.2.4	E15CT020	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	2,23
	P15GB020	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=16 mm.	0,13	0,13
	P15GA020	5,000 m.	Cond. ríg. 750 V 2,5 mm2 Cu	0,20	1,00
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	6,36	0,19
			Precio total redondeado por m.		6,55
			Son seis euros con cincuenta y cinco céntimos		
3.2.5	E15CT040	m.	Circuito de potencia para una intensidad máxima de 25 A. o una potencia de 13 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 6 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 23 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	O01OB200	0,200 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	2,29
	O01OB210	0,200 h.	Oficial 2ª Electricista	11,15	2,23
	P15GB030	1,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=23 mm.	0,20	0,20
	P15GA040	5,000 m.	Cond. ríg. 750 V 6 mm2 Cu	0,55	2,75
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	8,18	0,25
			Precio total redondeado por m.		8,43
			Son ocho euros con cuarenta y tres céntimos		

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
4 RECEPTORES Y ALUMBRADO					
4.1	E16IAF010	ud	Regleta de superficie de 1x60 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.		
	O01OB200	0,500 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	5,72
	O01OB220	0,300 h.	Ayudante-Electricista	10,56	3,17
	P16BA010	1,000 ud	Conjunto regleta 1x60 W. AF	18,19	18,19
	P16EC060	1,000 ud	Tubo fluoresente 33/18 W.	3,94	3,94
	P01DW090	0,500 ud	Pequeño material	0,71	0,36
		3,000 %	Costes indirectos	31,38	0,94
Precio total redondeado por ud					32,32
Son treinta y dos euros con treinta y dos céntimos					
4.2	E16IM310	ud	Aparato autónomo de alumbrado de emergencia y señalización permanente, formado por: lámpara de emergencia fluorescente, lámpara de señalización incandescente, flujo luminoso 120 lm., superficie que cubre 20 m2., funcionamiento no permanente, autonomía superior a 1 hora, batería Ni-Cd alta temperatura. Construcción según prescripciones del REBT y la NBE-CPI/96. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios y conexionado.		
	O01OB200	0,600 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	6,86
	P16FB060	1,000 ud	Emergencia flu. IP42 120lm	25,00	25,00
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	32,57	0,98
Precio total redondeado por ud					33,55
Son treinta y tres euros con cincuenta y cinco céntimos					
4.3	E15ML020	ud	Punto conmutado sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores, totalmente instalado.		
	O01OB200	0,500 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	5,72
	O01OB220	0,500 h.	Ayudante-Electricista	10,56	5,28
	P15GB010	13,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=13 mm.	0,10	1,30
	P15GA010	39,000 m.	Cond. ríg. 750 V 1,5 mm2 Cu	0,13	5,07
	P15HE020	2,000 ud	Conmutador	6,61	13,22
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	31,30	0,94
Precio total redondeado por ud					32,24
Son treinta y dos euros con veinticuatro céntimos					
4.4	E15MOB060	ud	Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2P+T.T., 16 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada.		
	O01OB200	0,250 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	2,86
	P15IA030	1,000 ud	Base IP447 230 V. 16 A. 2p+t.t.	3,45	3,45
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
	E15CM060	8,000 m.	CIRC. MONOF. COND.Cu 1,5 mm2.+TT	4,59	36,72
		3,000 %	Costes indirectos	43,74	1,31
Precio total redondeado por ud					45,05
Son cuarenta y cinco euros con cinco céntimos					

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
4.5	E15ML010	ud	Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar, totalmente instalado.	
	O01OB200	0,300 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44
	O01OB220	0,300 h.	Ayudante-Electricista	10,56
	P15GB010	8,000 m.	Tubo PVC p.estruc.D=13 mm.	0,10
	P15GA010	16,000 m.	Cond. ríg. 750 V 1,5 mm2 Cu	0,13
	P15HE010	1,000 ud	Interruptor unipolar	5,98
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	16,17

Precio total redondeado por ud 16,66

Son dieciseis euros con sesenta y seis céntimos

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
5 VARIOS					
5.1	E15TI020	ud	Toma de tierra independiente con pica verticalde cobre de D=14 mm. y 2 m. de longitud.		
	O01OB200	1,000 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	11,44
	O01OB220	1,000 h.	Ayudante-Electricista	10,56	10,56
	P15EA010	4,000 ud	Pica de t.t. 200/14,3 Fe+Cu	12,50	50,00
	P15EB010	30,000 m.	Conduc. cobre desnudo 35 mm2	6,01	180,30
	P15ED030	1,000 ud	Sold. aluminio t. cable/placa	2,85	2,85
	P15EC010	1,000 ud	Registro de comprobación + tapa	9,65	9,65
	P15EC020	1,000 ud	Puente de prueba	9,30	9,30
	P01DW090	1,000 ud	Pequeño material	0,71	0,71
		3,000 %	Costes indirectos	274,81	8,24
Precio total redondeado por ud					283,05
Son doscientos ochenta y tres euros con cinco céntimos					
5.2	E15VB070.1	m.	Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x150 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.		
	O01OB200	0,385 h.	Oficial 1ª Electricista	11,44	4,40
	O01OB220	0,193 h.	Ayudante-Electricista	10,56	2,04
	P15GP020.1	1,000 m.	Bandeja rejilla 60x150 mm rejiband.	4,37	4,37
	P15GS030	1,000 m.	P.p.acces. bandeja 60x150 mm.	2,73	2,73
	P15GS100	1,000 m.	P.p.soporte techo band.60x150mm	6,24	6,24
		3,000 %	Costes indirectos	19,78	0,59
Precio total redondeado por m.					20,37
Son veinte euros con treinta y siete céntimos					

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
	1 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS		
1.1	m. Módulos fotovoltaicos Canadian solar con una potencia nominal de 450W.	147,93	CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y TRES CÉNTIMOS
1.2	m. Grupo electrógeno Carod trifásico con una potencia nominal de 30kW	7.745,00	SIETE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS
1.3	ud Soporte completo de los paneles fotovoltaicos en tejado.	1.670,98	MIL SEISCIENTOS SETENTA EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS
1.4	ud Vasos de 2V de almacenamiento con una capacidad nominal de 2280 Ah.	567,77	QUINIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.5	ud Inversor trifásico SMA de potencia nominal de 25kW	3.250,30	TRES MIL DOSCIENTOS CINCUENTA EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS
1.6	m. Inversor cargador de SMA con una potencia nominal de 6kW.	3.513,35	TRES MIL QUINIENTOS TRECE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS
	2 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN		
	2.1 CUADRO DISTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA		
2.1.1	ud Cuadro protección de la parte fotovoltaica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, fusibles para la parte de continua, interruptores diferenciales y PIAs para protección en la parte alterna.	930,36	NOVECIENTOS TREINTA EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
	2.2 CUADRO GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA		
2.2.1	ud Cuadro protección de la instalación, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial y PIAs. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.	748,46	SETECIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
	2.3 CUADRO DE PROTECCION DE LAS NAVES 1 Y 3		
2.3.1	ud Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1) BAR-RESTAURANTE	2.491,83	DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
	2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN DE LAS NAVES 2 Y 4		
2.4.1	ud Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1) BAR-RESTAURANTE	2.491,83	DOS MIL CUATROCIENTOS NOVENTA Y UN EUROS CON OCHENTA Y TRES CÉNTIMOS
	3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN		
	3.1 LÍNEAS PARTE FOTOVOLTAICA		

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
3.1.1	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	10,54	DIEZ EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
3.1.2	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=23/gp5, conductores de cobre rígido de 6 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	8,46	OCHO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS
3.1.3	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	18,48	DIECIOCHO EUROS CON CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS
	3.2 LÍNEAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
3.2.1	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm ² , aislamiento VV 750 V., sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	4,73	CUATRO EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS
3.2.2	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	4,97	CUATRO EUROS CON NOVENTA Y SIETE CÉNTIMOS
3.2.3	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm ² , aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.	6,60	SEIS EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS
3.2.4	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	6,55	SEIS EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
3.2.5	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 25 A. o una potencia de 13 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 6 mm ² . de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 23 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.	8,43	OCHO EUROS CON CUARENTA Y TRES CÉNTIMOS
	4 RECEPTORES Y ALUMBRADO		
4.1	ud Regleta de superficie de 1x60 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.	32,32	TREINTA Y DOS EUROS CON TREINTA Y DOS CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 1			
Nº	Designación	Importe	
		En cifra (euros)	En letra (euros)
4.2	ud Aparato autónomo de alumbrado de emergencia y señalización permanente, formado por: lámpara de emergencia fluorescente, lámpara de señalización incandescente, flujo luminoso 120 lm., superficie que cubre 20 m2., funcionamiento no permanente, autonomía superior a 1 hora, batería Ni-Cd alta temperatura. Construcción según prescripciones del REBT y la NBE-CPI/96. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios y conexiónado.	33,55	TREINTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS
4.3	ud Punto conmutado sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores, totalmente instalado.	32,24	TREINTA Y DOS EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS
4.4	ud Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2P+T.T., 16 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada.	45,05	CUARENTA Y CINCO EUROS CON CINCO CÉNTIMOS
4.5	ud Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar, totalmente instalado.	16,66	DIECISEIS EUROS CON SESENTA Y SEIS CÉNTIMOS
5 VARIOS			
5.1	ud Toma de tierra independiente con pica verticalde cobre de D=14 mm. y 2 m. de longitud.	283,05	DOSCIENTOS OCHENTA Y TRES EUROS CON CINCO CÉNTIMOS
5.2	m. Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x150 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.	20,37	VEINTE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
	1 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS		
1.1	m. Módulos fotovoltaicos Canadian solar con una potencia nominal de 450W. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	143,62 4,31	147,93
1.2	m. Grupo electrógeno Carod trifásico con una potencia nominal de 30kW <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	7.519,42 225,58	7.745,00
1.3	ud Soporte completo de los paneles fotovoltaicos en tejado. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	1.622,31 48,67	1.670,98
1.4	ud Vasos de 2V de almacenamiento con una capacidad nominal de 2280 Ah. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	551,23 16,54	567,77
1.5	ud Inversor trifásico SMA de potencia nominal de 25kW <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	3.155,63 94,67	3.250,30
1.6	m. Inversor cargador de SMA con una potencia nominal de 6kW. <i>Sin descomposición</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	3.411,02 102,33	3.513,35
	2 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN		
	2.1 CUADRO DISTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA		
2.1.1	ud Cuadro protección de la parte fotovoltaica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, fusibles para la parte de continua, interruptores diferenciales y PIAs para protección en la parte alterna. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	22,88 880,38 27,10	930,36
	2.2 CUADRO GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA		
2.2.1	ud Cuadro protección de la instalación, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial y PIAs. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	13,73 712,93 21,80	748,46
	2.3 CUADRO DE PROTECCION DE LAS NAVES 1 Y 3		
2.3.1	ud Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1) BAR-RESTAURANTE <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	57,20 2.362,05 72,58	2.491,83
	2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN DE LAS NAVES 2 Y 4		
2.4.1	ud Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1) BAR-RESTAURANTE <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	57,20 2.362,05 72,58	2.491,83

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
	3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN		
	3.1 LÍNEAS PARTE FOTOVOLTAICA		
3.1.1	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	5,71	
	<i>3 % Costes Indirectos</i>	0,31	
			10,54
3.1.2	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=23/gp5, conductores de cobre rígido de 6 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	<i>Mano de obra</i>	5,65	
	<i>Materiales</i>	2,56	
	<i>3 % Costes Indirectos</i>	0,25	
			8,46
3.1.3	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	13,42	
	<i>3 % Costes Indirectos</i>	0,54	
			18,48
	3.2 LÍNEAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
3.2.1	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	<i>Mano de obra</i>	3,39	
	<i>Materiales</i>	1,20	
	<i>3 % Costes Indirectos</i>	0,14	
			4,73
3.2.2	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	<i>Mano de obra</i>	3,39	
	<i>Materiales</i>	1,44	
	<i>3 % Costes Indirectos</i>	0,14	
			4,97
3.2.3	m. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	1,89	
	<i>3 % Costes Indirectos</i>	0,19	
			6,60
3.2.4	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.		
	<i>Mano de obra</i>	4,52	
	<i>Materiales</i>	1,84	
	<i>3 % Costes Indirectos</i>	0,19	
			6,55

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
3.2.5	m. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 25 A. o una potencia de 13 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 6 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 23 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	4,52 3,66 0,25	8,43
4 RECEPTORES Y ALUMBRADO			
4.1	ud Regleta de superficie de 1x60 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	8,89 22,49 0,94	32,32
4.2	ud Aparato autónomo de alumbrado de emergencia y señalización permanente, formado por: lámpara de emergencia fluorescente, lámpara de señalización incandescente, flujo luminoso 120 lm., superficie que cubre 20 m2., funcionamiento no permanente, autonomía superior a 1 hora, batería Ni-Cd alta temperatura. Construcción según prescripciones del REBT y la NBE-CPI/96. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios y conexionado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	6,86 25,71 0,98	33,55
4.3	ud Punto conmutado sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores, totalmente instalado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	11,00 20,30 0,94	32,24
4.4	ud Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2P+T.T., 16 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	29,98 13,76 1,31	45,05
4.5	ud Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar, totalmente instalado. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	6,60 9,57 0,49	16,66
5 VARIOS			
5.1	ud Toma de tierra independiente con pica verticalde cobre de D=14 mm. y 2 m. de longitud. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	22,00 252,81 8,24	283,05

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (euros)	Total (euros)
5.2	m. Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x150 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>3 % Costes Indirectos</i>	6,44 13,34 0,59	20,37

PRESUPUESTO Y MEDICION

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1	M.. Módulos fotovoltaicos Canadian solar con una potencia nominal de 450W.					44,000	147,93	6.508,92
1.2	M.. Grupo electrógeno Carod trifásico con una potencia nominal de 30kW					1,000	7.745,00	7.745,00
1.3	Ud. Soporte completo de los paneles fotovoltaicos en tejado.					1,000	1.670,98	1.670,98
1.4	Ud. Vasos de 2V de almacenamiento con una capacidad nominal de 2280 Ah.					48,000	567,77	27.252,96
1.5	Ud. Inversor trifásico SMA de potencia nominal de 25kW					1,000	3.250,30	3.250,30
1.6	M.. Inversor cargador de SMA con una potencia nominal de 6kW.					3,000	3.513,35	10.540,05

Total presupuesto parcial nº 1 ... 56.968,21

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 2 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1 CUADRO DISTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA								
2.1.1	Ud. Cuadro protección de la parte fotovoltaica, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, fusibles para la parte de continua, interruptores diferenciales y PIAs para protección en la parte alterna.					1,000	930,36	930,36
2.2 CUADRO GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA								
2.2.1	Ud. Cuadro protección de la instalación, formado por caja, de doble aislamiento de empotrar, con puerta de 12 elementos, perfil omega, embarrado de protección, interruptor automático diferencial y PIAs. Totalmente instalado, incluyendo cableado y conexionado.					1,000	748,46	748,46
2.3 CUADRO DE PROTECCION DE LAS NAVES 1 Y 3								
2.3.1	Ud. Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1) BAR-RESTAURANTE					1,000	2.491,83	2.491,83
2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN DE LAS NAVES 2 Y 4								
2.4.1	Ud. Cuadro de mando y protección CS1(Cuadro secundario 1) BAR-RESTAURANTE					1,000	2.491,83	2.491,83

Total presupuesto parcial nº 2 ... 6.662,48

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1 LÍNEAS PARTE FOTOVOLTAICA								
3.1.1	M.. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 30 A. o una potencia de 16 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 10 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 29 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.					46,000	10,54	484,84
3.1.2	M.. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=23/gp5, conductores de cobre rígido de 6 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.					173,000	8,46	1.463,58
3.1.3	M.. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 50 A. o una potencia de 26 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 25 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 36 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.					18,000	18,48	332,64
3.2 LÍNEAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA								
3.2.1	M.. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5, conductores de cobre rígido de 1,5 mm2, aislamiento VV 750 V., sistema monofásico (fase, neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.					702,000	4,73	3.320,46
3.2.2	M.. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 2,5 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.					448,000	4,97	2.226,56
3.2.3	M.. Circuito realizado con tubo PVC corrugado de D=16/gp5, conductores de cobre rígido de 4 mm2, aislamiento VV 750 V., en sistema monofásico (fase neutro y tierra), incluido p./p. de cajas de registro y regletas de conexión.					95,000	6,60	627,00
3.2.4	M.. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 15 A. o una potencia de 8 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 2,5 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 16 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.					560,000	6,55	3.668,00
3.2.5	M.. Circuito de potencia para una intensidad máxima de 25 A. o una potencia de 13 kW. Constituido por cinco conductores (tres fases, neutro y tierra) de cobre de 6 mm2. de sección y aislamiento tipo W 750 V. Montado bajo tubo de PVC de 23 mm., incluyendo ángulos y accesorios de montaje.					260,000	8,43	2.191,80

Total presupuesto parcial n° 3 ... 14.314,88

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 4 RECEPTORES Y ALUMBRADO

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.1	Ud. Regleta de superficie de 1x60 W. con protección IP20 clase I, cuerpo de chapa de acero de 0,7 mm., pintado con pintura epoxi poliéster y secado al horno, sistema de anclaje formado por chapa galvanizada sujeta con tornillos incorporados, equipo eléctrico formado por reactancia, condensador, portalámparas, cebador, lámpara fluorescente estándar y bornas de conexión. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios de anclaje y conexionado.							
	NAVES	52				52,000		
	PASILLO	4				4,000		
	CUARTOS	2				2,000		
	OFICINA	2				2,000		
						60,000	32,32	1.939,20
4.2	Ud. Aparato autónomo de alumbrado de emergencia y señalización permanente, formado por: lámpara de emergencia fluorescente, lámpara de señalización incandescente, flujo luminoso 120 lm., superficie que cubre 20 m2., funcionamiento no permanente, autonomía superior a 1 hora, batería Ni-Cd alta temperatura. Construcción según prescripciones del REBT y la NBE-CPI/96. Totalmente instalado, incluyendo replanteo, accesorios y conexionado.							
						12,000	33,55	402,60
4.3	Ud. Punto conmutado sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu, y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, cajas de mecanismo universal con tornillos, conmutadores, totalmente instalado.							
	NAVE 1	2				2,000		
	NAVE 2	2				2,000		
	NAVE 3	2				2,000		
	NAVE 4	2				2,000		
						8,000	32,24	257,92
4.4	Ud. Base de enchufe tipo industrial, para montaje superficial, 2P+T.T., 16 A. 230 V., con protección IP447, totalmente instalada.							
						28,000	45,05	1.261,40
4.5	Ud. Punto de luz sencillo realizado con tubo PVC corrugado de D=13/gp5 y conductor rígido de 1,5 mm2 de Cu., y aislamiento VV 750 V., incluyendo caja de registro, caja de mecanismo universal con tornillos, interruptor unipolar, totalmente instalado.							
						5,000	16,66	83,30

Total presupuesto parcial nº 4 ... 3.944,42

PRESUPUESTO PARCIAL Nº 5 VARIOS

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5.1	Ud. Toma de tierra independiente con pica vertical de cobre de D=14 mm. y 2 m. de longitud.					1,000	283,05	283,05
5.2	M.. Suministro y colocación de bandeja perforada de PVC. color gris de 60x150 mm. y 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta, con p.p. de accesorios y soportes; montada suspendida. Conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Con protección contra impactos IPXX-(9), de material aislante y de reacción al fuego M1.					60,000	20,37	1.222,20

Total presupuesto parcial nº 5 ... 1.505,25

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS	56.968,21
CAPITULO CUADRO DE DISTRIBUCIÓN	6.662,48
CAPITULO LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	14.314,88
CAPITULO RECEPTORES Y ALUMBRADO	3.944,42
CAPITULO VARIOS	1.505,25

REDONDEO.....

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	83.395,24

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS OCHENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS NOVENTA Y CINCO EUROS CON VEINTICUATRO CÉNTIMOS.

Proyecto: PRESUPUESTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE UNA GRANJA DE CEBO DE 5000 PLAZAS

Capítulo	Importe
Capítulo 1 ELEMENTOS FOTOVOLTAICOS	56.968,21
Capítulo 2 CUADRO DE DISTRIBUCIÓN	6.662,48
Capítulo 2.1 CUADRO DISTRIBUCIÓN FOTOVOLTAICA	930,36
Capítulo 2.2 CUADRO GENERAL DE LA EXPLOTACIÓN PORCINA	748,46
Capítulo 2.3 CUADRO DE PROTECCION DE LAS NAVES 1 Y 3	2.491,83
Capítulo 2.4 CUADRO DE PROTECCIÓN DE LAS NAVES 2 Y 4	2.491,83
Capítulo 3 LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN	14.314,88
Capítulo 3.1 LÍNEAS PARTE FOTOVOLTAICA	2.281,06
Capítulo 3.2 LÍNEAS INSTALACIÓN ELÉCTRICA	12.033,82
Capítulo 4 RECEPTORES Y ALUMBRADO	3.944,42
Capítulo 5 VARIOS	1.505,25
Presupuesto de ejecución material	83.395,24
13% de gastos generales	10.841,38
6% de beneficio industrial	5.003,71
Suma	99.240,33
21% IVA	20.840,47
Presupuesto de ejecución por contrata	120.080,80

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CIENTO VEINTE MIL OCHENTA EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS.

FIRMADO:

EN ZARAGOZA A 10 DE NOVIEMBRE DE 2021

RAÚL NAVARRO PÉREZ

Trabajo Fin de Grado

Proyecto de Instalación Eléctrica fotovoltaica
aislada para una explotación porcina de cebo

Documento 4: Planos

Autor

Raúl Navarro Pérez

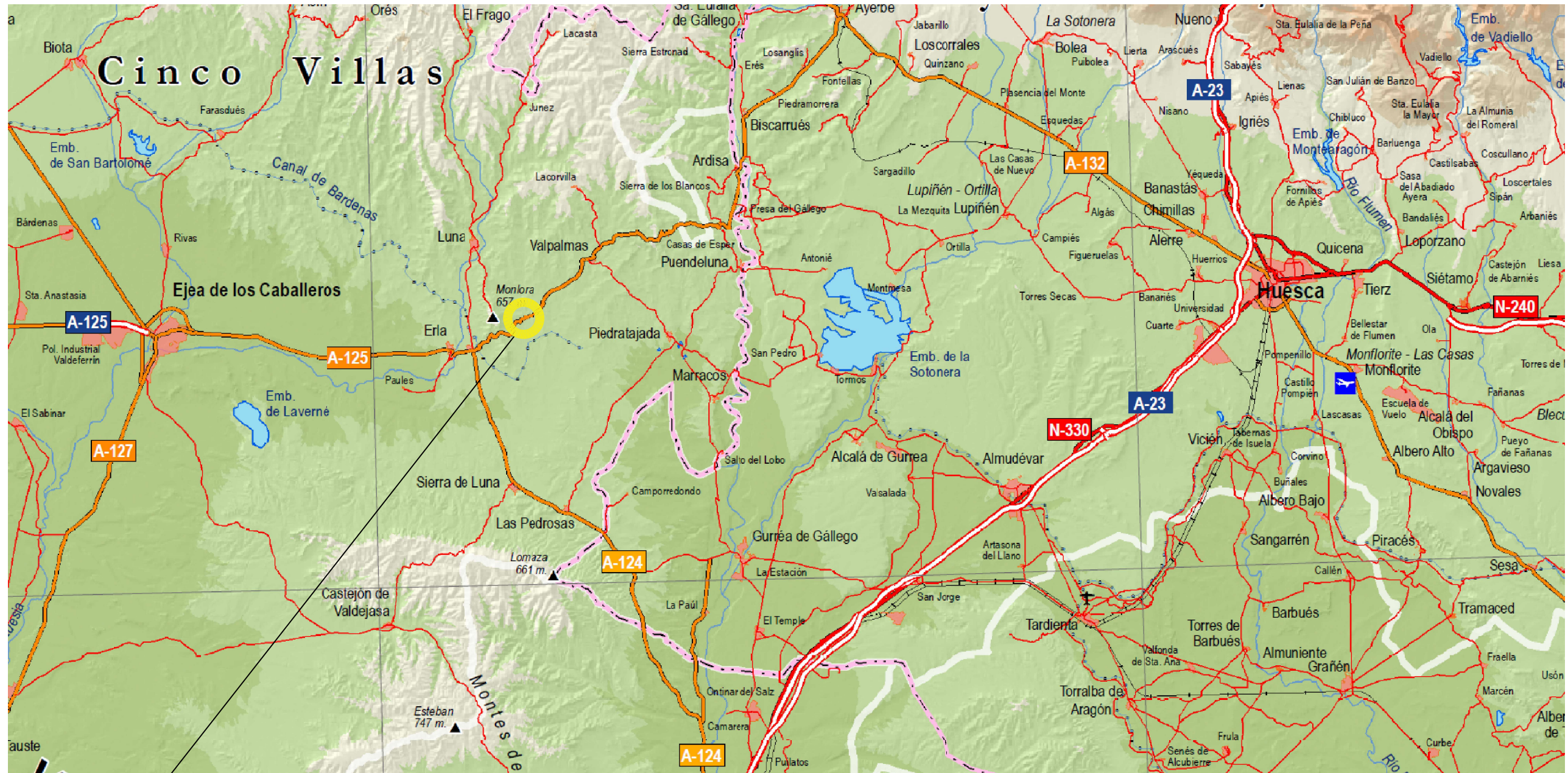
Director

Antonio Montañés Espinosa

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
Ingeniería Eléctrica
2021

ÍNDICE DE PLANOS

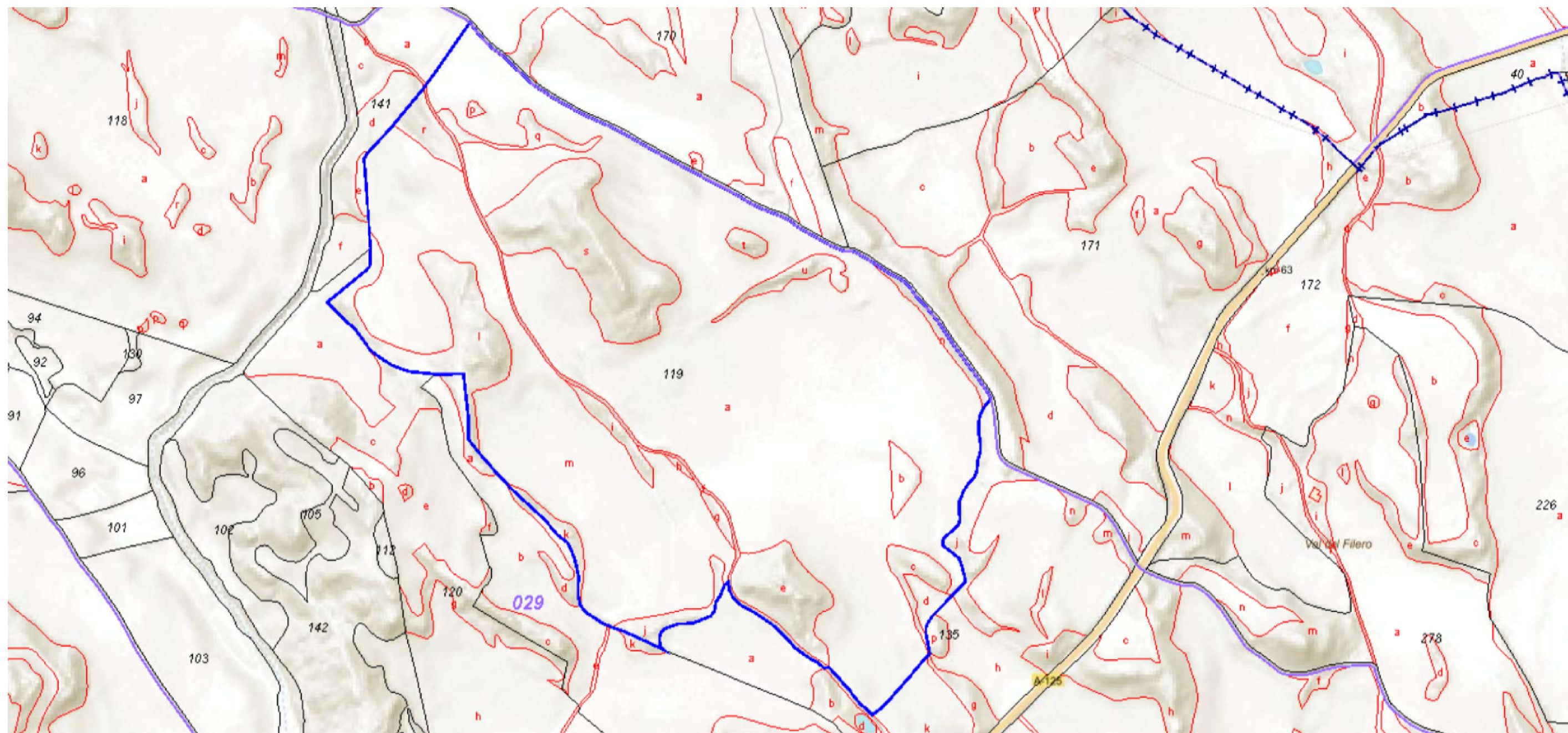
PLANO 1: SITUACIÓN	3
PLANO 2: EMPLAZAMIENTO	4
PLANO 3: PLANO DE SUPERFICIES.....	5
PLANO 4: PLANO PLANTA DE PANELES	6
PLANO 5: PLANO DE ALUMBRADO	7
PLANO 6: PLANO DE FUERZA	8
PLANO 7: PLANO DE CUARTO FOTOVOLTAICO.....	9
PLANO 8: UNIFILAR FOTOVOLTAICO.....	10
PLANO 9: UNIFILAR CGD	11
PLANO 10: UNIFILAR CS1	12
PLANO 11: UNIFILAR CS2	13



Polígono 29 Parcela 119. T ROYO. LUNA (ZARAGOZA) 546.780 m2

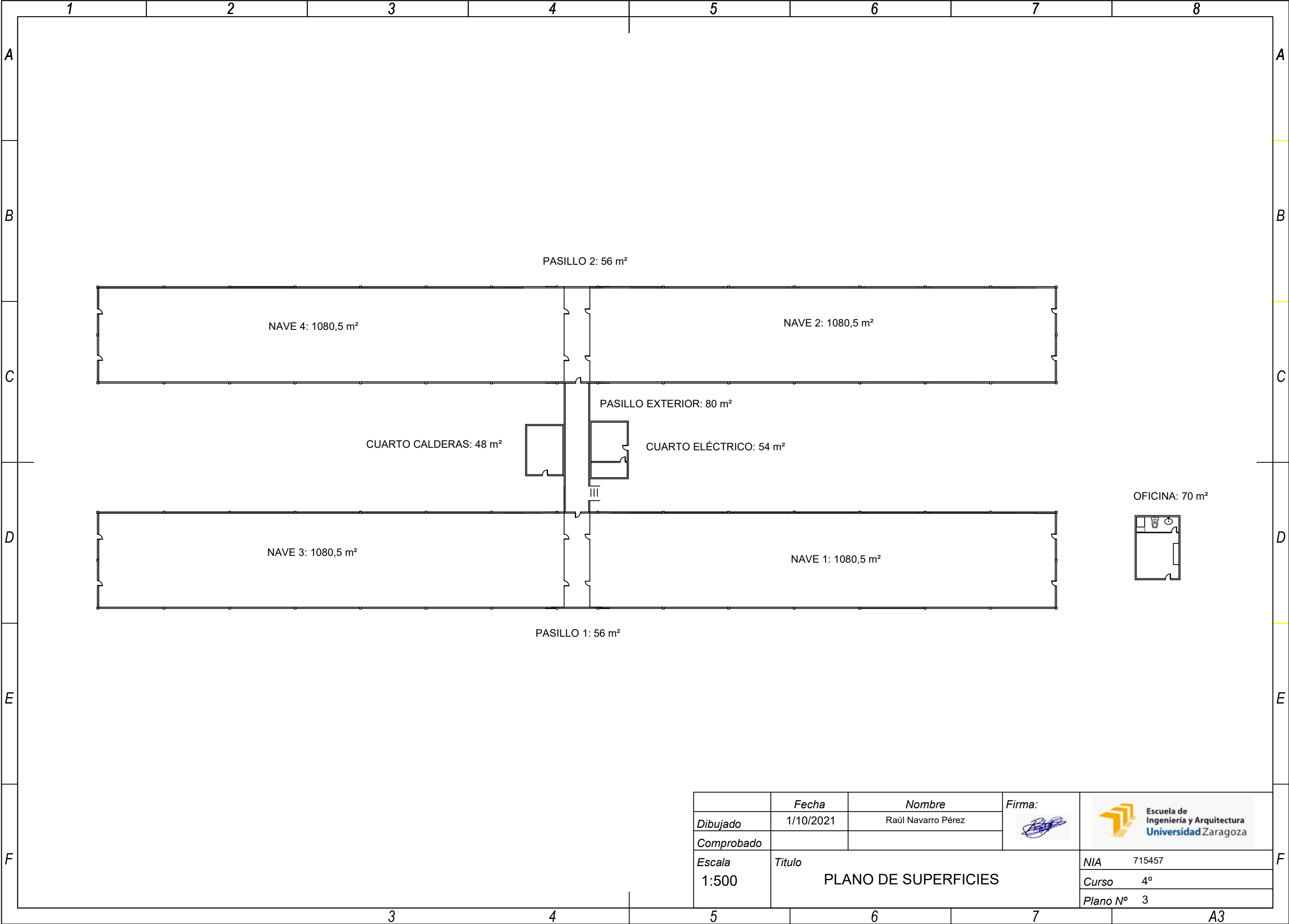
	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	1/10/2021	Raúl Navarro Pérez		
Comprobado				
Escala	Título			NIA 715457
1:250000				Curso 4º
				Plano Nº 1

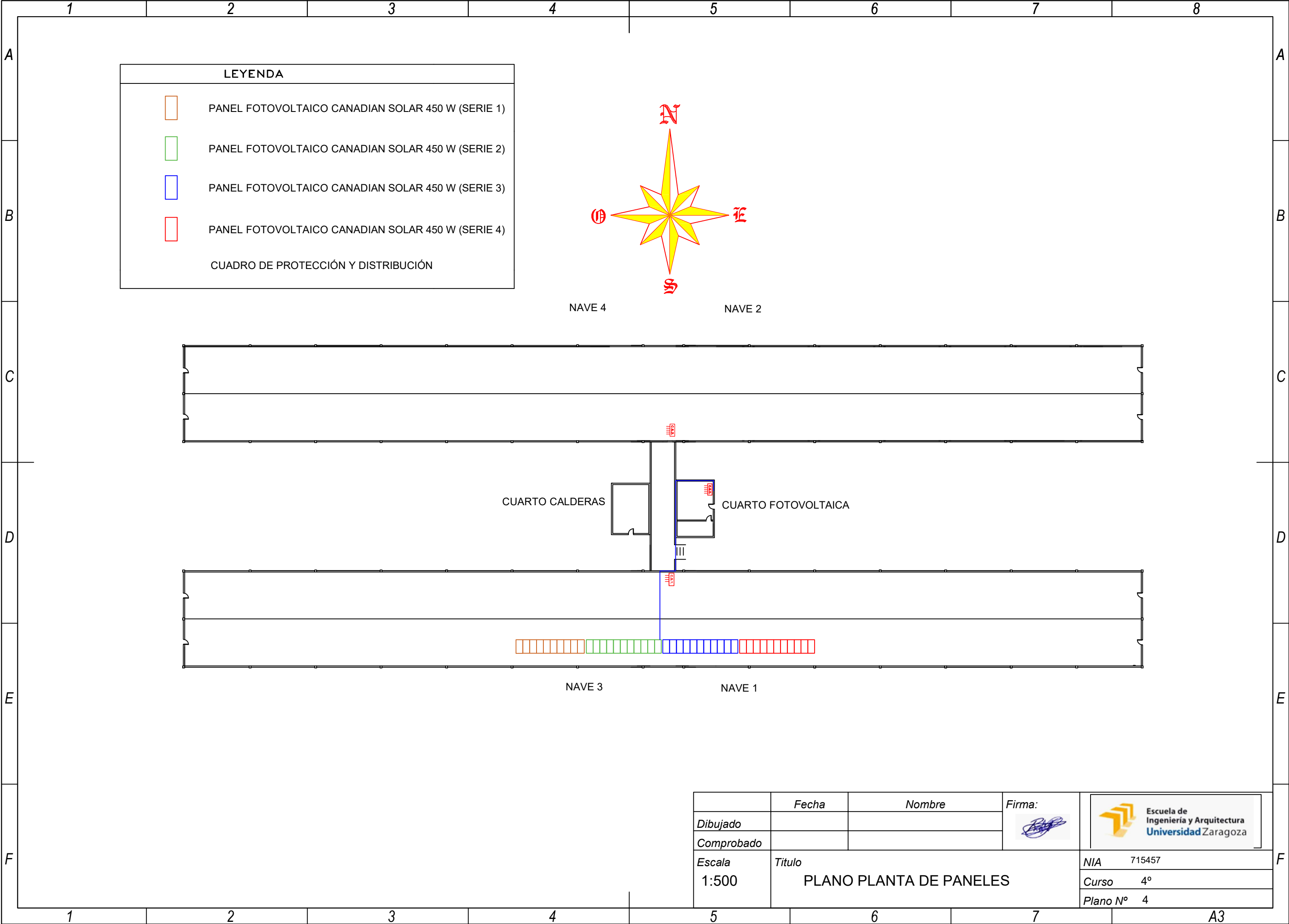
PLANO DE SITUACIÓN

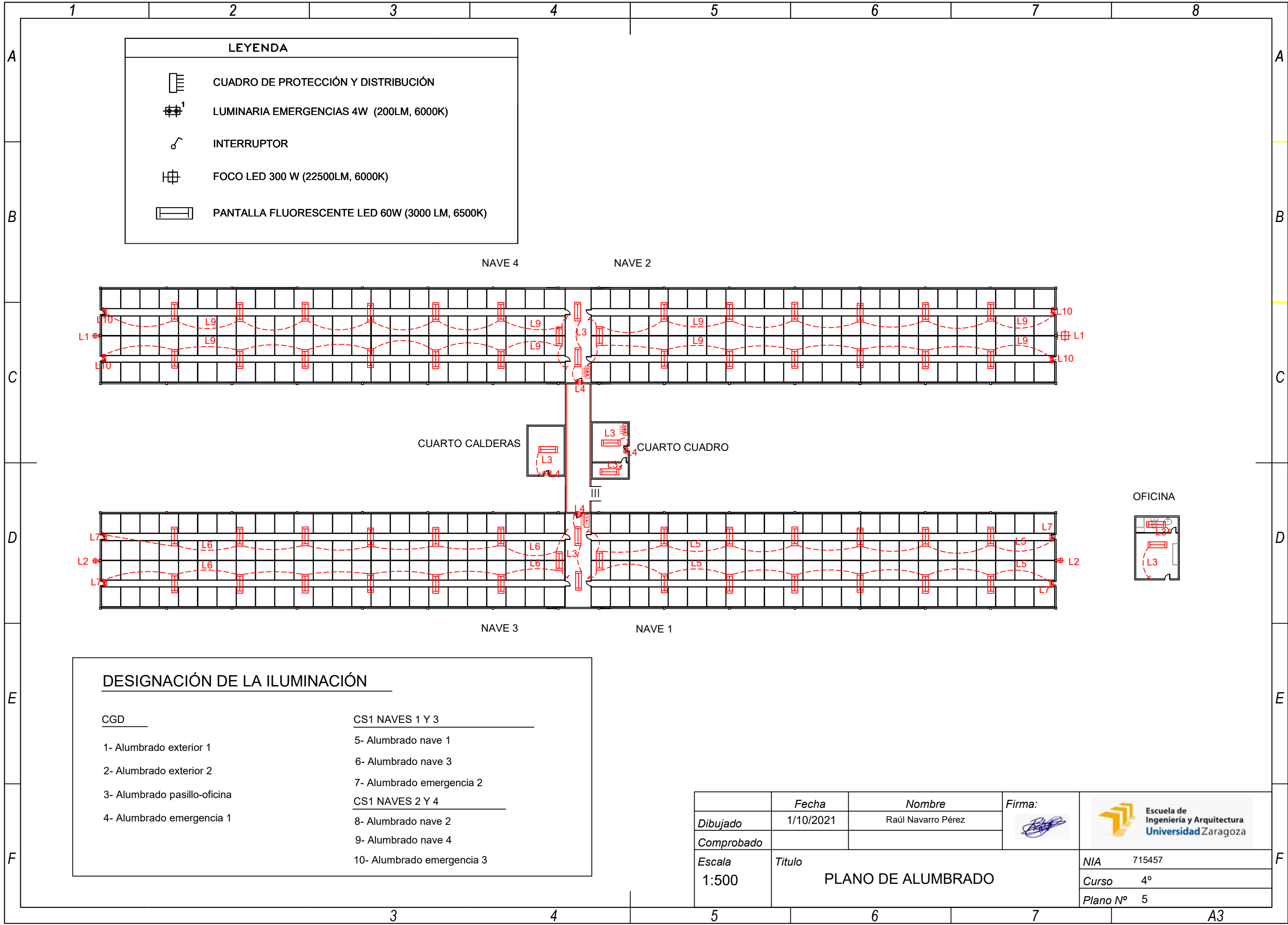


Polígono 29 Parcela 119. T ROYO. LUNA (ZARAGOZA) 546.780 m2

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	1/10/2021	Raúl Navarro Pérez		
Comprobado				
Escala 1:6000	Titulo PLANO DE EMPLAZAMIENTO			NIA 715457
				Curso 4º
				Plano Nº 2







LEYENDA

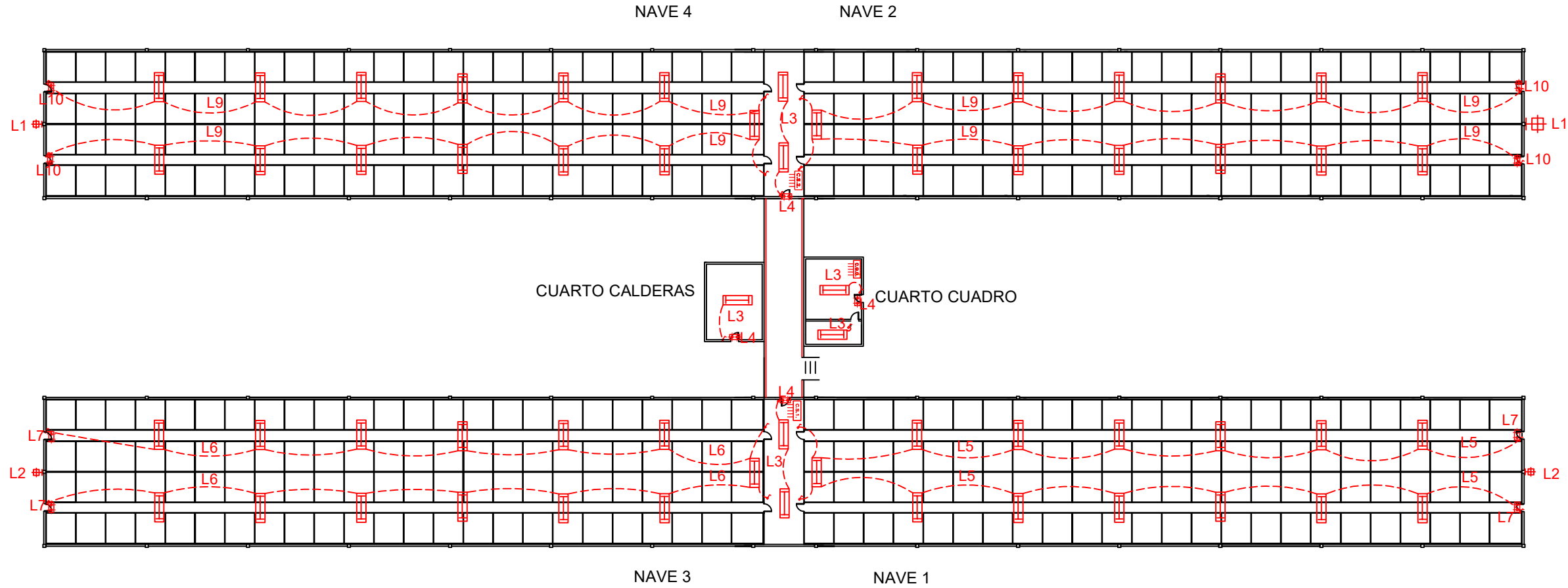
CUADRO DE PROTECCIÓN Y DISTRIBUCIÓN

LUMINARIA EMERGENCIAS 4W (200LM, 6000K)

INTERRUPTOR

FOCO LED 300 W (22500LM, 6000K)

PANTALLA FLUORESCENTE LED 60W (3000 LM, 6500K)



DESIGNACIÓN DE LA ILUMINACIÓN	
<u>CGD</u>	<u>CS1 NAVES 1 Y 3</u>
1- Aluminado exterior 1	5- Aluminado nave 1
2- Aluminado exterior 2	6- Aluminado nave 3
3- Aluminado pasillo-oficina	7- Aluminado emergencia 2
4- Aluminado emergencia 1	<u>CS1 NAVES 2 Y 4</u>
	8- Aluminado nave 2
	9- Aluminado nave 4
	10- Aluminado emergencia 3

	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	1/10/2021	Raúl Navarro Pérez		
Comprobado				
Escala	Titulo			
1:500	PLANO DE ALUMBRADO			NIA 715457
				Curso 4º
				Plano Nº 5

CGD

N1- Nevera: 600W

T2- Tomas oficina: 3600W

CA1- Caldera 1: 200W

CA2- Caldera 2: 200W

C8- Cooling 8: 500W

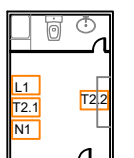
MA3- Motor Alimentación 3: 750W

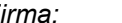
T4- Tomas Nave 3: 3600W

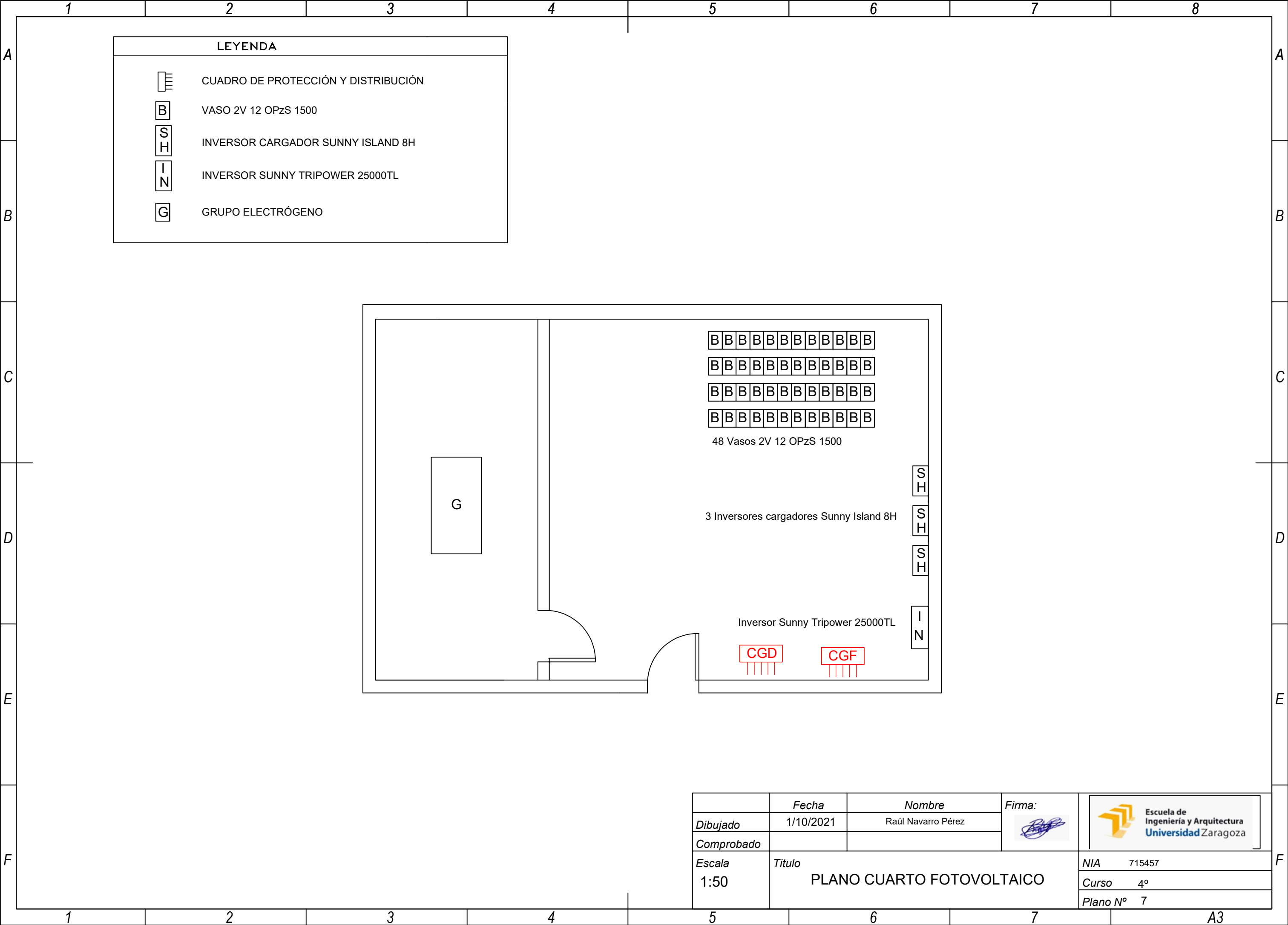
C16- Cooling 16: 500W

MA7- Motor Alimentación 7: 750W

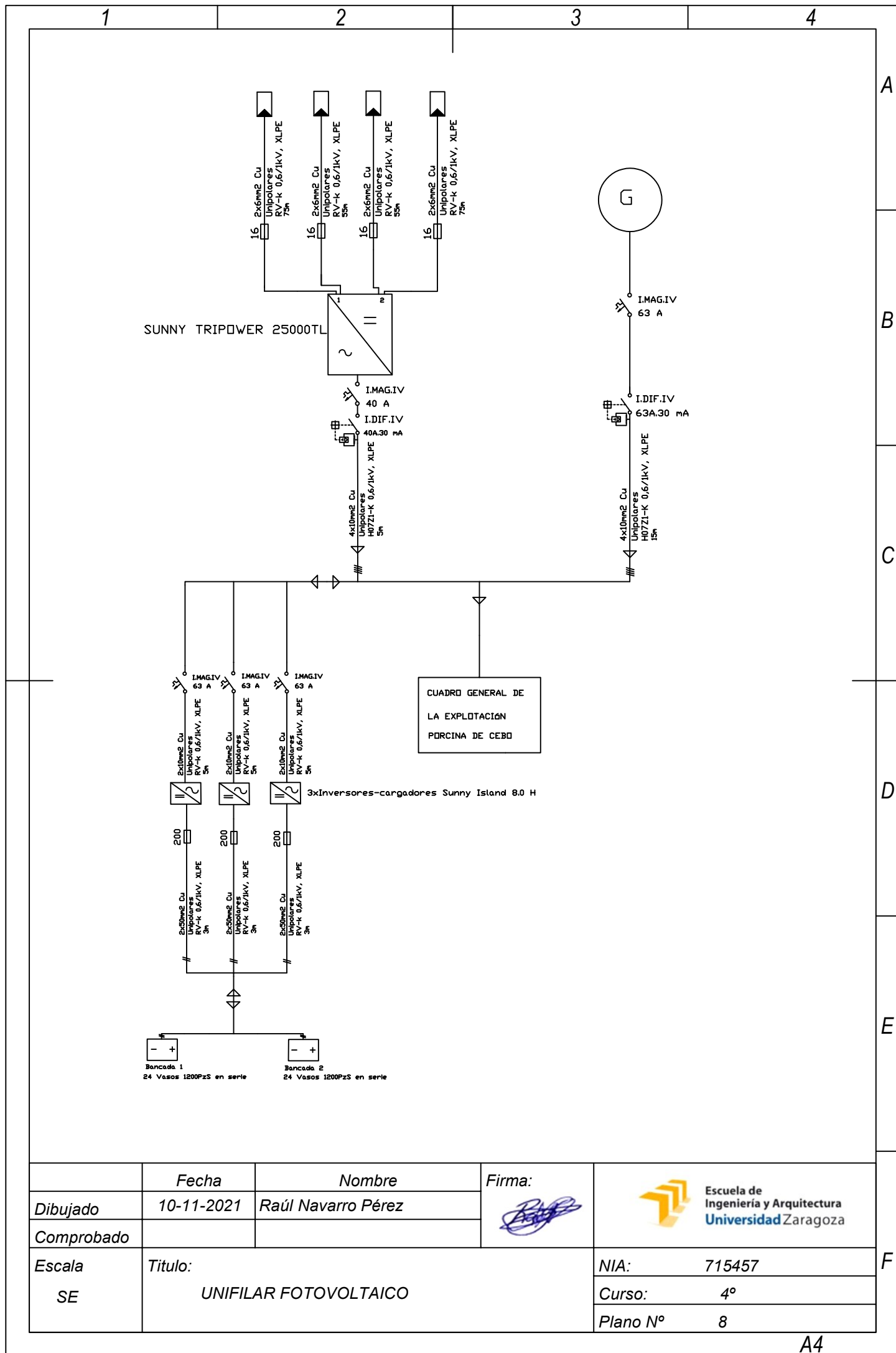
T6- Tomas Nave 4: 3600W



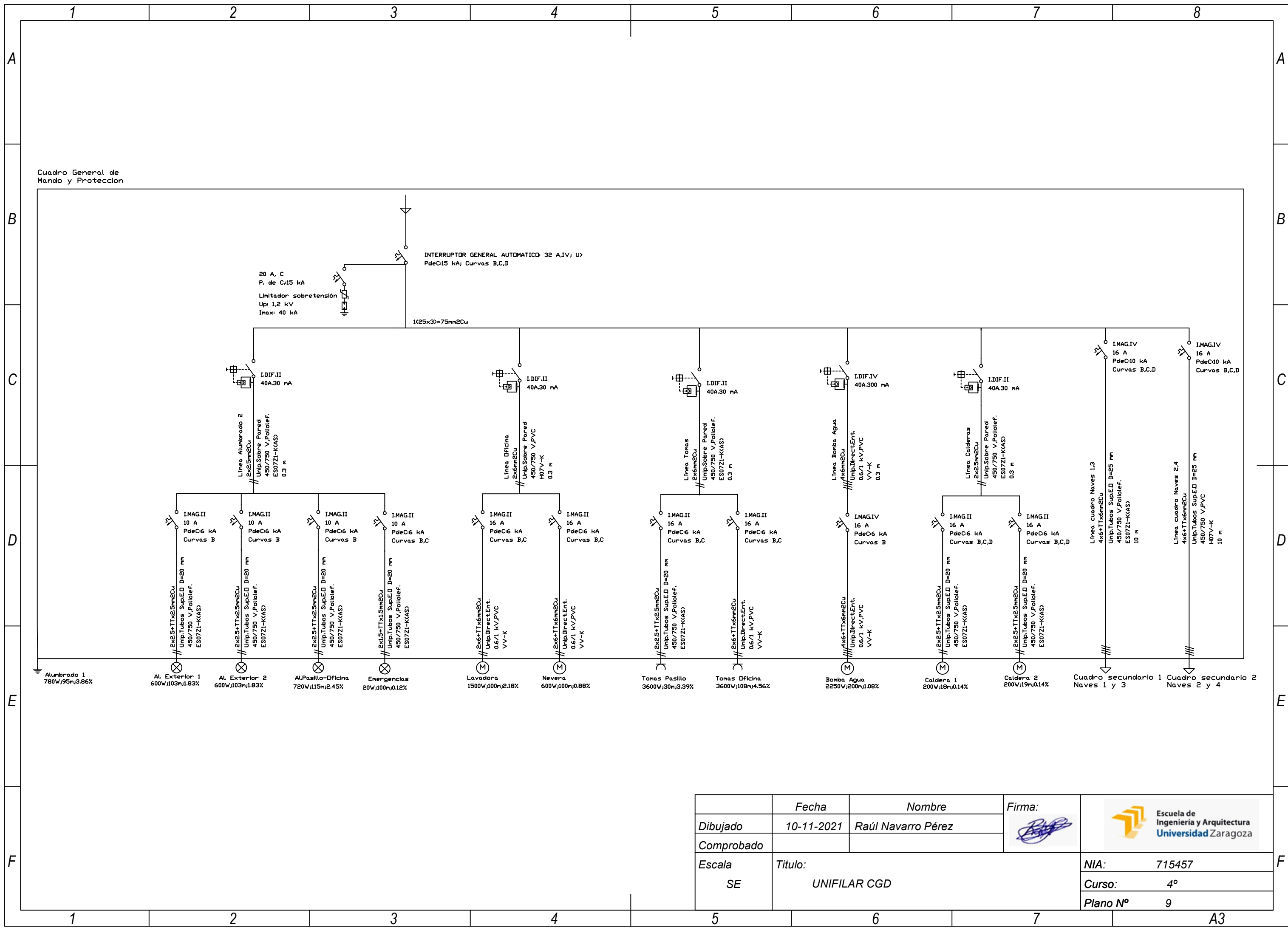
	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i> 	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	1/10/2021	Raúl Navarro Pérez		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i> 1:500	<i>Título</i> PLANO DE FUERZA	<i>NIA</i> 715457		
		<i>Curso</i> 4º		
		<i>Plano N°</i> 6		

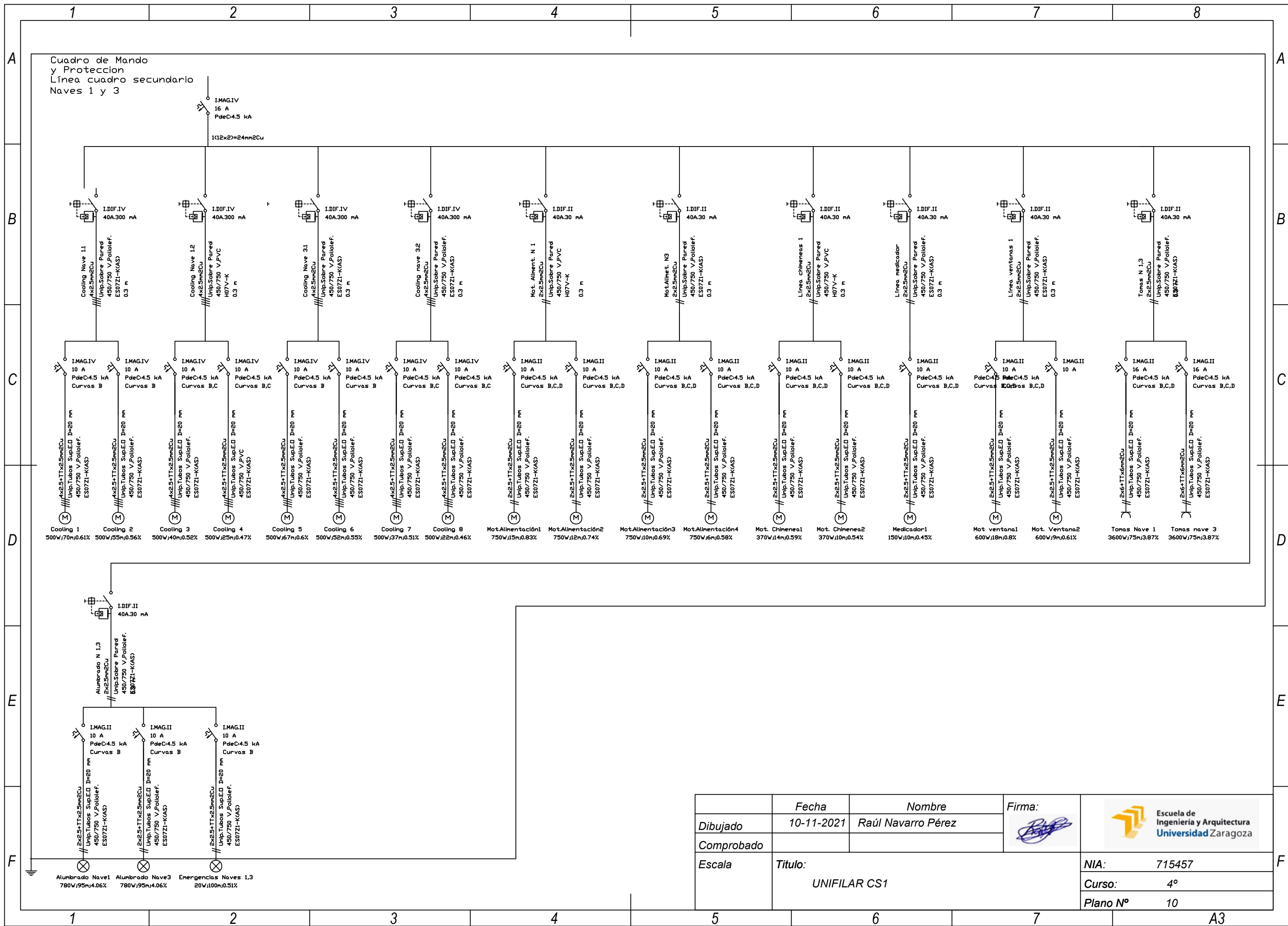


	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	1/10/2021	Raúl Navarro Pérez		
Comprobado				
Escala 1:50	Titulo PLANO CUARTO FOTOVOLTAICO			NIA 715457
				Curso 4º
				Plano Nº 7



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
Dibujado	10-11-2021	Raúl Navarro Pérez		
Comprobado				
Escala	Título: UNIFILAR FOTOVOLTAICO			NIA: 715457
SE				Curso: 4º
				Plano Nº 8





	Fecha	Nombre	Firma:	
Dibujado	10-11-2021	Raúl Navarro Pérez		
Comprobado				
Escala	Título: UNIFILAR CS1			NIA: 715457
				Curso: 4º
				Plano Nº 10

